

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Daniel de Souza Endres

**ALVENARIA DE VEDAÇÃO:
RECOMENDAÇÕES PARA A RACIONALIZAÇÃO DOS
PROCESSOS NA OBRA ESTUDADA**

Porto Alegre
dezembro 2012

DANIEL DE SOUZA ENDRES

**ALVENARIA DE VEDAÇÃO:
RECOMENDAÇÕES PARA A RACIONALIZAÇÃO DOS
PROCESSOS NA OBRA ESTUDADA**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Ruy Alberto Cremonini

Porto Alegre
dezembro 2012

DANIEL DE SOUZA ENDRES

**ALVENARIA DE VEDAÇÃO:
RECOMENDAÇÕES PARA A RACIONALIZAÇÃO NA OBRA
ESTUDADA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2012

Prof. Ruy Alberto Cremonini
Dr. pela USP
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ruy Alberto Cremonini
Dr. pela USP

Profa. Ana Paula Kirchheim (UFRGS)
Dra. pela UFRGS

Eng. Lucilia Maria Silveira Bernardino da Silva
Me. pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais,
Antonio Adolfo e Maria Teresa, pelo afeto e força que me
passaram mesmo com a distância durante esse período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Ruy Alberto Cremonini, orientador deste trabalho que sempre se mostrou solícito, interessado e dedicado em auxiliar no êxito desta etapa do curso.

À Profa. Carin Maria Schmitt, pela paciência e conselhos valorosos, sem os quais não estaria concluindo este trabalho.

Ao meu grande amigo Guilherme Moura Alvorcem, que me ajudou na faculdade, e sem o qual não estaria concluindo o curso de engenharia civil neste tempo. Foram muitas horas de estudo, companheirismo e também diversão, que irei levar na memória para o resto da minha vida. E também à sua família, que me acolheu em Porto Alegre com muito carinho.

Aos meus amigos Bruno Eidi, Guilherme Weissheimer e Eduardo Conte, que também me ajudaram muito nesse período, desde os momentos de estudo até os momentos de lazer, amizades que sempre serão fortes e serão presentes mesmo à distância.

Aos professores, que passaram nessa importante etapa de minha vida, que me proporcionaram um aprendizado e também um crescimento pessoal durante esse tempo na universidade.

A persistência é o menor
caminho do êxito.

Charles Chaplin

RESUMO

A engenharia sempre busca ao longo do tempo a otimização dos recursos que estão presentes nas construções, sendo eles principalmente os financeiros, naturais e de tempo. Seguindo essa ideia, a racionalização vem desenvolvendo soluções para sanar os problemas das obras que tradicionalmente possui um elevado índice de desperdício, promovendo uma melhora também na qualidade, evitando possíveis manifestações patológicas. A alvenaria de vedação não foge dessa realidade, e mesmo após a produção de estudos sobre a racionalização desta atividade ao longo do tempo, ainda há uma grande quantidade de desperdício nas construções atualmente. Neste trabalho foi realizado um estudo sobre a racionalização da alvenaria de vedação, caracterizando as boas práticas contidas na bibliografia sobre o assunto, contendo alguns procedimentos da alvenaria estrutural, visto que a mesma possui uma normatização mais atual em relação à alvenaria de vedação. Após essa caracterização, foi feito um acompanhamento em uma obra localizada no município de Porto Alegre, executada em estrutura de concreto armado, que possuía projetos específicos de alvenaria de vedação e utilizava blocos com furos verticais. Neste acompanhamento, foi feita a identificação dos itens passíveis de melhoria para a racionalização da alvenaria, tendo a bibliografia sobre o tema da racionalização da alvenaria de vedação como referência. Após a identificação e análise destes itens, foram propostas recomendações para que os resultados esperados pela racionalização da alvenaria de vedação ocorressem efetivamente na obra analisada, e por fim feitas considerações finais sobre as propostas contidas no trabalho e a adoção dos blocos com furos verticais na obra. Os possíveis resultados destas propostas não foram analisados.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação. Racionalização de alvenaria de vedação. Projeto de alvenaria de vedação. Execução de alvenaria de vedação. Controle da execução de alvenaria de vedação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática do delineamento do trabalho	17
Figura 2 – Projeto de primeira fiada	25
Figura 3 – Projeto de segunda fiada.....	26
Figura 4 – Projeto de elevação de alvenaria de vedação.....	27
Figura 5 – Execução da locação da alvenaria	34
Figura 6 – Colocação da amarração da alvenaria na estrutura	34
Figura 7 – Elevação da alvenaria com uso de pontalete graduado	36
Figura 8 – Assentamento de blocos junto a pilares	37
Figura 9 – Erro de projeto de alvenaria de vedação para inserção de caixas para instalações elétricas.....	45
Figura 10 – Inserção das instalações do chuveiro.....	46
Figura 11 – Quadros gerais das instalações elétricas não adaptados à modulação.....	47
Figura 12 – Quadro de distribuição adaptado à modulação da alvenaria.....	47
Figura 13 – Problemas de modulação na churrasqueira	48
Figura 14 – Alternativa adotada na obra para a ligação dos eletrodutos das instalações elétricas.....	49
Figura 15 – Faces dos blocos que se destacavam das paredes.....	49
Figura 16 – Correção de erro do projeto arquitetônico.....	51
Figura 17 – espera do ar-condicionado tipo <i>split</i> sem a vedação completada.....	52
Figura 18 – (a) material de descarte usado para a vedação, (b) cortes junto à janela da cozinha	52
Figura 19 – Corte na fachada do edifício.....	53
Figura 20 – Blocos compensadores acima das contravergas.....	54
Figura 21 – Face do bloco se destacando da parede.....	55
Figura 22 – Adaptação feita pelos operários.....	56
Figura 23 – Problema na colocação de contramarcos.....	58
Figura 24 – gola cortada e outra gola removida.....	59
Figura 25 – Problema na colocação de contramarcos.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Controle da locação da primeira fiada de alvenaria.....	40
Quadro 2 – Controle da elevação da alvenaria.....	41
Quadro 3 – Controle da fixação superior da alvenaria.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Origem das falhas de serviço em edifícios	21
--	----

LISTA DE SIGLAS

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

EPUSP – Escola Politécnica da USP

Mpa – Mega pascal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.2 Objetivos secundários	15
2.3 PRESSUPOSTO	15
2.4 PREMISA	16
2.5 DELIMITAÇÕES	16
2.6 LIMITAÇÕES	16
2.7 DELINEAMENTO	16
3 RACIONALIZAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	19
4 PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	23
4.1 PLANTA DE PRIMEIRA E SEGUNDA FIADAS	25
4.2 PLANTA DE ELEVAÇÃO	26
4.3 DETALHES DO PROJETO	28
5 EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	29
5.1 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS PARA A EXECUÇÃO DA ALVENARIA	30
5.2 RECEBIMENTO E PREPARAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	30
5.3 LOCAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	32
5.4 ELEVAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	34
6 CONTROLE DA EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	39
7 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA IDENTIFICADOS NA OBRA	43
7.1 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DO PROJETO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	43
7.1.1 Erro no posicionamento das caixas elétricas.....	44
7.1.2 Cortes para inserção da tubulação do chuveiro.....	45
7.1.3 Cortes para colocação dos quadros gerais das instalações elétricas.....	46
7.1.4 Churrasqueira com dimensões diferentes da modulação da alvenaria de vedação.....	48
7.1.5 Cortes nos blocos para assentamento da última fiada da alvenaria próximo a eletrodutos.....	48

7.1.6 Telas de fixação que impediam a passagem de eletrodutos.....	50
7.1.7 Problema na largura da área de escada próxima à ventilação da mesma.....	50
7.1.8 Problemas com a espera do ar condicionado.....	50
7.1.9 Contravergas que necessitavam de blocos compensadores para a vedação.....	53
7.2 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DA EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	54
7.2.1 Problemas com a qualidade dos blocos.....	55
7.2.2 Adaptações feitas na obra pelos operários.....	55
7.2.3 Problemas nas golas do vão das portas.....	57
7.3 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DE ATIVIDADES COM INFLUÊNCIA SOBRE A ALVENARIA DE VEDAÇÃO	57
7.3.1 Problemas na colocação dos contramarcos das janelas.....	58
7.3.2 Problemas nos vãos das portas devido à falta de qualidade da execução da estrutura.....	59
7.3.3 Problemas com as esperas das instalações hidráulicas.....	60
7.3.4 Problema na colocação dos eletrodutos.....	60
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DA OBRA ANALISADA.....	62
8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO.	62
8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ADOÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, através do desenvolvimento de novos materiais e técnicas, o objetivo é sempre construir com maior qualidade e com menores custo e tempo. Esta demanda é incentivada por um mercado imobiliário cada vez mais exigente e pela competição entre as empresas. Pensando desta forma, um dos papéis do engenheiro está exatamente na otimização dos recursos utilizados na obra, e assim, se insere o tema da racionalização.

Dentre as atividades executadas nas obras, encontra-se a alvenaria de vedação. Apesar da existência de uma grande quantidade de estudos visando à racionalização desta atividade, atualmente ainda é realizada de uma maneira que resulta em muito desperdício, com soluções não planejadas. Mesmo em obras que contam com um planejamento visando à racionalização, há muitas improvisações que ocorrem no canteiro.

Segundo Lordsleem Júnior (2000, p. 10):

As paredes de alvenaria são os elementos mais frequentemente e tradicionalmente empregados na construção de edifícios. Considerando-se apenas o custo das paredes de vedação – pode alcançar até 6% do custo total da obra – a racionalização parece não ser tão importante. No entanto, levando-se em consideração as suas inter-relações com o conjunto das esquadrias, das instalações elétricas e hidrossanitárias e dos revestimentos, o qual está vinculado à concepção da própria alvenaria, não seria exagero pensar que este conjunto pode atingir até 40% do custo total de edifícios.

Mesmo não sendo necessário um projeto de dimensionamento, visto que a alvenaria de vedação não possui função estrutural, existem projetos que, se devidamente elaborados, no sentido de facilitar a execução, e se os mesmos forem efetivamente aplicados, reduzem de forma significativa os desperdícios na atividade. Porém, a racionalização é constituída de várias etapas, não somente na elaboração de projetos, contando também com a execução, o controle e a inspeção, além da compatibilização entre os subsistemas da obra que se relacionam com a alvenaria, destacando o subsistema estrutural, além das instalações elétricas e hidráulicas.

Então, tendo o conhecimento de todas estas etapas, o objetivo deste trabalho é, através da pesquisa na bibliografia disponível sobre racionalização de alvenaria, e da análise da execução de uma obra situada no município de Porto Alegre, caracterizar as boas práticas,

verificar quais são os itens passíveis de melhoria na obra para alcançar a racionalização da alvenaria de vedação, identificar quais são os motivos da não obtenção dos resultados esperados pela racionalização na obra analisada que possuía um trabalho visando os mesmos e, por fim, propor recomendações baseadas na bibliografia para que a execução da atividade para que estes resultados sejam efetivamente alcançados.

O capítulo 1 faz uma introdução ao trabalho, trazendo o contexto da importância da alvenaria de vedação na construção civil. O capítulo 2 trata das diretrizes que o trabalho segue, incluindo o objetivo do trabalho, o pressuposto, a premissa, suas delimitações, limitações e o delineamento da pesquisa.

O capítulo 3 contém informações gerais sobre a racionalização da alvenaria, citando as características e objetivos da mesma. No capítulo 4 estão descritas as questões relativas ao projeto de alvenaria, sendo eles a planta de primeira e segunda fiadas bem como a planta de elevação de alvenaria.

No capítulo 5, são abordadas as informações sobre a execução de alvenaria, contendo o recebimento da estrutura, a marcação da alvenaria, a elevação e a fixação superior da mesma. No capítulo 6 estão presentes informações sobre o controle da alvenaria, com parâmetros para fiscalizar a atividade.

O capítulo 7 trata do acompanhamento realizado na obra, incluindo os itens passíveis de melhoria, as origens destes problemas e as recomendações do autor. Por fim, no capítulo 8, estão as considerações finais do trabalho realizado pelo autor.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais recomendações podem ser aplicadas na obra analisada para maior racionalização dos processos considerando-se a bibliografia sobre o assunto como referência?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a proposição de recomendações segundo a bibliografia para que os resultados esperados pela racionalização de alvenaria de vedação ocorram efetivamente na obra analisada.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) verificação dos itens passíveis de melhoria da racionalização de alvenaria na obra analisada;
- b) identificação das causas na obra analisada da não obtenção dos resultados esperados em obras de alvenaria racionalizada.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que as melhores práticas da racionalização de alvenaria estão contidas na bibliografia do assunto, servindo essas como referência para o trabalho.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que na obra analisada, apesar da existência de projetos e o uso de materiais visando à racionalização da alvenaria, os resultados obtidos não são os esperados.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a analisar a questão da racionalização de alvenaria de vedação somente na obra analisada com a utilização de blocos cerâmicos e argamassa industrializada.

2.6 LIMITAÇÕES

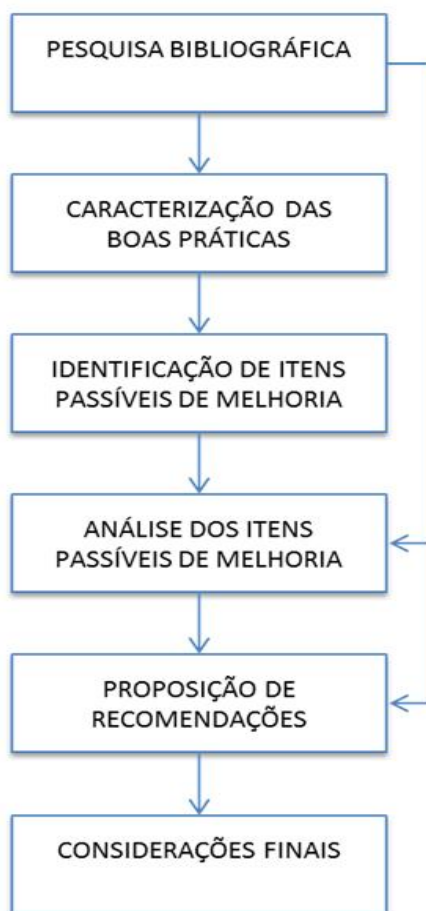
É limitação do trabalho que o autor trabalha diretamente na obra analisada, sendo, portanto um pesquisador que está envolvido com a mesma e sendo ele o responsável pelas constatações abordadas no trabalho. Além disso, não são analisados os resultados da aplicação das recomendações feitas pelo autor.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representadas na figura 1 e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização das boas práticas da racionalização de alvenaria;
- c) identificação dos itens passíveis de melhoria na obra analisada;
- d) análise dos itens passíveis de melhoria frente à bibliografia;
- e) proposição de recomendações;
- f) considerações finais.

Figura 1 – representação esquemática do delineamento do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

Na etapa da **pesquisa bibliográfica**, foi feito o estudo sobre o tema de racionalização da alvenaria de vedação. Através dessa pesquisa, foi realizada a **caracterização das boas práticas**, contendo também itens da alvenaria estrutural aplicáveis à alvenaria de vedação, desde o projeto até a execução. Posteriormente, foi feito o acompanhamento de atividades no canteiro de obra, para a **identificação dos itens passíveis de melhoria na obra analisada**, incluindo os projetos e execução, visando à racionalização construtiva, tomando como base a bibliografia estudada.

Após a identificação, foi feita a **análise dos itens passíveis de melhoria frente à bibliografia**, incluindo suas causas e consequências. Após a análise, foram feitas **propostas de recomendações** dos problemas encontrados na obra que prejudicam a racionalização da

alvenaria de vedação, levando em conta as boas práticas. Por fim, foram feitas **considerações finais** sobre a aplicação destas recomendações.

3 RACIONALIZAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A alvenaria de vedação, como o nome já diz, não possui função estrutural. De acordo com Barros e Melhado¹ (1993 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000 p. 15), “A vedação vertical pode ser entendida como sendo um subsistema do edifício constituído por elementos que compartimentam e definem os ambientes internos, controlando a ação de agentes indesejáveis, entre os quais: intrusos, animais, vento, chuva, poeira e ruído.”.

Mesmo com o avanço tecnológico na construção civil, ainda ocorrem muitas perdas na execução da alvenaria de vedação. Segundo Lordsleem Júnior (2000, p. 17):

A alvenaria tradicional é caracterizada por elevados desperdícios, adoção de soluções construtivas no próprio canteiro de obras (no momento da realização do serviço) pelo pedreiro ou no máximo pelo mestre, ausência de fiscalização dos serviços, deficiente padronização do processo de produção e ausência de planejamento prévio à execução.

Para melhorar esta realidade de grandes perdas no canteiro de obras, deve se adotar princípios da racionalização construtiva. Rosso² (1980 apud GREVEN; BALDAUF, 2007, p. 34), define racionalização como:

[...] a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível.

Todas as etapas do ciclo produtivo, desde a normalização, a certificação e projeto dos componentes, passando pela matéria-prima utilizada para sua fabricação, pelos projetos arquitetônico, estrutural e complementares, até a montagem e manutenção das edificações, ficam envolvidas. Dessa forma, todos os intervenientes da cadeia produtiva são corresponsáveis pela busca do sucesso.

Para a obtenção da racionalização na construção, a alvenaria de vedação possui um importante papel. De acordo com Franco³ (1998 apud SILVA; SABBATINI, 2007, p. 5):

¹ BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. Vedações verticais. São Paulo: EPUSP, 1993. Apostila do curso de Engenharia Civil da EPUSP.

² ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

³ FRANCO, L. S. O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1998. Não paginado.

[...] além de condicionar fortemente o desempenho do edifício, sua posição, que possui interfaces com os revestimentos, esquadrias, instalações prediais, impermeabilização e estrutura, faz com que sua otimização seja fundamental para a racionalização do edifício como um todo [...] os ganhos advindos da racionalização da vedação vertical não são só obtidos na execução das paredes ou painéis, mas também em todos os subsistemas que lhe fazem interface. Estas interfaces, por outro lado, quando mal resolvidas são fontes constantes de desperdícios, retrabalhos e de problemas patológicos.

Para a racionalização da alvenaria de vedação, vários aspectos devem ser levados em conta. Estes aspectos tem sido levantados ao longo do tempo pelos pesquisadores, porém ainda não nota-se estas práticas presentes efetivamente nas obras atuais. Para Lordsleem Júnior (2000, p. 18-19):

Inicialmente, deve-se alterar a postura predominante hoje nas empresas, ou seja, aquela que adota soluções no canteiro, sem planejamento. É importante realizar o planejamento das atividades que serão necessárias para a execução das paredes de alvenaria.

Uma boa prática é o desenvolvimento de projeto para a produção, o qual deve se basear nos recursos, nos procedimentos de execução (caso tenha), ou no modo de construir da própria empresa. Somente assim, o corpo técnico da empresa terá o domínio e realizará o controle da produção das paredes de alvenaria no canteiro.

É consenso que a racionalização da alvenaria de vedação deve iniciar-se pela elaboração de um projeto construtivo, ou projeto para produção, o que permitiria a adoção de soluções adequadas e racionalizadas durante a execução, planejamento e controle, bem como a incorporação de técnicas executivas otimizadas.

Por sua vez, a elaboração do projeto para produção deve ter início com a escolha dos componentes de alvenaria, ou seja, os blocos e as argamassas de assentamento devem apresentar características capazes de conferir às paredes de vedação o fim desejado em termos de resistência mecânica, deformabilidade, estanqueidade, isolamento termo acústico, segurança ao fogo, textura, porosidade, homogeneidade e integridade.

Dentre as causas das perdas que ocorrem nas obras, ou seja, da não racionalização dos processos, destacam-se as perdas advindas do projeto, da execução, dos materiais e pelo uso. Meseguer⁴ (1991 apud SILVA; SABBATINI, 2007, p. 23), destaca as origens das falhas de serviços percentualmente, contidas na tabela 1.

⁴ MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon-SP; Projeto: FW, 1991.

Tabela 1 – Origem das falhas de serviço em edifícios

	Bélgica	Reino Unido	R.F. Alemanha	Dinamarca	Romênia	Espanha	Média
PROJETO	46-49	49	37	36	37	41	40-45
EXECUÇÃO	22	29	30	22	19	31	25-30
MATERIAIS	15	11	14	25	22	13	15-20
USO	8-9	10	11	9	11	11	10
Causas naturais imprevisíveis						4	

(fonte: MESEGUER⁵, 1991 apud SILVA; SABBATINI, 2007)

Para atingir os objetivos propostos pela racionalização da alvenaria de vedação, Barros⁶ (1998 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 21), define algumas diretrizes de projeto:

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

Quanto às diretrizes de execução, Barros⁷ (1998 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 21) salienta os seguintes aspectos:

- a) organizar o setor de suprimentos para o cumprimento das seguintes atividades:
 - promover a compra técnica através do atendimento à especificação de materiais e componentes;
 - estabelecer critérios para seleção de fornecedores;
 - efetivar o controle de recebimento de materiais tendo como base as especificações técnicas;
 - padronizar a forma de armazenamento e transporte pelo canteiro;

⁵ MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon-SP; Projeto; FW, 1991.

⁶ BARROS, M. M. S. 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. Não paginado.

⁷ opus citatua

- estabelecer mecanismo de retroalimentação ao setor de projetos;
- compra/locação a partir da definição dos equipamentos;
- b) padronizar a produção através da elaboração de procedimentos de execução dos serviços;
- c) mão de obra:
 - treinar e motivar continuamente;
 - criar critérios de seleção dos operários;
 - estabelecer parceria com os subempreiteiros, inclusive auxiliando na capacitação de seu pessoal.

Para a etapa de controle da execução de alvenaria de vedação, Barros⁸ (1998 apud LORDSLEEM JÚNIOR 2000, p. 21) indica as seguintes diretrizes:

- a) definir as responsabilidades de cada elemento no processo de produção;
- b) padronizar a forma de acompanhamento das atividades através da elaboração de procedimentos de inspeção de serviços;
- c) estabelecer os mecanismos de recebimento de cada atividade, contemplando as tolerâncias e a forma de correção de eventuais não conformidades;
- d) estabelecer a forma de circulação das informações com os envolvidos com a produção e o mecanismo de retroalimentação de novos projetos.

A racionalização da alvenaria visa promover uma economia dos insumos utilizados na obra e melhorar a qualidade das mesmas. Para isso é importante então que a concepção dos profissionais atuantes na área da construção adotem efetivamente as ideias propostas neste capítulo, alterando a realidade encontrada ainda hoje nas obras, que são a grande quantidade de desperdício e surgimento de manifestações patológicas. O próximo capítulo trata das diretrizes para o projeto de alvenaria de vedação.

⁸ BARROS, M. M. S. 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. Não paginado.

4 PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

O projeto de alvenaria de vedação é a primeira etapa para a racionalização do processo. Nele é exigida uma qualidade do engenheiro: a de antever possíveis problemas que são normalmente detectados durante e após a execução. O objetivo do projeto é justamente facilitar o trabalho dos operários que irão executar a alvenaria, evitando que os mesmos também adotem soluções de canteiro, que irão contra os princípios da racionalização. Segundo Silva e Sabbatini (2007, p. 6):

Observa-se, pois, o agravamento progressivo dos problemas oriundos do equacionamento insatisfatório das variáveis intervenientes no desempenho do subsistema vedações verticais, gerando prejuízos incontáveis, sendo inquestionável a parcela de responsabilidade atribuída aos projetos executivos utilizados nas obras na conformação desse quadro. Comprometem a eficiência destes projetos a insuficiência de prescrições técnicas, especificações técnicas incongruentes ou conflitantes em documentos de obra distintos e, não raro, incorreções decorrentes do desconhecimento ou desconsideração da realidade dos canteiros de obras, das inúmeras influências físicas a que estão expostas as edificações e de seu comportamento ao longo do tempo.

Um dos princípios aplicados pelo projeto de alvenaria de vedação é da coordenação dimensional. Na norma NBR 15873 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 1), define-se coordenação dimensional como “Inter-relação de medidas de elementos e componentes construtivos e das edificações que os incorporam, usada para seu projeto, sua fabricação e sua montagem.”. Quanto à coordenação modular, a mesma norma ainda define como “Coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico ou de um multimódulo.”. Lucini (2001, p. 21) cita a relação que a coordenação modular tem com a racionalização construtiva:

- a) de repetição de técnicas e processos;
- b) de redução da variedade de tipos e dimensões de componentes;
- c) de compatibilidade dimensional e tecnológica entre componentes;
- d) de intercambialidade de componentes;
- e) de produção seriada de componentes e de montagem tipificada;
- f) de autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes;
- g) de detalhamento e especificação técnica sistematizada;

- h) de controle eficiente de custos e de produção;
- i) de aumento da produtividade na fabricação e montagem, etc.

Ao projetista não cabe somente noções de modulação. O profissional responsável deverá ter consciência de todos os aspectos que envolvem a execução da alvenaria. De acordo com Silva e Sabbatini (2007, p. 10):

O desenvolvimento de projetos para a produção exige, necessariamente, o contato do projetista com os meios de produção, seus materiais e técnicas construtivas, ferramentas e equipamentos e, sobretudo a aproximação entre projetistas e executores, possibilitando a percepção da capacidade e limitações da mão de obra e apontando diretrizes para seu aperfeiçoamento e formação profissionais plenos.

O projetista deve, além de especificar os detalhes que envolverão o processo de execução de alvenaria, ter consciência do papel de todos os elementos que estão presentes nas paredes. De acordo com Silva e Sabbatini (2007, p. 32-33):

As informações contidas nos projetos de alvenaria devem definir claramente a tecnologia das vedações verticais, envolvendo: espessuras e posicionamento das paredes em relação aos elementos estruturais; espessuras de juntas horizontais e verticais em função da modulação adotada; características de preenchimento das juntas entre componentes e nas ligações parede-parede e parede-estrutura; amarração das juntas verticais com definição do aparelho da alvenaria; caracterização e posicionamento das juntas de controle; união entre paredes; fixação lateral e de topo das paredes à estrutura; conformação dos vãos de portas e janelas; posicionamento, dimensionamento e características de produção de vergas e contravergas; sistemas de fixação de esquadrias; posicionamento e características das passagens de instalações e sistema de fixação das tubulações, incorporação de quadros de distribuição, caixas de passagem, dentre outros.

Para a transmissão de suas prescrições ao executor, o projeto para a produção de alvenarias apoia-se, basicamente, em dois recursos de representação: plantas de fiadas e elevações e, como recurso complementar, utiliza-se frequentemente de detalhes construtivos associados às especificações técnicas imprescindíveis à sua consecução.

O projeto de alvenaria de vedação, a fim de sanar todas as possíveis dúvidas deve possuir os seguintes itens: planta de primeira e segunda fiadas, de elevação e os detalhes do projeto. Estes itens são explanados a seguir.

4.1 PLANTA DE PRIMEIRA E SEGUNDA FIADAS

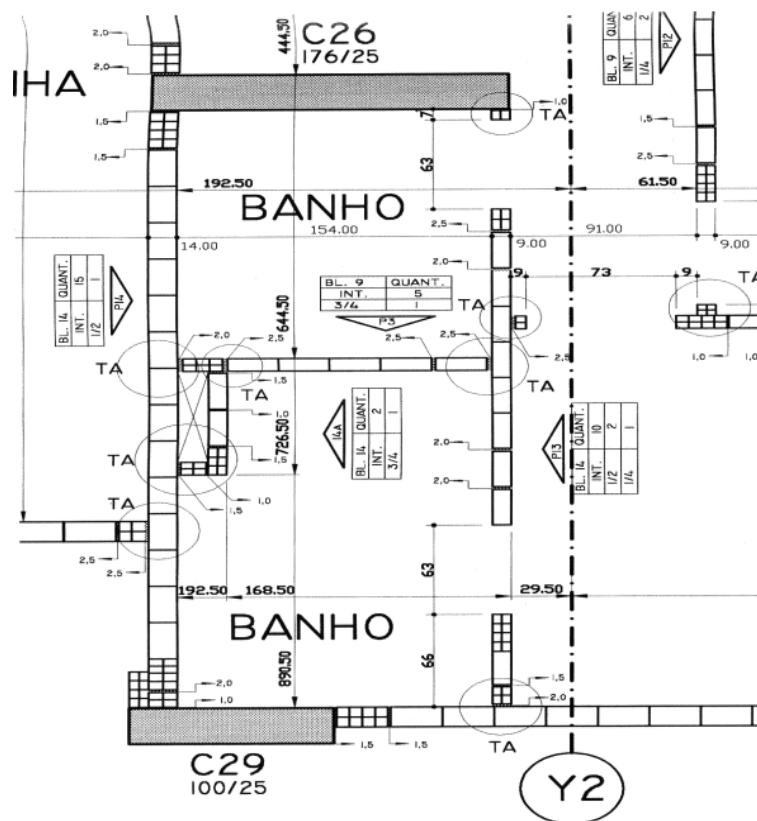
A planta de fiadas é a primeira parte do projeto de execução da alvenaria de vedação racionalizada. O objetivo da mesma é a de eliminar possíveis dúvidas do operário que possam surgir quanto à locação das paredes. Segundo Silva e Sabbatini (2007, p. 33):

São apresentadas as plantas de primeira e segunda fiadas, com identificação de todas as paredes do pavimento-tipo, independentemente da ocorrência de eixos de simetria, quando também deverá ser apresentada a porção rebatida, e nomeadas as paredes espelhadas. No acompanhamento da utilização dos projetos nos canteiros de obras, observa-se a dificuldade do executor em proceder a leitura espelhada nos desenhos, expeditamente;

As plantas deverão apresentar a locação das paredes e dos vãos de alvenaria, com o posicionamento dos componentes nas primeiras e segundas fiadas, destacando-se os pontos particulares que serão objetos de detalhamento específico, tais como: extremidades de vãos, pontos de passagem de tubulações e encontros de paredes, localização de telas metálicas para amarração, espessura de juntas verticais de assentamento, etc.

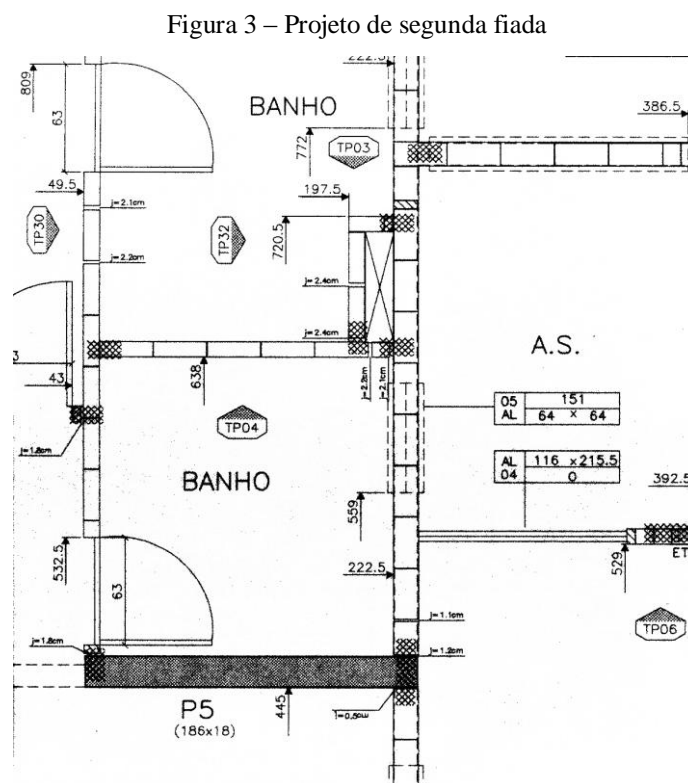
Na figura 2, está um exemplo de projeto de primeira fiada.

Figura 2 – Projeto de primeira fiada



(fonte: SILVA; SABBATINI, 2007)

Assim como o projeto de primeira fiada, o projeto de segunda fiada também é necessário, visto que estes dois projetos serão diferentes, e após a execução destas duas primeiras fiadas as posteriores serão repetições destas duas primeiras. A figura 3 é um exemplo de planta de segunda fiada, destacando também o posicionamento das telas de fixação.



(fonte: SILVA; SABBATINI, 2007)

Se os pavimentos que possuírem alguma diferença em relação ao projeto do pavimento tipo, os mesmos deverão possuir desenhos específicos, atentando-se aos detalhes que os tornam particulares (SILVA; SABBATINI, 2007, p. 34).

4.2 PLANTA DE ELEVAÇÃO

A planta de elevação é outra ferramenta de auxílio ao operário para a execução da alvenaria, sendo muito útil, pois mostra as instalações embutidas, além de detalhes que variam para cada parede. Segundo Silva e Sabbatini (2007, p. 37):

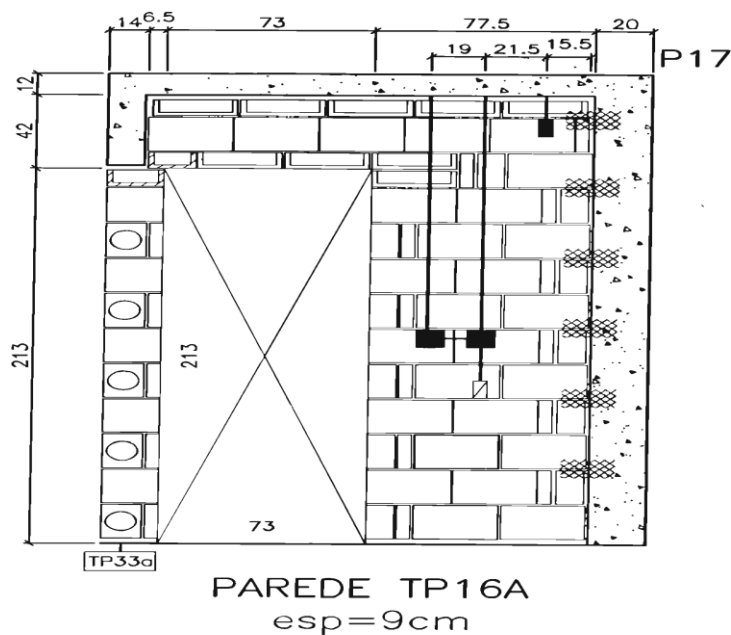
São apresentadas elevações de todas as paredes ou, pelo menos, das paredes atípicas como, por exemplo, paredes contendo interferências com componentes do subsistema de instalações prediais de qualquer natureza, aberturas para incorporação de esquadrias ou quadros de distribuição ou outros elementos particulares [...]

Conforme Silva e Sabbatini (2007, p. 37), os itens que deverão constar na planta de elevação são:

- a) diferenciação entre as juntas verticais ‘vazias ou secas’ e as juntas verticais preenchidas;
- b) dimensionamento da ‘junta horizontal de topo’ do painel de alvenaria; a ‘junta horizontal de base’ ou ‘inicial’ será resultante do nivelamento da laje de piso para a demarcação da primeira fiada;
- c) posicionamento dos reforços de vãos de esquadrias e aberturas: vergas e contravergas;
- d) posicionamento das prumadas de instalações elétricas, hidráulico-sanitárias e especiais (telefone, segurança e outras);
- e) posicionamento dos ramais de distribuição das instalações elétricas, hidráulicas e de coleta de esgoto;
- f) posicionamento dos elementos empregados na ligação da alvenaria com a estrutura (telas metálicas ou outros);
- g) posicionamento de outros componentes incorporados às paredes.

A figura 4 é um exemplo de planta de elevação de alvenaria.

Figura 4 – Projeto de elevação de alvenaria de vedação



(fonte: SILVA; SABBATINI, 2007)

4.3 DETALHES DO PROJETO

Na elaboração dos projetos, alguns detalhes deverão ter atenção especial do projetista, pelo fato da alvenaria interagir com materiais diferentes. Com relação ao encontro das paredes e pilares, Thomaz e Helene (2000, p. 18) explicam que “As paredes de vedação poderão ser projetadas de forma a concorrerem de diferentes maneiras com os pilares: eixos coincidentes com os eixos dos pilares, alinhadas por uma das faces dos pilares, passando fora dos pilares.”.

Sobre a disposição das paredes em contato com os pilares, o manual do IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS)⁹, 1988 apud THOMAZ; HELENE, 2000, p. 18), cita que:

- a) paredes passando fora dos pilares (pilares reentrantes em relação à fachada) evitam problemas de destacamento entre as alvenarias e os pilares; em contrapartida, as flechas desenvolvidas nas extremidades dos balanços poderão afetar as paredes; algumas alvenarias resultarão muito extensas, exigindo a inserção de juntas de controle;
- b) em função da disposição das paredes em relação aos pilares, ocorrerá maior ou menor incidência de recortes nos pisos e nos forros.

Quanto à utilização das contravergas, vergas e cintas de amarração, Thomaz e Helene (2000, p. 20-21), citam que:

Com a finalidade de absorver tensões que se concentram nos contornos dos vãos, oriundas de deformações impostas, devem ser previstas vergas e contravergas com transpasse mínimo de 40 cm para cada lado do vão. No caso de vãos sucessivos, as vergas e contravergas devem ser contínuas; em casos especiais (janelas ou portas de grandes dimensões, paredes muito altas), vergas e contravergas devem ser dimensionadas como vigas.

No caso de paredes com altura superior a 3m, devem ser previstas cintas de amarração intermediárias, dimensionadas sobretudo para absorver a ação de cargas laterais. Acima dos 5m de altura, as paredes devem ser dimensionadas como alvenarias estruturais.

Vergas, contravergas e cintas de amarração devem ser convenientemente armadas, recomendando-se pelo menos dois ferros 6 mm: podem ser construídas com concreto normal, ou micro-concreto, no caso do preenchimento de canaletas. A prática de adotar-se coxins laterais de distribuição [...], ao invés de contravergas contínuas, deve ser evitada: tais elementos não tem poder de redistribuir tensões provocadas por movimentações térmicas ou distorções dos panos no plano das paredes.

⁹ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS [Estado de São Paulo]. **Paredes de vedação em blocos cerâmicos**: manual de execução. São Paulo, 1988. Publicação IPT 1767.

5 EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Após a elaboração do projeto de alvenaria de vedação, começa a etapa de execução. De nada adianta um projeto muito bem elaborado se o mesmo não é seguido, ou seja, no canteiro de obras são adotadas soluções alternativas. Deve-se ter cuidado na seleção dos operários, para que os mesmos respeitem as determinações do projeto.

Para atender as exigências do projeto, algumas características devem ser analisadas porque são essenciais para a qualidade da alvenaria de vedação. Lordsleem Júnior (2000, p. 47) define que “[...] o que se procura obter são paredes que tenham locação, planeza, prumo e nivelamento com tolerâncias adequadas ao revestimento que será empregado, juntas e fixação corretamente executadas e compatíveis com o projeto.”

Para que a qualidade da execução de alvenaria seja garantida, ou seja, que as características citadas anteriormente sejam atendidas, é necessário à atenção em diversos aspectos. Entre eles, destacam-se as ferramentas e equipamentos utilizados, a qualidade da estrutura em que será inserida a alvenaria, a locação da primeira fiada e a elevação das paredes.

5.1 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS PARA A EXECUÇÃO DA ALVENARIA

Para a execução da alvenaria, algumas ferramentas e equipamentos são necessários para garantir as características desejadas das paredes. Segundo Souza e Mekbekian (1996, p. 148), as principais ferramentas e equipamentos para a execução são:

[...]

f) furadeira elétrica com broca de vídea de diâmetro de 6 mm e adesivo à base de epóxi ou sistema de fixação à pólvora (tiro de pinos);

g) escova de aço;

h) vassoura;

i) prumo de face;

j) nível de bolha;

- k) trena metálica;
- l) metro articulado;
- m) colher de pedreiro;
- n) bisnaga para aplicação de argamassa;
- o) régua de alumínio de 1,5 polegada x 3 polegadas, com 2 a 3 m de comprimento;
- p) esquadro de alumínio;
- q) régua de alumínio com nível de bolha acoplado;
- r) andaimes e cavaletes metálicos;
- s) nível alemão ou aparelho de nível a laser;
- [...]
- z) rolo para textura acrílica para aplicação de chapisco rolado ou desempenadeira dentada de 6 mm para chapisco industrializado;
- aa) serra elétrica manual ou serra de bancada com disco refratário para corte de blocos;
- [...]
- ea) broxa;
- fa) linha de náilon;
- [...]
- ja) escantilhão ou pontalete graduado;
- [...].

5.2 RECEBIMENTO E PREPARAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

A execução da alvenaria de vedação depende diretamente da qualidade da execução da estrutura da edificação. Lordsleem Júnior (2000, p. 35-36) define:

As características atuais de produção das estruturas de concreto são responsáveis por significativa parcela de desvios, principalmente no que se refere ao posicionamento, alinhamento e planeza dos seus elementos, como por exemplo: pilares desalinhados e vigas abauladas.

Sobre a influência que a estrutura exerce sobre a alvenaria, Thomaz e Helene (2000, p. 18) citam que:

A qualidade final de uma alvenaria de vedação estará intimamente associada à qualidade da estrutura, seja em termos de regularidade geométrica (vãos, ângulos, prumo nível), seja em termos de comportamento mecânico. Apoiadas sobre vigas, lajes ou outros componentes estruturais, interligadas com pilares ou paredes estruturais, as alvenarias de vedação não se destinam a suportar carregamentos, embora lhes seja cada vez mais comum a transmissão de tensões oriundas de deformações impostas (flechas, recalques de fundação, movimentações térmicas).

Então, devido a esta dependência com a estrutura, deve-se tomar conhecimento da condição em que a mesma se encontra, exercendo um controle sobre seus defeitos e posteriormente a melhor maneira de corrigi-los para a execução da alvenaria (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000). Cabe ao engenheiro fiscalizar a execução da estrutura para que sejam evitados maiores problemas quando irá ser executada a alvenaria.

Franco¹⁰ et al. (1994 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 36) estabelecem alguns prazos mínimos para começar a execução da alvenaria, de maneira que a estrutura exercerá o mínimo de influência sobre a alvenaria:

- a) concretagem do pavimento executada há pelo menos 45 dias;
- b) retirada total do escoramento da laje do pavimento há pelo menos 15 dias;
- c) ter sido retirado completamente o escoramento da laje do pavimento superior;
- d) realização do chapisco há pelo menos 3 dias.

Antes da execução da alvenaria, a superfície da estrutura deverá ter uma preparação. Segundo Souza e Mekbekian (1996, p. 150), o preparo consiste em “Limpar o andar removendo a poeira, materiais soltos, pregos, pontas de aço sobressalentes e materiais estranhos depositados sobre a laje. Lavar com água e escovar, com uma escova de cerdas de aço, as superfícies a serem chapiscadas.”.

A próxima etapa após a limpeza do local é a do chapiscamento. Segundo Lordsleem Júnior (2000, p. 39):

¹⁰ FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP, 1994. Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1.

O preparo para o recebimento da alvenaria consiste na molhagem e chapiscamento de todas as regiões que entrarão em contato com a alvenaria, tais como as faces de pilares e os fundos de vigas e lajes.

O chapiscamento visa promover à aderência da alvenaria à estrutura.

O chapisco pode ser do tipo convencional, rolado ou industrializado.

5.3 LOCAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Após a preparação da superfície, e conhecida a qualidade da estrutura, será feita a locação da primeira fiada das paredes. Segundo Lordsleem Júnior (2000, p. 47-48), “A locação visa posicionar as paredes de alvenaria com o objetivo de otimizar o consumo da argamassa de assentamento e a correção dos defeitos oriundos da execução da estrutura.”.

De acordo com Lordsleem Júnior (2000, p. 48):

A primeira atividade de locação da alvenaria consiste na materialização dos eixos de referência, os quais, preferencialmente, devem ser os mesmos que foram utilizados para a locação da estrutura.

Geralmente, deixam-se ganchos na estrutura, quando da concretagem da laje ou da viga de borda, para que permitam a passagem de uma linha que materialize o eixo a ser utilizado na locação da alvenaria.

Após a materialização dos eixos de referência, segundo Lordsleem Júnior (2000, p. 50):

[...] marca-se as faces das paredes, a partir dos eixos de referência, usando-se sempre os valores das cotas acumuladas, materializando-se pelo posicionamento dos blocos de extremidade. Recomenda-se que se faça a verificação da distribuição dos blocos nesta fiada, até mesmo para corrigir eventuais distorções.

Tendo sido feita a demarcação de todas as paredes, inicia-se o processo de execução da primeira fiada da alvenaria. O assentamento da primeira fiada deverá absorver os erros cometidos na execução da estrutura, com o preenchimento das juntas verticais, começando pelas paredes externas para posteriormente serem feitas as internas (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000). Lordsleem Júnior (2000, p. 50) descreve este processo:

Após a definição do espaçamento entre os blocos, os blocos da extremidade deverão ser assentados. Com os dois blocos extremos devidamente posicionados, passa-se uma linha unindo suas faces externas, determinando o alinhamento daquela primeira fiada, que deverá ser completada. Alternativamente, pode-se esticar duas linhas, garantindo o alinhamento e o prumo da fiada.

Após ser preenchido o espaço entre os blocos ou tijolos da extremidade, deve-se garantir o nível e o alinhamento dos componentes, que deverá ser feito com nível, prumo e linha.

A figura 5 representa a execução da locação da alvenaria para a marcação da primeira fiada.

Figura 5 – Execução da locação da alvenaria



(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

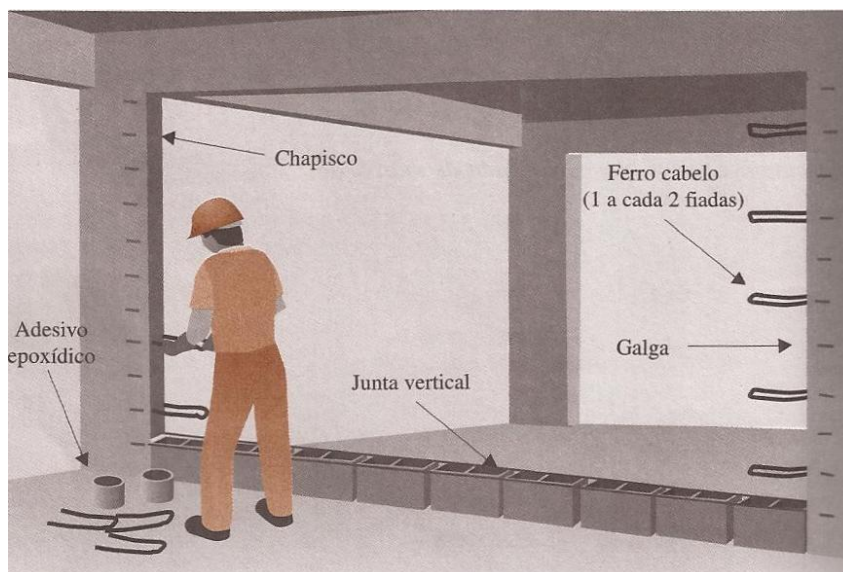
Após o chapiscamento das superfícies que entram em contato com a alvenaria e a locação da primeira fiada, deverão ser fixadas telas ou ferros-cabelo que foram previstos no projeto. Segundo Souza e Mekbekian (1996, p. 152), a atividade consiste em:

Galgar as fiadas da elevação na face dos pilares e marcar as posições indicadas no projeto para fixação dos ferros-cabelo que, em geral, são posicionados de duas em duas fiadas, a partir da segunda fiada. Os ferros-cabelo podem ser montados com barras de aço CA-50, com diâmetro de 5 mm, dobradas em formas de 'U', ou com telas de aço galvanizado de malha quadrada (15 x 15) mm² e diâmetros de fios de 1,5 mm. [...].

Chumbar os ferros-cabelo nas posições marcadas. No caso de ferros dobrados em 'U', deve-se furar previamente o pilar com furadeira elétrica e broca de diâmetro 6 mm, e executar o chumbamento com adesivo à base de resina epóxi. Utilizando-se telas metálicas galvanizadas, o chumbamento deve ser feito com pinos de aço por meio de sistema de fixação à pólvora [...].

Na figura 6 está representada a colocação da amarração da alvenaria na estrutura.

Figura 6 – Colocação da amarração da alvenaria na estrutura



(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

5.4 ELEVAÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Após a locação, é feita a elevação da alvenaria. Neste processo, logicamente, deve-se continuar o rigor com relação ao prumo, nível e planeza das paredes. É importante que o encarregado pela execução sempre repasse estas informações de problemas que não foram previstos ao projetista, para que sejam tomadas medidas corretivas racionalizadas, evitando as adaptações que são empregadas usualmente e que geram desperdício. Uma das adaptações que mais geram quebra de blocos nas obras são as que envolvem os pontos das instalações elétricas. Além da utilização de blocos especiais, Souza e Mekbekian (1996, p. 153) sugerem outra solução:

Os blocos nos quais serão fixadas as 'caixinhas' de elétrica deverão ser cortados com serra elétrica manual, no próprio andar, ou com serra de bancada, em uma central de produção localizada no térreo. As 'caixinhas' devem ser chumbadas nos blocos logo após a execução dos cortes, atentando-se para uma folga de cerca de 1 cm entre a 'caixinha' e a face do bloco no caso de áreas frias, o que evitará problemas quando da fixação dos espelhos.

Para a escolha do tipo de argamassa de assentamento, deve-se levar em conta qual o bloco que será utilizado e o clima do local onde a obra está situada, pois estas são características que influem na perda e troca de água dos materiais (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000). Essa argamassa pode ser industrializada, ou fabricada na obra. Optando-se pela opção da fabricação na obra. Souza e Mekbekian (1996, p. 149) citam que:

[...] usando-se argamassa de cimento cal e areia, o traço deve ser definido a partir de testes práticos em obra (avaliação da trabalhabilidade) e das características técnicas desejáveis (aderência, capacidade de deformação e retenção de água). Considerar, para o início dos testes, traços básicos como: cimento, 1 volume; cal, 1 a 3 volumes; areia, 5 a 12 volumes.

Outro cuidado na elevação da alvenaria é quanto às juntas. De acordo com Lordsleem Júnior (2000, p. 53), “A recomendação geral é que a alvenaria de vedação deve ser executada com a junta vertical seca, ou seja, sem estar preenchida com argamassa.”. Porém, Franco¹¹ et al. (1994 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 54) recomenda algumas situações em que a junta vertical deverá ser utilizada:

- a) juntas de fiadas de marcação e de respaldo da alvenaria;
- b) juntas entre os blocos em contato com os pilares e os blocos seguintes da mesma fiada e juntas entre os blocos localizados nas interseções de parede e os blocos seguintes da mesma fiada. Estas juntas poderão ter espessura de até 35 mm, servindo para ajustar o posicionamento na fiada apenas de blocos inteiros ou de seus submúltiplos;
- c) juntas entre paredes submetidas a esforços cisalhantes de grande intensidade, como por exemplo: paredes sobre lajes em balanço;
- d) juntas em paredes submetidas a esforços que tendem a fletí-la de grande intensidade, como por exemplo: paredes muito esbeltas, com altura/espessura superior a 30; paredes sujeitas a choques (de garagem); paredes dos pavimentos superiores em edifícios muito altos submetidos a intensos esforços de vento;
- e) juntas em paredes com extremidade superior livre, como por exemplo: platibandas, paredes de varanda, paredes de área de serviço;
- f) juntas em paredes muito seccionadas para embutimento de instalações prediais;
- g) juntas em trechos de parede de comprimento inferior a (altura da parede)/3;
- h) juntas em paredes que serão construídas em condições adversas de velocidade de vento que comprometam a estabilidade das mesmas pela ausência de junta vertical.

Quanto às juntas horizontais de argamassa, Lordsleem Júnior (2000, p. 56) define que:

[...] deverão ter espessura de 10 mm, não variando menos que 8 mm nem mais do que 18 mm. Juntas pouco espessas levam a um mau desempenho do conjunto devido a sua baixa capacidade de absorver deformações; enquanto as juntas muito espessas promovem uma queda na resistência mecânica do conjunto, além de um maior consumo de material.

¹¹ FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP, 1994. Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1.

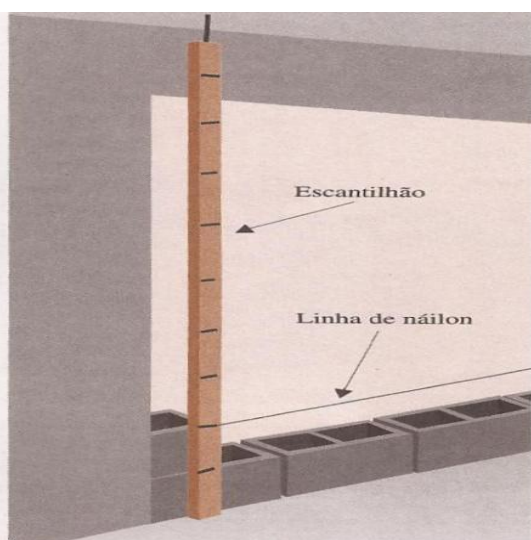
Definido o alinhamento, a argamassa e o tipo de junta utilizada, são assentadas as próximas fiadas. Para garantir a qualidade da elevação das paredes, algumas práticas são indicadas por Souza e Mekbekian (1996, p. 155):

Utilizando-se escantilhão ou pontalete graduado, a linha de náilon deve ser fixada nos mesmos [...].

Assentar os blocos intermediários usando a linha de náilon como referência de alinhamento e de nível [...]. Ao término de cada fiada, conferir e garantir o nivelamento das fiadas e o alinhamento e prumo das paredes. Ao atingir-se uma altura que dificulte a continuação do serviço, deve-se posicionar cavaletes metálicos com suporte metálico ou de madeira, possibilitando a continuação dos trabalhos [...].

Na figura 7, está representada a etapa de elevação das fiadas com o uso do pontalete graduado.

Figura 7 – Elevação da alvenaria com uso de pontalete graduado



(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

Na ligação da alvenaria com os pilares, Franco¹² et al. (1994 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 58) definem que:

Os blocos que serão posicionados no encontro com o pilar e a alvenaria deverão ser assentados com a argamassa da junta vertical já colocada sobre ele, de modo que ela seja comprimida fortemente contra o pilar previamente chapiscado. Não se deve

¹² FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP, 1994. Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1.

admitir o preenchimento posterior da junta pilar/alvenaria, pois isto cria uma ligação fraca sujeita à fissuração.

A figura 8 representa o assentamento dos blocos no encontro com os pilares.

Figura 8 – Assentamento de blocos junto a pilares



(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

Outra etapa crítica da execução da alvenaria é a sua fixação superior. Souza e Mekbekian (1996, p. 157) citam que:

Recomenda-se que a alvenaria seja fixada com bisnaga [...], empregando-se argamassa com o mesmo traço utilizado na elevação (no caso de elevação com bisnaga). Observe-se que não se trata de encunhamento, pois este se refere à fixação com tijolos maciços inclinados ou argamassa expansiva.

Devido às deformações que a estrutura sofre, alguns prazos devem ser respeitados para que estas deformações não sejam transferidas para a alvenaria. Franco¹³ et al. (1994 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 2000, p. 66) fazem recomendações sobre estes prazos para a execução da fixação:

¹³ FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP, 1994. Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1.

- a) último dos quatro pavimentos de alvenaria deverá ter sido executado há pelo menos 30 dias;
- b) estarem executadas as alvenarias dos três pavimentos acima do pavimento mais alto do lote de quatro;
- c) respeitar um prazo mínimo de 24 horas entre o término da fixação de uma parede no pavimento superior e a fixação da parede correspondente no pavimento inferior;
- d) em edifícios sobre pilotis recomenda-se que a fixação das paredes do primeiro pavimento seja postergada ao máximo;

No último pavimento, a fixação deverá ter cuidados especiais. De acordo com Franco¹⁴ et al. (1994 apud LORDSLEEM, 2000, p. 66) é necessário que:

[...]

- e) a elevação da alvenaria do último pavimento deverá ter sido executada há pelo menos 30 dias;
- f) estar pronto o telhado (se houver) ou o isolamento térmico da laje de cobertura (quando o projeto prever laje impermeabilizada). Quando não for possível nenhuma das duas alternativas, deve ser executado um isolamento térmico provisório, a ser mantido até a execução definitiva da solução de cobertura.

Com relação às diferenças de fixação superior das paredes internas e externas, Souza e Mekbekian (1996, p. 157) citam que, “Em paredes internas, deve-se garantir o total preenchimento da largura do bloco. Em paredes externas, preencher dois terços de largura do bloco pelo lado interno da parede e o espaço restante pelo lado externo, durante o chapiscamento da fachada.”.

A etapa de execução deve possuir uma fiscalização rigorosa, para que se adotem as práticas da racionalização da alvenaria, seguindo os projetos estabelecidos. De nada adianta um projeto bem elaborado, que atenda às necessidades de informações aos operários, se o mesmo não é seguido com soluções não planejadas adotadas no canteiro de obras.

¹⁴ FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP, 1994. Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1.

6 CONTROLE DA EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Outra etapa do processo de produção da alvenaria de vedação é o controle da execução. Nas etapas de locação, elevação e fixação superior devem sempre ser atendidos parâmetros mínimos de qualidade para assegurar no fim de todo o processo que a alvenaria de vedação atenda aos resultados esperados da racionalização. Como a NBR 08545¹⁵ 1984 sobre execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos está defasada, sem definições de parâmetros a serem respeitados, inclusive sem contemplar blocos com furos verticais, atentando somente para cuidados com a execução, e a NBR 15812-2¹⁶ 2010 de alvenaria estrutural possivelmente contenha critérios mais rígidos, devido ao fato de possuir uma função estrutural, foram adotados neste trabalho parâmetros sugeridos pelos autores citados.

Outro aspecto importante sobre o controle é de que se faça desde o início da execução, passando por cada etapa do processo, a locação, a elevação e a fixação superior. Esta prática visa evitar que uma parede que não atende os requisitos mínimos, causada por um erro originado em etapas anteriores passe por todo o processo de execução, desperdiçando tempo, mão de obra e material.

¹⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 08545**: execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

¹⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-2**: alvenaria estrutural – blocos cerâmicos – parte 2: execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2010.

Na fase da locação da alvenaria, Lordsleem Júnior (2000, p. 86) propõe uma maneira para o controle que é descrita no quadro 1.

Quadro 1 – Controle da locação da primeira fiada de alvenaria

Controle da locação da primeira fiada de alvenaria		
Itens de verificação	Tolerância	Metodologia
Alinhamento	5 mm e 10 mm	Deverá ser conferido com o alinhamento das faces das vigas e o posicionamento dos pilares. A tolerância admitida é de no máximo 5 mm para o deslocamento relativo entre os eixos da alvenaria e das vigas internas e 10 mm para o mesmo deslocamento em relação às vigas externas.
Esquadro	2 mm	Verificar o esquadro dos ambientes com um esquadro de alumínio (60 x 80 x 100 cm), admitindo um desvio máximo de 2 mm, na ponta do lado maior.
Nivelamento	3 mm	Averiguar o nivelamento da fiada de marcação com uma régua de alumínio com nível de bolha acoplado.
Vão de porta	± 5 mm	Verificar a abertura do vão conforme o projeto.

(fonte: LORDSLEEM JÚNIOR, 2000)

No quadro 2, Lordsleem Júnior (2000, p. 87), propõe itens que devem ser controlados no processo da elevação.

Quadro 2 – Controle da elevação da alvenaria

Controle da elevação da alvenaria		
Itens de verificação	Tolerância	Metodologia
Aspecto geral	-	Avaliar observando a regularidade da parede, limpeza de rebarbas de argamassa; o preenchimento das juntas verticais, quando necessários; a colocação de reforços metálicos nos locais previstos e possíveis falhas nas juntas horizontais.
Aplicação da argamassa	-	Verificar a aplicação da argamassa nas duas laterais dos blocos e a espessura das juntas horizontais, conforme o projeto de alvenaria.
Nivelamento	-	Verificar o nivelamento com uma régua de alumínio com nível de bolha acoplado.
Prumo e planicidade	-	Verificar com a elevação à meia altura e após a retirada do andaime, utilizando uma régua de alumínio com nível de bolha.
Amarração	-	Verificar se os acabamentos de canto estão sendo executados conforme descrito no procedimento
Vãos de portas e janelas	± 5 mm	Verificar a abertura do vão em conformidade com o projeto. Averiguar o assentamento de vergas e contravergas.
Abertura para fixação	± 10 mm	Abertura para fixação, com 25 mm de valor médio de espessura

(fonte: LORDSLEEM JÚNIOR, 2000)

Como última etapa de verificação dos serviços, está a fixação superior da alvenaria. Souza e Mekbekian (1996, p. 163) sugerem itens para serem controlados no quadro 3.

Quadro 3 – Controle da fixação superior da alvenaria

Item	Item de verificação	Metodologia e critério de avaliação
1	Condições para o início da fixação	Verificar a execução da estrutura de dois a três pavimentos acima do qual será feita a fixação – em se tratando do último pavimento, deve-se aguardar um mínimo de sete dias para sua fixação. Averiguar a execução da alvenaria do maior número possível de pavimentos, sem fixação.
2	Fixação de paredes internas	Checar, visualmente, o total preenchimento do vão que deve cobrir toda a largura do bloco
3	Fixação de paredes externas	Verificar se o preenchimento pelo lado interno do andar atinge pelo menos dois terços da espessura dos blocos. O terço restante deve ser preenchido com a mesma argamassa de fixação utilizada internamente. Esta verificação deve ser feita durante a execução do chaspisco da fachada.

(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

7 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA IDENTIFICADOS NA OBRA

No presente capítulo, são abordados todos os itens que não permitiram atingir os resultados esperados pela racionalização da alvenaria de vedação, verificados através do acompanhamento feito pelo autor na obra estudada. Com base nas boas práticas contidas na bibliografia sobre racionalização de alvenaria, estes itens foram analisados e para que os resultados esperados sejam alcançados algumas recomendações foram propostas pelo autor.

A obra estudada localiza-se no município de Porto Alegre, tratando-se de um edifício residencial de 15 pavimentos, com 84 apartamentos e cerca de 5000 m² de área construída. A estrutura executada na obra foi em concreto armado, sendo a alvenaria interna e externa em blocos cerâmicos com furos verticais de resistência igual a 4 MPa, visando à economia de material e tempo, além do uso da argamassa industrializada. Foram feitos também projetos de modulação dos blocos, sendo eles projetos de primeira e segunda e fiada, assim como projetos de elevação das paredes, elaborados pelo próprio engenheiro residente da obra, que estavam disponíveis aos operários nos locais de execução. Apesar deste trabalho visando à racionalização na obra, os resultados esperados pela racionalização não foram alcançados.

As origens dos itens passíveis de melhoria foram classificadas de acordo com a maneira que os mesmos poderiam ter sido evitados, sendo analisados os itens passíveis de melhoria sobre o projeto de alvenaria de vedação, execução e itens de outras atividades na obra que possuem influência sobre a alvenaria de vedação.

7.1 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DO PROJETO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A análise da racionalização de alvenaria na obra começou com a observação dos itens passíveis de melhoria originados na concepção do projeto de alvenaria de vedação. Estes itens contem todos os problemas identificados, desde detalhes que só dependem da alvenaria assim como aqueles que são causados pela interferência de outros subsistemas, mas que deveriam ser previstos no projeto de alvenaria.

Os itens passíveis de melhoria no projeto de alvenaria de vedação, identificados e analisados na obra foram os seguintes:

- a) erro no posicionamento das caixas elétricas;
- b) cortes para inserção da tubulação do chuveiro;
- c) cortes para colocação dos quadros gerais das instalações elétricas;
- d) churrasqueira com dimensões diferentes da modulação da alvenaria de vedação;
- e) cortes nos blocos para assentamento da última fiada da alvenaria próximo a eletrodutos;
- f) telas de fixação que impediam a passagem de eletrodutos;
- g) problema na largura da área da escada próxima à ventilação da mesma;
- h) problemas com a espera do ar condicionado;
- i) contravergas que necessitavam de blocos compensadores para a vedação.

Estes itens são explanados a seguir.

7.1.1 Erro no posicionamento das caixas elétricas

Um dos erros encontrados foi com relação ao posicionamento dos pontos de energia das tomadas e interruptores inseridos na alvenaria. O projeto de alvenaria de vedação previa que os pontos se localizassem a 30 centímetros acima do piso para pontos mais baixos, e 110 centímetros para os pontos mais altos. No projeto constava que esses pontos se localizariam exatamente no centro de um bloco, evitando a necessidade de cortes no meio das fiadas. Porém, foi desconsiderada a espessura do contrapiso no projeto, o que alterou a execução destes pontos em 5 centímetros, gerando a necessidade de cortes no meio da fiada. Este detalhe resultava em uma dificuldade maior ao operário que deveria realizar os cortes, pois além dos blocos ele deveria cortar a fiada de argamassa. Muitas vezes esse corte ficava maior do que o necessário, e gerava uma grande quantidade de material de descarte, além de atraso na atividade e a necessidade de preencher os vazios que não eram preenchidos pelas caixas com argamassa, atrasando assim também o processo de revestimento. Na figura 9 mostra as consequências deste erro, que foi presente em toda a obra.

Figura 9 – erro de projeto de alvenaria de vedação para inserção de caixas para instalações elétricas



(fonte: foto do autor)

O que deveria ter sido previsto era a espessura do contrapiso no projeto de alvenaria de vedação, para que as caixas de energia fossem inseridas no meio do bloco, evitando esse problema. Para diminuir as perdas assim como aumentar a produtividade, uma das recomendações seria estabelecer uma central, onde seria feito o corte necessário nos blocos, inserir a caixa e posteriormente transportada até o local de execução. Outra prática possível para esta atividade seria a execução do corte com o uso de uma serra copo, com o uso também de caixas de embutir de forma circular que se adaptariam ao corte. Como alternativa, esta mais racional, seria o uso de blocos especiais que já viessem vasados da fábrica para o embutimento da caixa.

7.1.2 Cortes para inserção da tubulação do chuveiro

Para a colocação da tubulação dos chuveiros, incluindo também o misturador, eram feitos cortes nos blocos da parede dos banheiros com o uso de um martelo e ponteira, prática comum em alvenaria realizada em blocos com furos horizontais. Posteriormente, eram inseridas estas instalações e fixadas com argamassa. Esta prática foi adotada em todos os banheiros da obra, gerando quebra de blocos além de um tempo de execução desnecessário. A figura 10 mostra as instalações inseridas na parede do banheiro.

Figura 10 – inserção das instalações do chuveiro



(fonte: foto do autor)

Uma recomendação para esse detalhe seria a elevação de uma parede com espessura menor no local onde era instalada essa tubulação, e posteriormente fossem fixadas, evitando assim os cortes que eram feitos. Essa alternativa é viável, visto que na própria obra existiam blocos de 14 centímetros de espessura, enquanto que os outros blocos possuíam 19 centímetros, o que permite inserir essas instalações. Outra alternativa seria o embutimento destas instalações em *shafts*, o que evitaria também a necessidade de cortes.

7.1.3 Cortes para colocação dos quadros gerais das instalações elétricas

Tante no projeto como na bibliografia, é recomendado que todos os itens devem adaptar-se à modulação prevista no projeto. Na obra, os quadros gerais da instalação elétrica não foram escolhidos pensando desta maneira. Os resultados são o corte dos blocos, e o uso de adaptações que dificultam a execução, levando a um maior tempo e desperdício de materiais. Estes quadros foram adotados em todos os apartamentos da obra analisada. A figura 11 mostra este problema.

Figura 11 – quadros gerais das instalações elétricas não adaptados à modulação



(fonte: foto do autor)

A recomendação então seria adotar um quadro de distribuição com dimensões compatíveis com a modulação da alvenaria, como na figura 12, que apesar de se tratar de alvenaria de blocos de concreto, possui a mesma modulação da alvenaria de blocos cerâmicos. Com essa prática, evitam-se os cortes e a colocação deste componente fica facilitada.

Figura 12 – quadro de distribuição adaptado à modulação da alvenaria



(fonte: foto do autor)

7.1.4 Churrasqueira com dimensões diferentes da modulação da alvenaria de vedação

Outro erro com relação a elementos que não se adequavam à modulação da alvenaria foram as churrasqueiras colocadas na obra. Foram utilizadas churrasqueiras pré-moldadas, para que ocorresse maior agilidade na execução. Porém, pelo fato de possuir dimensões que diferiam da modulação dos blocos, além de mais uma caixa de energia que se localizava no meio da fiada dos blocos, o serviço era dificultado. Eram usados blocos compensadores e muitas vezes os operários realizavam cortes nos blocos para obter um bloco semelhante. A figura 13 mostra a churrasqueira e os problemas causados pela modulação diferente da alvenaria de vedação.

Figura 13 – problemas de modulação na churrasqueira



(fonte: foto do autor)

Levando em conta que 4 em cada 6 apartamentos possuíam churrasqueira, esse problema foi relevante. O que poderia ter sido adotada era a colocação de uma peça pré-moldada para a frente da churrasqueira que se adaptasse à modulação.

7.1.5 Cortes nos blocos para assentamento da última fiada da alvenaria próximo a eletrodutos

No interior das vigas, ficam inseridos os eletrodutos das instalações elétricas, que posteriormente serão ligados às prumadas que alimentam os pontos de energia. A alvenaria é elevada até a penúltima fiada, os eletrodutos são inseridos no interior das células dos blocos

até as caixas de energia e após isso, é feita a ligação. O problema ocorre que, para realizar esta última fiada, são feitos cortes nos blocos, de modo que separe as faces do bloco, para serem assentadas. Os blocos não funcionam muito bem nesse processo de corte, pela fragilidade do bloco utilizado, sendo necessárias várias tentativas até que se obtivesse somente a face, e, além disso, as faces não ficam bem sustentadas no assentamento pelo fato da área de apoio na argamassa de assentamento ser reduzida. As figuras 14 e 15 mostram respectivamente a alternativa não racional adotada na obra e as faces dos blocos que se destacavam das paredes.

Figura 14 – alternativa adotada na obra para a ligação dos eletrodutos das instalações elétricas



(fonte: foto do autor)

Figura 15 – faces dos blocos que se destacavam das paredes



(fonte: foto do autor)

A alternativa sugerida para este detalhe seria a da colocação de blocos canaleta no formato de “U”, sendo assentados da maneira que sua maior dimensão ficasse na vertical, permitindo que a ligação dos eletrodutos fossem feitas sem a necessidades de cortes nos blocos e garantindo uma melhor fixação desta última fiada da alvenaria.

7.1.6 Telas de fixação que impediam a passagem de eletrodutos

Próximo aos pilares, para evitar fissuras, eram colocadas telas de fixação, uma prática recomendada pela bibliografia consultada. Porém, nesses locais, também era prevista a passagem de eletrodutos das instalações elétricas, que eram bloqueados pelas telas, dificultando a execução deste trabalho e gerando a necessidade de corte dos blocos. Esse detalhe deveria ter sido previsto no projeto de alvenaria de vedação, compatibilizando com o projeto elétrico, permitindo a passagem dos eletrodutos sem a necessidade de cortes nos blocos.

7.1.7 Problema na largura da área da escada próxima à ventilação da mesma

Houve um problema no projeto arquitetônico quanto às medidas mínimas exigidas pela legislação de prevenção contra incêndios do município de Porto Alegre, que refletiu no projeto de alvenaria de vedação. A largura mínima exigida por esta legislação na área da escada próxima à ventilação da mesma é de 109 centímetros. Porém, somente após a vistoria pelo corpo de bombeiros, verificou-se a largura na obra era de 102 centímetros. A solução foi diminuir a espessura da parede através do corte dos blocos, gerando grande quantidade de material de descarte além de serviço desnecessário. Mesmo com essa medida, foi necessário derrubar estas paredes, pois a verga acima do vão da ventilação não permitia essa medida corretiva. Esta prática foi adotada nos seis pavimentos que já haviam sido executados, agravando ainda mais as consequências citadas anteriormente. A figura 16 mostra a parede após os cortes na tentativa da adaptação.

Figura 16 – correção de erro do projeto arquitetônico



(fonte: foto do autor)

Este erro originou-se já no projeto arquitetônico do edifício, então é importante que o mesmo, além de se adequar o máximo possível a uma modulação mais eficiente, seja compatível com a legislação em vigor, evitando assim transtornos posteriormente como neste caso que se refletiram na alvenaria de vedação.

7.1.8 Problemas com a espera do ar condicionado

A empresa adotou a prática de já fixar esperas para a instalação do ar-condicionado tipo *split*, a fim de evitar um trabalho maior para os clientes. Porém, não foi feito um trabalho mais específico no sentido de evitar quebras neste processo de embutir as esperas. Não foi pensado na modulação desta espera, e o resultado foi a realização de muitas adaptações que ocorreram nos blocos. Foram feitos diversos cortes desnecessários nos blocos, além da utilização de material de descarte para completar a vedação ao redor da espera do ar condicionado. Isso causou uma parede de superfície irregular, de espessura muito variável, causando problemas na execução e desempenho no revestimento destas paredes, além da diminuição das dimensões internas do apartamento conforme o projeto arquitetônico. A figura 17 mostra a espera antes de a vedação ser completada.

Figura 17 – espera do ar-condicionado tipo *split* sem a vedação completa



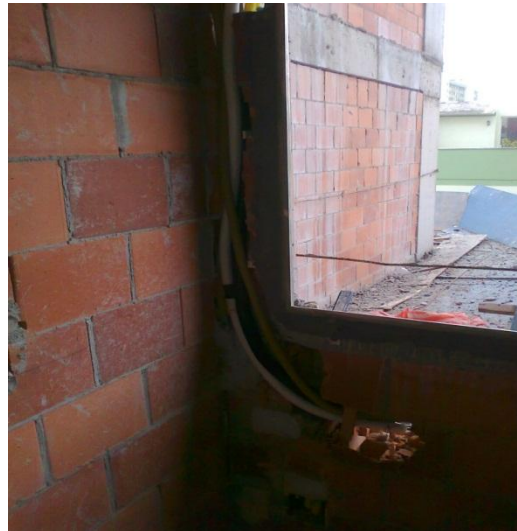
(fonte: foto do autor)

A figura 18 mostra a espera após ser completada a vedação, com o uso de diversos materiais de descarte não previstos em projeto e os cortes demandados pelos cabos de energia e de tubulação de água do ar-condicionado junto à janela da cozinha do apartamento.

Figura 18 – (a) material de descarte usado para a vedação;
(b) cortes junto à janela da cozinha



(a)



(b)

(fonte: foto do autor)

A figura 19 mostra os cortes necessários para as instalações do ar-condicionado na fachada do edifício.

Figura 19 – corte na fachada do edifício



(fonte: foto do autor)

Seria recomendável a elaboração de um projeto, assim como determina a bibliografia para casos de detalhes específicos. Além disso, para facilitar a execução, deveria ter sido prevista uma espera para o ar-condicionado que se adaptasse melhor a modulação, e, quanto à vedação, ao invés do uso de material de descarte seria aconselhável utilização de blocos canaleta que cobririam a tubulação e a alimentação do ar-condicionado. Na prumada próxima à janela, o ideal seria ter previsto na modulação um bloco de forma que os mesmos itens passassem no interior das células, sem a necessidade de corte.

7.1.9 Contravergas que necessitavam de blocos compensadores para a vedação

Nas aberturas, eram assentadas contravergas de concreto na parte inferior. Porém, devido ao seu formato, eram necessários blocos compensadores para completar a alvenaria, e, como já havia sido citado anteriormente, constantemente os operários cortavam os blocos inteiros caso os blocos compensadores não estavam no pavimento que estava sendo executada a alvenaria. A figura 20 mostra este detalhe.

Figura 20 – blocos compensadores acima das contravergas



(fonte: foto do autor)

Uma alternativa seria mudar o desenho das contravergas, alterando também as fôrmas usadas para moldar o elemento, elevando as abas de concreto até a base do bloco acima, eliminando assim a necessidade do uso dos blocos compensadores. Outra alternativa seria usar blocos canaletas abaixo dos vãos, concretando seu interior, formando contravergas embutidas nos blocos.

7.2 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DA EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Após a análise dos problemas que se originaram no projeto da alvenaria na obra, foi feita a análise de problemas com origem na execução da alvenaria, ou seja, aqueles problemas que não ocorreriam se o projeto fosse seguido além dos problemas de gerenciamento da mão de obra. Os itens passíveis de melhoria da execução da alvenaria de vedação na obra identificados foram:

- a) problemas com a qualidade dos blocos;
- b) adaptações feitas na obra pelos operários;
- c) problemas nas golas do vão das portas.

Os mesmos serão abordados individualmente a seguir.

7.2.1 Problemas com a qualidade dos blocos

Um problema que afetou de forma significativa a quantidade de desperdício de material foi a qualidade dos blocos, muitas vezes já contendo trincas na entrega do material na obra. Todo o transporte foi feito com o uso de pallets e uma empilhadeira, o que evitaria problemas de quebras, porém o material na sua origem já vinha com defeitos. O que deveria ter sido feito era um controle da qualidade dos blocos no recebimento do material, de acordo com os parâmetros de amostragem e aceitação da NBR 15270-1¹⁷, cobrando a fornecedora e eventualmente se necessário recusando o material, fato que contribuiria para a obtenção de blocos com maior qualidade. O bloco não aceitava cortes, e muitas vezes o bloco inteiro sofria danos até quando assentado, causando muito desperdício. Outra consequência da falta de qualidade desses blocos era o desprendimento de faces dos blocos, como mostra a figura 21.

Figura 21 – face do bloco se destacando da parede



(fonte: foto do autor)

7.2.2 Adaptações feitas na obra pelos operários

Aconteceram problemas com origem no gerenciamento da obra. Os operários que realizavam a alvenaria de vedação na obra eram todos experientes, e os equipamentos e ferramentas necessários para a execução com qualidade da alvenaria eram disponibilizados pela empresa. Os serviços eram executados usando pontaletes graduados, prumo, régua de nível e estendiam

¹⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: componentes cerâmicos – parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

linhas, para garantir o alinhamento das paredes e espessura das fiadas, seguindo sempre as orientações dos projetos e da marcação dos eixos de referência. Porém, a remuneração dos operários era por produção, e devido a esse fato a preocupação maior por parte dos mesmos era com a produtividade da alvenaria. Um exemplo deste fato, era de que para garantir a modulação, eram previstos blocos compensadores no projeto de alvenaria, porém, se os mesmos não estivessem ao alcance do operário, o mesmo improvisava cortando outro tipo de bloco, e, como o mesmo não tinha uma grande aceitação quanto a adaptações, muitos blocos maiores se quebravam para somente substituir um bloco compensador. A figura 22 mostra essas adaptações feitas pelos operários na obra.

Figura 22 – adaptação feita pelos operários



(fonte: foto do autor)

Além da conscientização dos profissionais responsáveis pela alvenaria de vedação, a empresa deveria ter um controle maior sobre essa prática, e também quanto à disponibilidade dos blocos cerâmicos aos operários que seriam utilizados nos respectivos pavimentos, uma vez que todos os materiais são transportados por ele. Uma das vantagens da modulação da alvenaria de vedação é possibilitar a quantificação dos blocos necessários por parede, permitindo também separar e enviar com antecedência até o local de execução, evitando improvisações e desperdício, o que não foi efetivamente feito na obra analisada. Um profissional deveria ser encarregado do controle dos blocos, desde o local de armazenamento, até o envio correto da quantidade e dos tipos de blocos para os locais onde foram utilizados, tendo então como suporte os projetos de alvenaria de vedação.

7.2.3 Problemas nas golas do vão das portas

Nos vãos das portas, ocorriam problemas nas golas. Para a colocação das portas, eram verificadas as dimensões dos vãos, com o objetivo de conferir se as medidas correspondiam as do projeto. Porém, muitas medidas não ficavam conforme o projeto na região superior, enquanto que na região inferior o problema não ocorria. Esse problema ocorria devido à falta de prumo da alvenaria executada. Como consequência disso, um operário foi designado para readequar todos os vãos que não satisfaziam a mínima dimensão necessária para a colocação das portas, e isto ocorreu em grande parte da obra. Foi gerado um grande volume de material de descarte, o tempo de um operário que ficou realizando a atividade e um atraso no cronograma.

O que deveria ser feito era um rigor maior na fiscalização deste detalhe que tem potencial de gerar problemas, utilizando um gabarito com as dimensões previstas no projeto para o vão. Como alternativa, seria adotar uma folga nas dimensões para que os problemas na execução fossem amenizados, visto que a guarnição das portas vedaria os vãos maiores.

7.3 ITENS PASSÍVEIS DE MELHORIA DE ATIVIDADES COM INFLUÊNCIA SOBRE A ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A bibliografia sempre se refere à compatibilização de projetos como algo importante para a racionalização de alvenaria, então todo o planejamento e investimento com o objetivo de racionalizar a alvenaria na obra não será suficiente para um bom resultado se os outros subsistemas que interagem com a mesma não forem executados da maneira adequada. Um dos problemas que ocorreram na obra foi a falta de compatibilidade no dimensionamento das equipes responsáveis pela alvenaria, instalações elétricas e instalações hidráulicas. Nas obras em geral hoje há uma escassez de mão de obra, e na obra analisada isso também ocorreu. As equipes de instalações eram pequenas, não acompanhavam o ritmo da equipe de alvenaria e com isto, onde era prevista a inserção das instalações, muitas vezes estas não eram colocadas. Isso era feito somente posteriormente à elevação da alvenaria, dificultando o trabalho da alvenaria devido ao fato de serem necessários cortes.

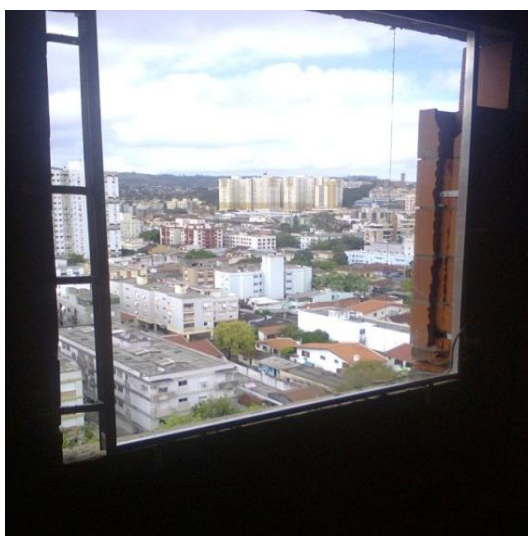
Os itens passíveis de melhoria com origem em atividades com influência sobre a alvenaria de vedação, identificados e analisados na obra foram os seguintes:

- a) problemas na colocação dos contramarcos das janelas;
- b) problemas nos vãos das portas devido à falta de qualidade da estrutura;
- c) problemas com as esperas das instalações hidráulicas;
- d) problema na colocação dos eletrodutos.

7.3.1 Problemas na colocação dos contramarcos das janelas

Um problema grave que ocorreu na obra foi devido à falta de alinhamento nas aberturas externas, consequência da falta de alinhamento entre os pavimentos. Este problema originou-se devido à falta de controle na etapa de marcação da estrutura, e na execução dos elementos estruturais, tanto quanto à falta de qualidade da mão de obra que por vezes cometia erros, tanto quanto pela falta de condições mínimas necessárias às fôrmas utilizadas. Para verificar este erro, foram usados prumos de concreto nas fachadas do edifício, que evidenciaram as diferenças da ordem de até 5 centímetros. Isso teve um reflexo na alvenaria, sendo que para corrigir o erro da falta de alinhamento das aberturas, para a colocação dos contramarcos das janelas, por vezes era necessário o corte dos blocos de um dos lados dos vãos das janelas, o que gerava muito desperdício e atraso na execução da tarefa. Já no outro lado dos vãos, o contramarco ficava demasiadamente distante da alvenaria, dificultando a sua fixação. A figura 23 mostra as consequências da falta de alinhamento da estrutura na alvenaria.

Figura 23 – problema na colocação de contramarcos



(fonte: foto do autor)

Além de gerar grande quantidade de material de descarte, esse problema exigia constantes adaptações da alvenaria, para que os contramarcos tivessem o devido apoio e as aberturas ficassem alinhadas. A empresa deveria repensar a maneira com que executa a estrutura, pois os problemas foram causados pela falta de qualidade da empreiteira responsável pela estrutura, evitar a excessiva reutilização das formas, assim como aumentar o rigor na fiscalização durante a marcação e execução desta atividade.

7.3.2 Problemas nos vãos das portas devido à falta de qualidade da execução da estrutura

A forma de execução da estrutura foi responsável por mais problemas na obra. Nos vãos das portas, além do problema do prumo das golas anteriormente citado, havia também a falta de espaços gerados por problemas de pilares em que as fôrmas utilizadas cederam, gerando uma variação na seção dos mesmos, e diminuíram o espaço dos corredores dos apartamentos. Em consequência disso, os vãos deveriam ser corrigidos para a colocação das portas, sendo necessário que as golas fossem cortadas e muitas vezes totalmente removidas. Isso provocou prejuízos na qualidade da fixação das portas e criando a necessidade de cortar as guarnições das mesmas. A figura 24 mostra duas golas, sendo uma cortada e outra removida.

Figura 24 – gola cortada e outra gola removida



(fonte: foto do autor)

Este é outro problema na falta de qualidade de execução da estrutura que reflete na execução da alvenaria de vedação. O projeto da alvenaria de vedação não pode prever alterações por parte de erros da estrutura, então deveria haver um maior rigor na execução da mesma.

7.3.3 Problemas com as esperas das instalações hidráulicas

Para evitar quebras na laje dos pavimentos, eram instaladas esperas das instalações hidráulicas, que posteriormente iriam ser elevadas dentro das células dos blocos da alvenaria. O problema surgia porque elas eram mal colocadas, e constantemente as esperas não coincidiam com a célula, o que causava um transtorno. Por vezes a equipe das instalações hidráulicas quebravam os blocos, em outras a equipe da alvenaria simplesmente quebravam as tubulações e assentavam os blocos, causando além do problema na execução um atrito de relacionamento. Uma possível solução seria a do uso de tapetes previamente marcados com tinta, onde seriam colocadas as esperas.

7.3.4 Problema na colocação dos eletrodutos

A colocação dos eletrodutos nas paredes era feita pela equipe das instalações elétricas. Eles deveriam conectar o eletroduto com as esperas embutidas nas vigas, descendo até os pontos de energia, seguindo as orientações do projeto de instalações elétricas que continha a modulação da alvenaria, a fim de evitar erros. Porém, os operários nem sempre obedeciam às orientações do projeto, fazendo cortes desnecessários que posteriormente deveriam ser corrigidos pela equipe da alvenaria com o preenchimento com argamassa. A figura 25 mostra os cortes realizados nos blocos para a inserção destes eletrodutos.

Figura 25 – inserção dos eletrodutos com cortes nos blocos



(fonte: foto do autor)

Esse problema ocorria pela falta de conscientização das equipes de instalações elétricas, pois havia espaço suficiente no interior das células dos blocos para que os eletrodutos sem a necessidade de cortes. Isso além de causar desperdício, atrasava as atividades da alvenaria e posteriormente do revestimento das paredes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo da bibliografia sobre a racionalização da alvenaria de vedação e o acompanhamento realizado na obra, verificou-se que a construtora buscava os objetivos propostos pela racionalização da alvenaria. Porém a empresa responsável pela obra tratou o assunto de maneira pouco profunda, faltando uma visão mais ampla do tema, pois grande parte dos problemas identificados na obra foram causados pela interferência dos outros subsistemas presentes na obra. As considerações foram organizadas da mesma maneira que o desenvolvimento do trabalho, sendo feitas observações sobre o projeto de alvenaria de vedação, execução da mesma e por fim sobre a adoção dos blocos na obra.

8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO DA OBRA ANALISADA

O projeto de alvenaria teve o enfoque muito centralizado na questão da modulação, para adaptar-se ao projeto arquitetônico. É claro que este aspecto é vital, porém faltou ao projeto realizado pela construtora atentar-se à questão da compatibilidade da alvenaria com os projetos de instalações elétricas e instalações hidráulicas. Isso teve um reflexo muito relevante, desde a alvenaria até os outros subsistemas que integram a obra, causando excesso de gastos, material de descarte, atrasos, retrabalhos, enfim, todos os aspectos negativos que a bibliografia consultada alerta para um projeto com falta de informações. Também faltou ao projeto prever a questão de detalhes, como a colocação das esperas de ar-condicionado e as churrasqueiras pré-moldadas. Esses pequenos detalhes geram grandes problemas, visto que se repetem várias vezes, e se somados geram um grande desperdício de insumos.

8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO NA OBRA ANALISADA

Na questão da execução, a alvenaria foi extremamente prejudicada pela falta da qualidade da estrutura, acarretando em vários problemas que na etapa da alvenaria de vedação eram dificilmente corrigidos, de forma adaptada, com resultados inferiores ao investimento

realizado. Na questão da equipe da alvenaria, os funcionários eram qualificados e possuíam todos os recursos necessários, porém faltou conscientização e um controle maior sobre os mesmos, pois a forma de contratação era por meio da produtividade, o que não justifica, mas explica o fato da ocorrência de atitudes que causavam desperdício na pressa da execução da alvenaria. Outra sugestão seria a adoção de um manual sobre alvenaria de vedação, contendo as boas práticas que visam à racionalização da atividade, repassando estas informações aos operários responsáveis pelo trabalho, e que estas práticas fossem efetivamente exigidas e fiscalizadas pelos responsáveis pela obra.

8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ADOÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS

O objetivo da construtora era economizar com a utilização de blocos cerâmicos que pudessem evitar quebras, com a inserção das instalações no interior das células, o que não é possível com o uso de blocos normais. Porém o custo destes blocos é muito mais alto, cerca de quatro vezes mais caro do que o bloco de vedação com furos horizontais, conhecidos comercialmente como tijolos furados, o que torna qualquer desperdício muito mais expressivo em relação às perdas pelo uso do material mais tradicional e, pensar novamente no uso de blocos tradicionais. Assim cabe a empresa refletir sobre a aplicabilidade dos blocos cerâmicos, pensando na racionalização de uma maneira global. Para que a racionalização da alvenaria aconteça, não basta somente a mudança do bloco e de projetos de modulação. Deve-se pensar desde a elaboração do projeto arquitetônico, estrutural e de todas as instalações que irão interferir na alvenaria, e também considerar se estes projetos permitirão uma execução de forma a não gerar desperdícios. A racionalização deve ocorrer em todas as atividades presentes na obra, principalmente na qualidade da estrutura, visto que esta a atividade que determinará a qualidade de todos os subsistemas executados posteriormente. Por fim, a empresa deveria possuir um banco de dados, contendo os problemas mais frequentes de alvenaria nas obras executadas, para que os mesmos fossem discutidos e alternativas sejam propostas para alcançar os resultados esperados pela racionalização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873**: coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

LUCINI, H. C. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2001.

SILVA, M. M. A.; SABBATINI, F. H. **Conteúdo e padrão de apresentação dos projetos para a produção de alvenarias de vedação racionalizadas**. São Paulo: EPUSP, 2007. Boletim Técnico PCC n. 446.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1996.

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 PCC n. 252.