



**ESCOLA POLITÉCNICA DA USP**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**HALYSSON BOBIC SALA**

**CONTROLE DE QUALIDADE GEOMÉTRICA DE EXECUÇÃO DE  
ALVENARIA DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA EM BLOCO  
CERÂMICO - ESTUDO DE CASO COM IMPLEMENTAÇÃO DE  
PROCEDIMENTOS DE CONTROLE E AVALIAÇÃO DE  
TOLERÂNCIAS**

**SÃO PAULO  
2008**



# **ESCOLA POLITÉCNICA DA USP**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**HALYSSON BOBIC SALA**

**CONTROLE DE QUALIDADE GEOMÉTRICA DE EXECUÇÃO DE  
ALVENARIA DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA EM BLOCO  
CERÂMICO - ESTUDO DE CASO COM IMPLEMENTAÇÃO DE  
PROCEDIMENTOS DE CONTROLE E AVALIAÇÃO DE  
TOLERÂNCIAS**

**Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Especialista – MBA em Tecnologia e  
Gestão da Produção de Edifícios**

**Orientador: Prof. Dr. Ubiraci Espinelli  
Lemes de Souza**

**SÃO PAULO  
2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Sala, Halysson Bobic**

**Controle de qualidade geométrica de execução de alvenaria de vedação racionalizada em bloco cerâmico / H.B. Sala. -- São Paulo, 2008.**

**95 p.**

**Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1. Construção civil 2. Qualidade da produção 3. Vedações verticais I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar sobre o controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada. Buscou-se implementar procedimentos e levantar dados para avaliação de tolerâncias geométricas na execução de vedações verticais com bloco cerâmico, contribuindo assim para que as construtoras e empresas executoras tenham um maior domínio ao longo da execução e possam identificar as falhas e tratar as correções. Foram aplicados procedimentos de controle nas etapas de marcação e elevação para verificação da locação geométricas das paredes, dimensões dos vãos, prumo, planicidade e esquadro das paredes. O estudo de caso foi realizado em três pavimentos de um edifício em execução na cidade de São Paulo. No trabalho são apresentadas as planilhas com os dados obtidos, analisadas a origem das principais variações e definidos os intervalos de variação encontrados na obra, que podem servir de subsídio para definição de tolerâncias futuras.

Palavras-chaves: Construção civil; alvenaria de vedações racionalizada; controle de qualidade.

## **ABSTRACT**

*This paper evaluates rationale brickwork in terms of the masonry walls geometry. The idea was to implement proceedings to evaluate mistakes that allow the researcher to define limits for the detected errors related to brickwork production. The author believes this knowledge will help contractor to manage these jobs and to correct errors more efficiently. Masonry layout and elevation were subject of this study in terms of walls location, openings dimensions, plumb ness, alignment and perpendicularity. Three floors of one same building in construction in São Paulo were evaluated. The paper shows the files adopted to support data collection and the results. The detected errors analysis goes through the discussion about probable causes; ranges of errors are also presented. All the information herein can help errors limits definition for future construction jobs.*

*Key-words: masonry; quality control; building construction.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura metodológica desta monografia.....	15
Figura 2 – Execução de marcação de alvenaria .....	26
Figura 3 – Execução de elevação de alvenaria.....	26
Figura 4 – Execução fixação de alvenaria.....	27
Figura 5 – Bloco inteiro, unidade padrão do sistema .....	28
Figura 6 – Bloco 3/4 .....	29
Figura 7 – Bloco 1/2 .....	29
Figura 8 – Bloco 1/4 .....	29
Figura 9 – Bloco 1/8 .....	29
Figura 10 – Bloco elétrico.....	29
Figura 11 – Bloco compensador.....	29
Figura 12 – Bloco canaleta.....	29
Figura 13 – Dosador de areia.....	30
Figura 14 – Misturador .....	30
Figura 15 – Escantilhão.....	31
Figura 16 – Mesa andaime.....	32
Figura 17 – Pistola finca pinos .....	32
Figura 18 - Transporte de bloco utilizando carrinho porta pallet.....	33
Figura 19 - Carrinho com caixa plástica para argamassa .....	33
Figura 20 – Projeto de marcação de primeira fiada.....	35
Figura 21 – Projeto de elevação de parede .....	35
Figura 22 - Fixação de tela metálica na estrutura .....	36
Figura 23 - Execução de junta horizontal .....	37
Figura 24 - Preenchimento de junta horizontal.....	37
Figura 25 - Implantação do empreendimento.....	38
Figura 26 - Perspectiva da fachada.....	39
Figura 27 - Planta pavimento tipo 4 suítes .....	40
Figura 28 -Planta pavimento tipo 3 suítes .....	40
Figura 29 - Trena metálica de 30m .....	43
Figura 30 – Esquadro de alumínio de 90º. ....	43

Figura 31 – Régua de aço de 30cm. ....	43
Figura 32 – Trena metálica de 5m.....	43
Figura 33 – Régua de alumínio de 200cm .....	44
Figura 34 – Prumo de face.....	44
Figura 35 – Conferência da locação geométrica.....	45
Figura 36 – Conferência do esquadro das paredes .....	47
Figura 37 – Conferência do prumo das paredes .....	48
Figura 38 – Conferência do planicidade das paredes .....	49
Figura 39 – Conferência da dimensão do vão da marcação .....	51
Figura 40 – Conferência da dimensão do vão da elevação .....	52
Figura 41 – Conferência do prumo do montante do vão .....	54
Figura 42 – Gráfico de variações de locação geométrica. ....	60
Figura 43 – Parede P43 impedida de marcar e conferir a medida diretamente .....	61
Figura 44 – Conferência da locação das paredes com prumo de face adaptado.....	62
Figura 45 – Gráfico de variações de esquadro.....	63
Figura 46 – Raspagem da junta de argamassa para efetuar a conferência.....	64
Figura 47 – Gráfico de variações de dimensões dos vãos na marcação.. .....	67
Figura 48 – Detalhe de vão de 1ª fiada da parede que tem peça faltante.....	68
Figura 49 – Gráfico de variações de prumo das paredes.....	73
Figura 50 – Gráfico de variações de planicidade das paredes.....	76
Figura 51 – Gráfico de variações de dimensões dos vãos na elevação.....	84
Figura 52 – Gráfico de variações de prumo dos montantes dos vãos.....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de valores da variação no controle de locação geométrica das paredes. ....	45
Tabela 2 – Exemplos de valores da variação no controle de esquadro das paredes. ....	46
Tabela 3 – Exemplos de valores da variação no controle de prumo. ....	48
Tabela 4 – Exemplos de valores da variação no controle de planicidade. ....	50
Tabela 5 – Exemplos de valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação. ....	51
Tabela 6 – Exemplos de valores da variação no controle de dimensões dos vãos na elevação. ....	53
Tabela 7 – Exemplos de valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos. ....	54
Tabela 8 – Síntese das tolerâncias .....	55
Tabela 9 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 1. ....	56
Tabela 10 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 2. ....	57
Tabela 11 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 3. ....	59
Tabela 12 – Valores da variação no controle do esquadro das paredes. ....	63
Tabela 13 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação – pavimento 1. ....	65
Tabela 14 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação – pavimento 3. ....	66
Tabela 15 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação – pavimento 3. ....	66
Tabela 16 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 1. ....	69
Tabela 17 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 2. ....	70

Tabela 18 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 3. .....	71
Tabela 19 – Valores da variação no controle de planicidade das paredes. ....	74
Tabela 20 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 1. ....	78
Tabela 21 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 2. ....	79
Tabela 22 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 3. ....	80
Tabela 23 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 1. ....	81
Tabela 24 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 2. ....	82
Tabela 25 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 3 .....	83
Tabela 26 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 1.....	86
Tabela 27 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 2.....	87
Tabela 28 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 3.....	88

# SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Lista de ilustrações

Lista de tabelas

Sumário

<b>Capítulo 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Justificativa para o desenvolvimento do tema.....	11
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Metodologia.....	14
1.4 Estruturação.....	16
<b>Capítulo 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 A evolução do processo de alvenaria de vedação racionalizada no Brasil.....	18
2.2 Controle de qualidade.....	20
<b>Capítulo 3 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>23</b>
3.1 A empresa.....	23
3.2 Tecnologia da produção.....	24
3.3 Etapas de execução.....	25
3.4 Mão-de-Obra.....	27
3.5 Blocos modulares.....	27
3.6 Equipamentos racionalizados.....	31
3.7 Projeto de produção de vedações verticais.....	34
3.8 Técnicas construtivas.....	36
3.9 Características da obra em estudo de caso.....	37
<b>Capítulo 4 - PROCEDIMENTOS E ITENS PARA O CONTROLE DA QUALIDADE GEOMÉTRICA DAS ALVENARIAS.....</b>	<b>42</b>
4.1 – Plano de inspeção.....	42

<b>4.2 projetos e ferramentas utilizados para conferência dos itens de controle..</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Descrição dos procedimentos e itens para o controle da qualidade</b>	
<b>geométrica das alvenarias .....</b>	<b>44</b>
4.3.1 Locação geométrica das paredes .....	44
4.3.2 Esquadro na marcação das paredes.....	45
4.3.3 Prumo da elevação das paredes.....	47
4.3.4 Planicidade da elevação das paredes.....	48
4.3.5 Dimensões dos vãos para esquadrias.....	50
4.3.6 Prumo dos montantes dos vãos .....	53
<b>Capítulo 5 - APLICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1 Resultados e análises .....</b>	<b>55</b>
5.1.1 Locação geométrica das paredes .....	56
5.1.2 Esquadro na marcação das paredes.....	63
5.1.3 Dimensões dos vãos na marcação das paredes.....	65
5.1.4 Prumo da elevação das paredes.....	69
5.1.5 Planicidade das paredes .....	74
5.1.6 Dimensões dos vãos na elevação das paredes .....	78
5.1.7 Prumo dos montantes dos vãos na elevação das paredes .....	86
<b>5.2 Análise geral dos procedimentos e da qualidade geométrica .....</b>	<b>90</b>
<b>5.3 Proposta de tolerâncias para aceitação dos serviços .....</b>	<b>91</b>
<b>Capítulo 6 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>93</b>
<b>6.1 Conclusões específicas.....</b>	<b>93</b>
<b>6.2 Sugestões para outros trabalhos .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR CONSULTADA.....</b>	<b>99</b>

## Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1 Justificativa para o desenvolvimento do tema

Tradicionalmente, a alvenaria é tida como uma das etapas de construção responsável pelos maiores índices de desperdício de materiais de uma obra. Dessa forma, cada vez mais se tornam necessários procedimentos de execução que ajudem a controlar este serviço.

Em edifícios nos quais a alvenaria de vedação é empregada, esta se torna um dos principais subsistemas indutores da racionalização construtiva, pois atua como elemento de coordenação entre as etapas de execução e sua precisão geométrica é quesito fundamental para o bom resultado final do processo.

Segundo Sabbatini (1989): “Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases”.

Franco (1998) define da seguinte forma a importância da racionalização da alvenaria de vedação: “A racionalização da produção da vedação vertical é fundamental para racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e de mão-de-obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades”.

Juntamente com a estrutura, as alvenarias definem praticamente toda a geometria do edifício, além de se relacionarem com e influenciarem os demais serviços do empreendimento.

A geometria dos revestimentos depende quase que exclusivamente da precisão das alvenarias. As estruturas, nas últimas décadas, se tornaram mais esbeltas e,

portanto, ficaram mais flexíveis, exigindo melhores desempenhos das paredes de vedação frente aos maiores níveis de tensão.

Uma alvenaria executada dentro de tolerâncias geométricas determinadas viabiliza: maior precisão na dimensão dos ambientes, menores espessuras de revestimentos, folgas adequadas dos vãos para encaixe das esquadrias etc. O resultado final é uma redução geral nos custos da obra, além ganho de tempo e redução da necessidade de re-trabalhos.

A alvenaria representa cerca de 5% do custo de um edifício de médio ou alto padrão além de interferirem diretamente, junto com a estrutura, nos custos de revestimento interno e externo do edifício que representam mais cerca de 9% no orçamento e ferramentas de controle de qualidade que possam garantir a precisão da geometria da alvenaria podem trazer economias significativas a construtoras em tempos de mercados competitivos.

A fim de se obter uma alvenaria de vedação racionalizada bem executada e sem desperdícios, uma série de quesitos são fundamentais. Dentre eles, podem ser destacados a qualidade do treinamento da mão-de-obra, a existência de um cuidadoso projeto de execução de vedações e o uso de equipamentos racionalizados e materiais de qualidade. Porém, isso pode não ser suficiente para alcançar o resultado desejado.

É importante aplicar um método de controle de qualidade de execução da alvenaria, para se ter domínio sobre a real qualidade alcançada, permitindo assim, a tomada das medidas necessárias no decorrer da execução para garantir o resultado projetado.

Acredita-se que sem a implantação da etapa de controle, dificilmente as etapas de racionalização irão se fixar na cultura do mercado. A aplicação de um controle de qualidade de execução de alvenaria exige um conhecimento sobre as tolerâncias geométricas permitidas.

Este trabalho visa, justamente, contribuir para o incremento do grau de conhecimento técnico, especificamente sobre a tolerância geométrica cabível para alvenarias de vedação. Dessa forma, pretende-se contribuir com um embasamento, com origem empírica de informações, para o processo de racionalização das construções de edifícios que utilizam a alvenaria de vedação.

## 1.2 Objetivos

Os objetivos principais deste trabalho foram:

- Definir, adequar e implementar procedimentos para controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada;
- Propor tolerâncias de aceitação para os principais itens de controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada em bloco cerâmico.

Embora estejam implícitos nos objetivos supracitados, cabe a indicação de dois objetivos complementares em função da importância que este autor credita aos mesmos, quais sejam:

- Analisar o procedimento utilizado na aplicação do controle de qualidade para coleta dos dados;
- Analisar a qualidade geométrica das alvenarias de vedações pela aplicação dos procedimentos do controle de qualidade.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia adotada para a elaboração desta monografia tem por base o modelo de um estudo de caso apresentado por Tachizawa e Mendes (2005), e foi elaborado a partir de dados coletados em canteiro de obra (Figura 1).

Para a coleta de dados secundários e estudo preliminar de conceitos associados ao trabalho em desenvolvimento, realizou-se um levantamento bibliográfico referente ao tema proposto, o que incluiu visitas às bibliotecas de instituições de ensino e virtuais. Posteriormente à leitura das obras, foram selecionados conceitos e aspectos importantes a serem abordados, os quais passaram a ser organizados sistematicamente.

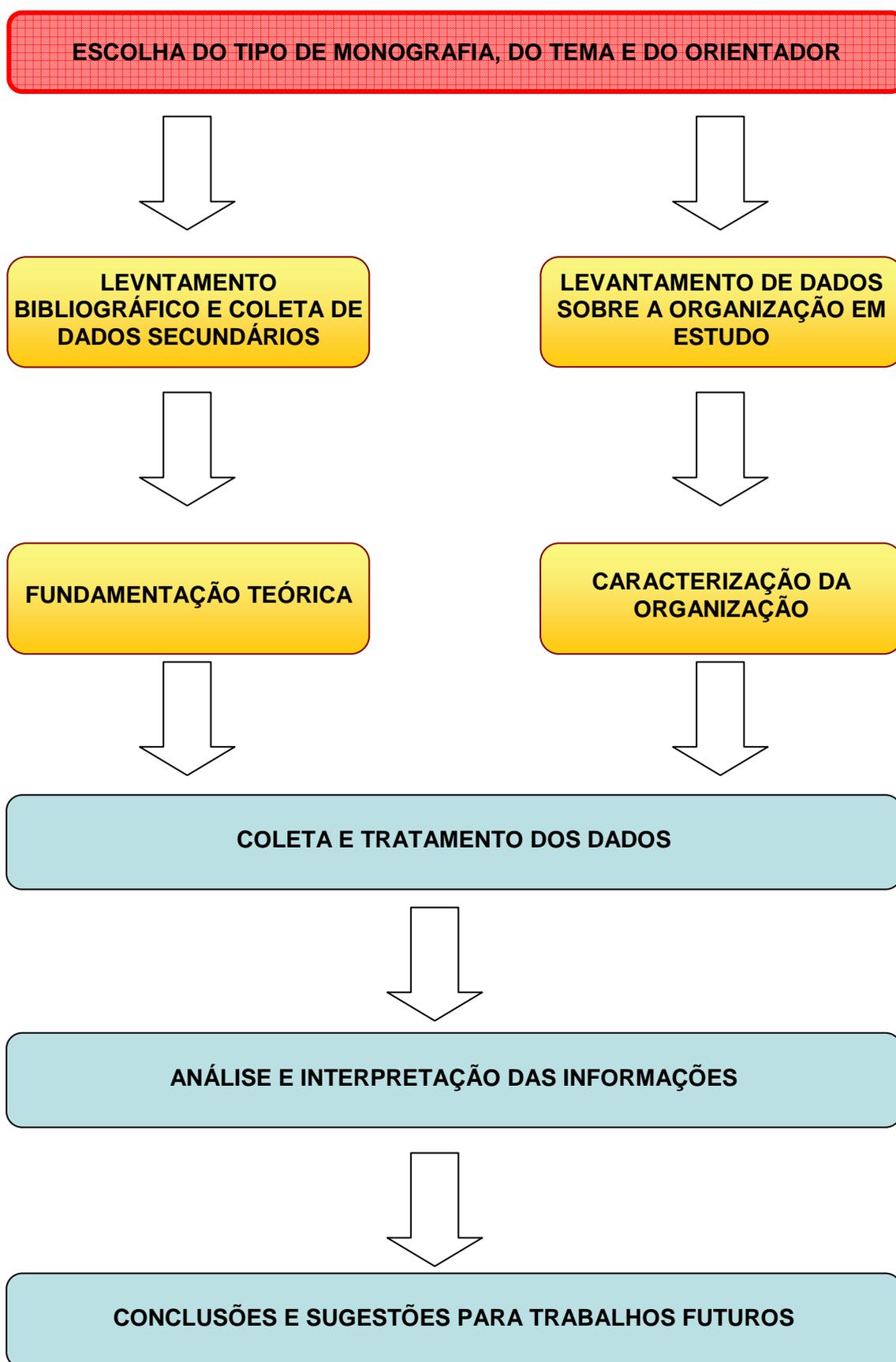


Figura 1 - Estrutura metodológica desta monografia.

## 1.4 Estruturação

O capítulo 1 cita o processo construtivo tradicional brasileiro de edifícios e comenta a evolução das últimas duas décadas e a importância da parede de vedação como elemento de coordenação entre etapas de execução. Além disso, explicita os objetivos do trabalho e os meios utilizados para alcançá-lo, juntamente com uma síntese das etapas de seu desenvolvimento.

O capítulo 2 situa a revisão bibliográfica que engloba o estudo. Nele é explorada a contextualização da alvenaria, do projeto de produção e do controle de qualidade e é salientada a importância do controle de execução da alvenaria com precisão geométrica.

O capítulo 3 trata da caracterização do ambiente do estudo de caso, em relação aos seguintes aspectos: natureza do negócio, principais mercados e clientes da empresa; aspectos particulares do material usado; equipamentos utilizados; etapas do processo; projetos de alvenaria, mão-de-obra empregada; técnicas construtivas adotadas; e o local em que se realizou o estudo de caso. Assim, permite fazer a análise e interpretação dos dados coletados.

No capítulo 4 procura-se definir e descrever os itens e procedimentos relacionados ao controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada.

O capítulo 5 apresenta a descrição do estudo de caso com a amostragem coletada, os resultados obtidos, a análise dos procedimentos adotados e a qualidade geométrica da alvenaria. Este capítulo, que constitui o corpo principal do trabalho, procura elaborar propostas de tolerâncias geométricas para aceitação dos serviços de execução de alvenaria.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais, que consistem numa análise de como foi a precisão geométrica da execução de alvenaria racionalizada

por uma mão-de-obra especializada. Em conjunto, são tecidos comentários relevantes sobre o estudo de caso, além de sugeridos temas para outros trabalhos.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.

## **Capítulo 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O objetivo deste capítulo é contextualizar o tema em estudo neste trabalho, buscando entender as características da alvenaria de vedação racionalizada, além de explicar o método utilizado no controle de qualidade.

### **2.1 A evolução do processo de alvenaria de vedação racionalizada no Brasil**

Há cerca de 20 anos a indústria da construção civil passava por uma forte retração e elevada competitividade. Nesta época, o mercado se viu obrigado a investir em programas de desenvolvimentos tecnológicos como estratégia de ação para enfrentar a concorrência.

Estes programas tinham por objetivo desenvolver métodos e procedimentos adequados à realidade das obras e que permitissem racionalizar e melhorar a produção de edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional. Assim se deu início o processo de desenvolvimento da alvenaria racionalizada, frente à alvenaria tradicional praticada até então.

Conceituada por Barros (1998), a alvenaria de vedação racionalizada é caracterizada da seguinte forma: “elemento usualmente empregado como vedado de edifícios construídos com estrutura de concreto armado moldado no local, com elevado grau de organização e otimização das atividades envolvidas na sua produção”.

O desenvolvimento da alvenaria racionalizada iniciou seguindo diretrizes de produção adotadas nos processos construtivos de alvenaria estrutural.

Surgia então uma nova tecnologia batizada de alvenaria racionalizada, que tinha como objetivos iniciais, conforme descreve Barros (1998):

- Eliminar a postura predominante de adoção de soluções construtivas criadas no canteiro de obras no momento da realização dos serviços de alvenaria;
- Criar um projeto de produção de alvenaria que exige um planejamento prévio de todas as atividades e permite soluções mais racionais da produção;
- Introduzir o uso de equipamentos e ferramentas novas que permitam aumento de produtividade e qualidade;
- Treinar e motivar a mão de obra para adoção de novas posturas de trabalho;
- Implementar procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto.

É neste último item que o trabalho procura colaborar, fornecendo novas informações para a evolução ainda maior da alvenaria racionalizada.

Após a difusão e implementação dos conceitos de alvenaria racionalizada por grande parte do mercado, esbarrou-se na necessidade de criar um novo tipo de bloco que permitisse uma maior precisão geométrica e oferecesse um ajuste modular adequado às características do projeto.

Num determinado momento de tal evolução, por volta do início da década de 90 foi criado então um bloco de dimensões 25x25, produzido pela cerâmica Selecta e chamado de “bloco POLI”. Esta peça permitia o corte em sub-múltiplos como o bloco 3/4, bloco 1/2 e bloco 1/4. Este bloco começou a ser utilizado no início da década de 90 após o começo do processo de racionalização da alvenaria de vedação no Brasil.

Porém, na opinião deste autor, o bloco recém-criado provavelmente não havia sido projetado para resistir às solicitações de carregamentos que os novos processos de produção de estrutura reticulada de concreto armado necessitavam, tendo se tornado obsoleto. Seus conceitos de precisão geométrica e de blocos sub-múltiplos foram aproveitados pelo mercado fabricante de blocos, que buscou blocos mais resistentes e com outra geometria (blocos de 20x40) e até usando outra matéria-prima (blocos de concreto).

No final da década passada, surgiram no mercado duas empresas interessadas em oferecer sistemas construtivos de alvenaria de vedação racionalizada: o sistema de vedação modular (SVM) da empresa Glasser, que utiliza blocos de concreto; e o sistema Tecno Logys, que utiliza blocos cerâmicos e serviu de base na elaboração deste trabalho. A empresa Glasser atualmente não comercializa mais esse produto, dedicando-se exclusivamente à venda de blocos.

Estes sistemas foram criados para obter uma elevada racionalização da produção de paredes em alvenaria. Acredita-se que a venda do sistema de parede pronta seja o que existe de mais moderno em alvenaria de vedação racionalizada, visto que oferece, além dos componentes constituintes da vedação, projeto, mão-de-obra capacitada e equipamentos, responsabilizando-se pela entrega da parede pronta.

## **2.2 Controle de qualidade**

O significado básico do termo qualidade é “grau negativo ou positivo de excelência” HOUASSIS (2007). Portanto, controle de qualidade pode ser entendido como um conjunto de ferramentas que visam o contínuo aprimoramento e à busca da excelência em produtos e serviços oferecidos. O objetivo final é minimizar a ocorrência de erros ao máximo, garantindo a satisfação do cliente em todos os aspectos.

Sabbatini (1998) descreve que no passado, em um processo de produção tradicional da indústria da construção civil, grande parte das decisões importantes para a qualidade do produto era tomada na obra, pelos próprios executores. A colocação do domínio do processo nas mãos dos executores caracteriza um processo de produção artesanal, no qual a qualidade só poderia ser conseguida através da cuidadosa seleção dos executores.

Hoje a qualidade é resultante de um processo cujo domínio está centrado na engenharia de projeto e produção.

Existem vários requisitos para se poder aplicar o controle de qualidade, tais como: controle do processo de produção, do produto acabado, do recebimento de materiais e de execução.

Este trabalho tem por objetivo abordar o controle de qualidade no processo de produção relacionado às operações que transformam as matérias-primas para obtenção de produtos, que na construção civil equivalem à etapa de execução.

Controle de qualidade do processo de execução corresponde à abordagem que visa o aprimoramento do processo de produção, permitindo dessa forma que se crie uma relação direta entre o controle de qualidade a produtividade e os lucros gerados. (HRADESKY, 1995).

PICCHI (1993) ressalta que o controle de qualidade na execução envolve avaliação do desempenho real, comparação do desempenho real com metas e atuação sobre as diferenças.

É necessário ter domínio do processo, conduzindo-o e sabendo a cada momento onde se está em relação ao projetado, ao pré-estabelecido, para que se identifiquem os desvios e se corrijam os rumos. Neste trabalho, pretende-se fornecer parâmetros objetivando definir metas de referência a serem comparadas com desempenhos reais.

Ainda segundo PICCHI (1993), o controle da execução pode ser baseado no controle independente (também conhecido como externo), cuja realização se dá por “inspetores” independentes das equipes responsáveis pela produção ou por autocontrole realizado pelos próprios operários.

Definidos por Barros (1996), para que se tenha um controle de qualidade de execução são necessários pelo menos os seguintes aspectos:

- Definição das responsabilidades de cada elemento envolvido no processo de produção;
- Diretrizes de como os serviços serão acompanhados;

- Mecanismos de recebimento de cada atividade;
- Estabelecimento de tolerâncias que serão aceitas para realização dos serviços;
- Parâmetros para correção das não conformidades;
- Como as informações decorrentes do processo de controle circularão entre os envolvidos com a produção;
- Como o processo de controle poderá subsidiar projetos futuros.

## **Capítulo 3 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO DE CASO**

O capítulo 3 procura descrever o ambiente do estudo de caso em termos de, por exemplo: detalhar aspectos relevantes da empresa estudada, aspectos particulares do material, equipamentos, etapas, projetos de alvenaria, mão-de-obra, técnicas construtivas e o local em que se realizou o estudo.

### **3.1 A empresa**

A Tecno Logys - Tecnologia e Produtos para construção, fundada em 1998, é uma empresa de construção civil focada em oferecer soluções para a construção de edifícios.

Para atender a crescente demanda por especialização e qualidade do mercado da construção, no ano de 2.000 foi lançado o “Sistema Tecno Logys de Alvenaria de Vedação”, que pretende oferecer uma solução completa para produção de paredes de edifícios, que entrega materiais, equipamentos e projetos e assume a construção das paredes, garantindo a qualidade simplificando a gestão para a construtora.

Os clientes da Tecno Logys são as construtoras de nível técnico elevado que atuam nos segmentos de alto e médio padrão.

A Tecno Logys conta atualmente com 400 funcionários, já produziu o equivalente a 2 milhões de m<sup>2</sup> de paredes de mais de 8.000 apartamentos e tem em seu currículo a participação na construção de mais de 120 edifícios em obras de construtoras como Cyrela, Tecnisa, Camargo Correa, Andrade Gutierrez, Eztec, RJZ, Matec, Paulo Mauro, entre outras.

### 3.2 Tecnologia da produção

A tecnologia estudada para produção de alvenarias de vedações racionalizadas foi o sistema construtivo Tecno Logys. Segundo seu diretor, o sistema visa buscar a máxima racionalização da alvenaria, fazendo com que o cliente possa comprar a parede pronta com garantia de obter o mínimo de desperdício possível. Além disso, segundo seu diretor, procura fornecer garantia de prazo e qualidade e aliviar a contratante da tarefa de administração de material, equipamentos etc.

SABBATINI (1989) adota a seguinte definição para o termo sistema construtivo: “É um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”.

No sistema Tecno Logys, o fornecedor é o maior responsável por todas as etapas do processo de produção das paredes, desde o projeto até a execução final. Compete a ele inclusive a logística do canteiro de obras no período de execução, incluindo a entrega de blocos e demais materiais e componentes. Segundo seu diretor a mão-de-obra é capacitada e treinada pela própria empresa, que assume a responsabilidade por eventuais re-trabalhos e desperdícios. Ou seja, o sistema procura integrar as etapas de projeto, planejamento, execução e controle de todo o processo de produção das vedações verticais.

Quanto à geometria dos blocos, as unidades padrão de alvenarias utilizadas possuem quatro furos principais assentados na vertical. A amarração entre as fiadas é feita preferencialmente em “1/2”, podendo ser utilizada amarração de “1/4”, ou seja, como a unidade tem quarenta centímetros, é feita em múltiplos de dez centímetros.

Os principais materiais utilizados para execução do sistema Tecno Logys são: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento, telas metálicas para amarração de paredes, pinos como elementos de fixação das telas metálicas aos pilares perfazendo a ligação com estrutura, elementos pré-moldados de micro concreto

armado (vergas e contra vergas compatíveis com a modulação das paredes), passagem de eletrodutos embutidos dentro da parede etc.

### **3.3 Etapas de execução**

Nesta etapa se procura estabelecer uma seqüência ótima de desenvolvimento das atividades relativas à execução das alvenarias no pavimento. Tem-se como objetivos: dimensionar equipes buscando-se máxima produtividade, otimizar o uso de equipamentos, minimizar a necessidade de transporte de componentes e gerar um método organizado do controle de qualidade.

Os serviços de alvenaria de vedação racionalizada são executados em três etapas distintas. O objeto de estudo de caso desta pesquisa focou seus trabalhos nas duas primeiras etapas, que, na opinião deste autor, são as mais importantes e representam cerca de 95% do esforço da execução da alvenaria propriamente dita. As três etapas referidas anteriormente são descritas a seguir:

- Marcação de primeira fiada de alvenaria: consiste na locação geométrica, e assentamento dos blocos de primeira fiada das paredes, utilizando-se o projeto de produção inclusive para seguir a modulação. Esta etapa também consiste em garantir a planicidade, nivelamento, esquadro e prumo da primeira fiada. Estes processos servem de base para garantir o sucesso da próxima etapa. A Figura 15 ilustra a execução de marcação.



Figura 2 – Execução de marcação de alvenaria.

- Elevação da alvenaria: nesta etapa se executa da segunda até a última fiada de alvenaria, sendo que o projeto de produção é a referência a ser seguida quanto à modulação e amarração das paredes, dimensão dos vãos, embutimento das instalações elétrica e vão para fixação (Figura 16).



Figura 3 – Execução de elevação de alvenaria.

- Fixação da alvenaria: consiste em ligar a alvenaria na estrutura preenchendo o vão deixado entre a última fiada e a estrutura do edifício (Figura 17).



Figura 4 – Execução fixação de alvenaria.

### 3.4 Mão-de-Obra

A empresa é estruturada também para fornecer mão-de-obra com funcionários especializados em seus procedimentos de execução, tornando-se uma empreiteira que detém a sua própria tecnologia de construção. Suas equipes de produção participam de todas as atividades da empresa, auxiliando na fase de criação, implantação de novas soluções, aplicação nas obras e assistência técnica ao cliente.

Existem programas voltados para valorização dos operários, como programas de ginástica laboral dentro do canteiro de obras e escolinha de pedreiro que visa treinar e capacitar os futuros profissionais dentro dos procedimentos adotados pela empresa. Muitos montadores de parede que trabalham na empresa entraram em cargos auxiliares de suporte e foram treinados e formados montadores de parede pela escolinha.

### 3.5 Blocos modulares e argamassa

O sistema de componentes integrados de blocos cerâmicos modulares possui várias peças, montadas como se fosse por encaixe pela coincidência dos furos dos blocos.

Unidas pela argamassa, as peças formam paredes e vãos, dando forma ao ambiente e vedando a edificação, integrando-se assim com os demais subsistemas da edificação.

Os componentes da classe dos blocos do sistema foram desenvolvidos em parceria com a fabricante de blocos Gresca, cuja principal característica é trabalhar com um módulo de 10 centímetros e um sub-módulo de 5 centímetros. Os componentes em questão evitam perdas, pois já vêm confeccionados prontos da fábrica.

A unidade padrão utilizada no sistema Tecno Logys tem dimensões nominais de 20x40cm (dimensões vertical e horizontal do bloco, respectivamente).

Na execução do sistema Tecno Logys, podem ser utilizados diferentes tipos de componentes de blocos cerâmicos. Estes componentes podem ser visualizados nas figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25:

- Componentes básicos:



Figura 5 – Bloco inteiro, unidade padrão do sistema.



Figura 6 – Bloco 3/4.



Figura 7 – Bloco 1/2.



Figura 8 – Bloco 1/4.



Figura 9 – Bloco 1/8.

- Componentes acessórios:



Figura 10 – Bloco elétrico.



Figura 11 – Bloco compensador.

- Componentes especiais:



Figura 12 – Bloco canaleta.

Todos estes componentes já vem confeccionados de fábrica de modo que evitam cortes dos blocos no canteiro de obras, possibilitando o uso racional do sistema.

A argamassa utilizada na execução das alvenarias é composta de cimento, cal e areia, utiliza-se a técnica de dosagem racionalizada dos materiais no próprio canteiro, com utilização de dosadores de areia (Figura 26) e cimento. Sua mistura é feita num misturador de argamassa intermitente de eixo horizontal (Figura 27).



Figura 13 – Dosador de areia.



Figura 14 – Misturador.

### 3.6 Equipamentos racionalizados

Alguns equipamentos utilizados na execução de alvenaria de vedação racionalizada são essenciais para uma boa qualidade do serviço. Sua descrição quanto tipos e funções atribuídas a cada um deles são descritas a seguir, além das Figuras 28, 29, 30, 31, e 32, que ilustram os equipamentos principais. Alguns desses equipamentos são de adaptação e/ou criação da própria empresa foco do estudo de caso.

- Escantilhão: utilizado para garantir o prumo das alvenarias, além de orientar a colocação de uma linha de nylon que serve de referência para a planicidade e nivelamento das fiadas;



Figura 15 – Escantilhão.

- Mesa andaime: utilizada para servir de andaime para o pedreiro quando a altura da alvenaria impede o operário de executá-la apenas com sua própria altura; serve também de apoio para materiais, como caixotes de argamassa e blocos;



Figura 16 – Mesa andaime.

- Máquina finca pinos: necessária para fixação através de pinos das telas na estrutura, para fazer ligação com alvenaria;



Figura 17 – Pistola finca pinos.

- Carrinhos porta pallets: transportam os pallets de bloco agilizando a descarga e ajudando a logística de transporte de materiais dentro da obra;



Figura 18 - Transporte de bloco utilizando carrinho porta pallet.

- Carrinho com caixas para armazenamento de argamassa: responsáveis pelo armazenamento da argamassa a ser utilizada na execução



Figura 19 - Carrinho com caixa plástica para argamassa.

### 3.7 Projeto de produção de vedações verticais

O projeto de vedações verticais consiste em integrar os demais projetos, unindo estrutura, instalações e arquitetura.

Segundo Silva (2003), “a racionalização das alvenarias de vedações através da adoção do conceito de projeto para a produção resulta na redução de custo e na melhoria da qualidade e desempenho, não apenas do subsistema vedações verticais, mas também dos demais subsistemas do edifício que com ele possuem importantes interfaces, tais como estruturas, instalações, esquadrias, controle de obras, uso e manutenção”.

A modulação permite, dentre suas principais atribuições: minimizar as perdas de material devido a cortes mal executados nas peças de alvenaria, padronizar a execução, melhorar a precisão geométrica das paredes e evitar improvisos de execução.

Os projetos de produção de alvenaria de vedação racionalizada que foram utilizados neste estudo de caso foram divididos em dois grupos distintos, descritos abaixo:

- Projeto de marcação e locação de primeira fiada: são plantas de primeira fiada das alvenarias com identificações de todas as paredes do pavimento tipo e também contemplam a locação das paredes através de cotas acumuladas referenciadas por eixos auxiliares e dos vãos horizontais de alvenaria com o posicionamento dos componentes na primeira fiada, destacando-se detalhes específicos como: localização de telas metálicas para amarração, espessuras de juntas verticais de assentamento, numeração de paredes etc. além de legenda. A Figura 33 ilustra um trecho do projeto de marcação;

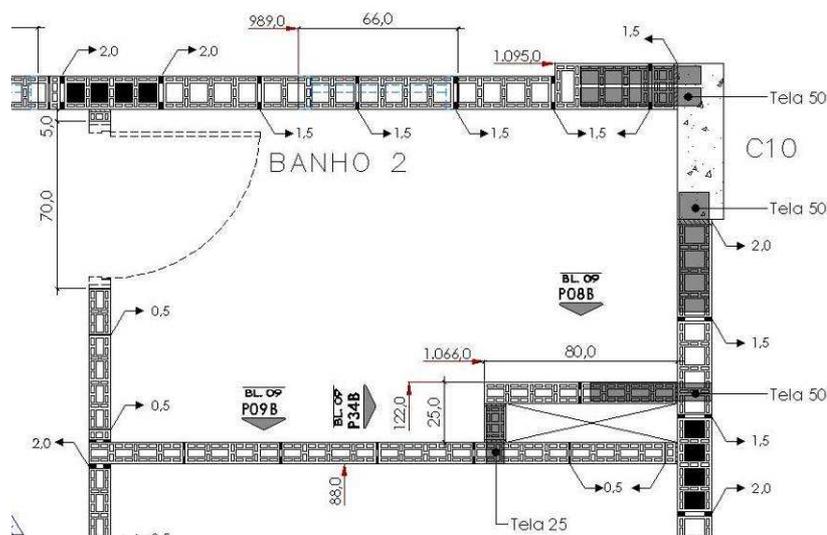


Figura 20 – Projeto de marcação de primeira fiada.

- Projeto de elevações de paredes: contemplam plantas de elevação de alvenaria que apresentam interferências com estrutura, instalações prediais, e posicionamento das esquadrias; além disso, identificam toda a família de componentes utilizada na parede, assim como o posicionamento empregado na ligação com estrutura e amarrações com outras paredes, além de reforços necessários como vergas e contra vergas. A Figura 34 é um exemplo da planta de elevação de uma parede.

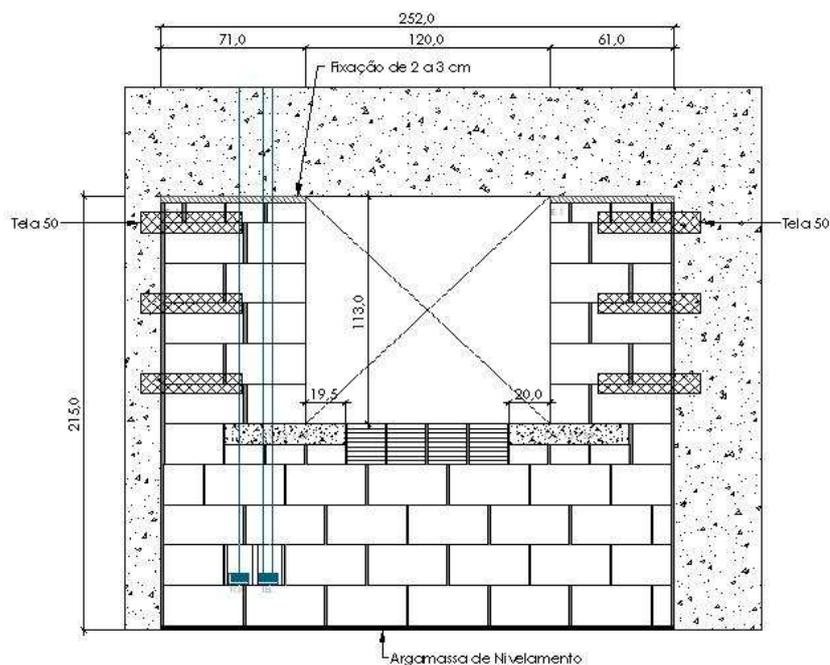


Figura 21 – Projeto de elevação de parede.

### 3.8 Técnicas construtivas

A empresa estudada utiliza técnicas construtivas bem definidas, com mão-de-obra qualificada. O sistema Tecno Logys procura adotar as mais modernas técnicas construtivas, que representam o estado da arte da execução de alvenaria de vedação racionalizada utilizada no Brasil na aplicação dos materiais, técnicas construtivas, equipamentos utilizados e projetos de produção de alvenaria, segundo a opinião de seu diretor da empresa.

Os serviços de execução de alvenaria seguem obrigatoriamente o projeto de produção de vedações. As amarrações entre paredes são projetadas para se interligarem preferencialmente por interpenetração de bloco. Porém, em alguns casos, são utilizadas amarrações de parede com reforço de tela metálica entre as paredes, telas estas que também são utilizadas na ligação alvenaria-estrutura (Figura 35).



Figura 22 - Fixação de tela metálica na estrutura.

A aplicação da argamassa é feita através do uso de bisnaga na execução das juntas horizontais, além do preenchimento de todas as juntas verticais, conforme ilustram as Figuras 36 e 37.



Figura 23 - Execução de junta horizontal.



Figura 24 - Preenchimento de junta horizontal.

### 3.9 Características da obra em estudo de caso

A obra estudada está sendo executada pela construtora EZ TEC – Incorporação e construção e está situada no bairro de Vila Mascote na cidade de São Paulo. O nome do empreendimento é Splendor Vila Mascote. As Figuras 38, 39, 40, 41 ilustram detalhes do empreendimento.



Figura 25 - Implantação do empreendimento.

Trata-se de um condomínio de dois edifícios de médio a alto padrão, com o propósito de oferecer aos seus moradores lazer com muitas facilidades.



Figura 26 - Perspectiva da fachada.

Cada um dos pavimentos tipo possui dois apartamentos de 202m<sup>2</sup> de área. Há dois tipos de apartamentos. O primeiro deles possui: quatro suítes, salas de estar, jantar e almoço, cozinha, área e wc de serviço, lavabo, dependência de empregada, amplo terraço com área de churrasqueira e área de estar. O outro oferece: três suítes, sala, home theater, salas de estar, jantar e almoço, cozinha, área e wc de serviço, lavabo, dependência de empregada e o mesmo terraço.



Figura 27 Planta pavimento tipo 4 suítes.



Figura 28 Planta pavimento tipo 3 suítes.

**Ficha Técnica**

Endereço: Rua Engº Jorge Oliva, 237Bairro: Vila Mascote

Lançamento: Março / 2006

Incorporação: Giopris Empreendimentos Imobiliários Ltda.

Construção: EZTEC Incorporação e Construção

Projeto Arquitetônico: André Comitre

Projeto Paisagístico: Benedito Abbud

Projeto de Decoração: Silvana Mattar

Estilo: Neoclássico

Previsão de Entrega: Ed. Danubio - Maio/2009; Ed. Tâmis - Setembro/2009

Número de Torres: 2

Nº de Unidade por andar: 2

Área Privativa: 202m²

Nº de Pavimentos: 2 Subsolos / Térreo / 23 Pavimentos

Nº Total de Unidades: 92

Nº de Vagas: 4

Nº de Elevadores: 3

Área de Terreno: 6.174 m²

A obra cujos dados foram coletados trata-se de um edifício residencial de múltiplos andares, com execução da estrutura reticulada de concreto armado moldado no local, contrapiso racionalizado executado antes da alvenaria, alvenaria de vedação racionalizada e chapisco rolado na interface com alvenaria.

As esquadrias de madeira, através dos seus batentes, são fixadas com espuma de poliuretano expandida e exige da alvenaria uma precisão geométrica dos vãos para que sejam instaladas.

As esquadrias de alumínio são fixadas em contra marcos chumbados na alvenaria e, assim como as esquadrias de madeira, exigem a mesma precisão geométrica.

As alvenarias das áreas não molháveis são revestidas com gesso e as das áreas molháveis com emboço e azulejo. O esquadro, planicidade e prumo das paredes são fundamentais para a boa execução do revestimento.

As impermeabilizações previstas não provocam interface com as alvenarias.

As instalações elétricas foram previstas para serem embutidas durante a execução da alvenaria.

As instalações hidráulicas de prumadas passam por shafts que tem passagens independentes da alvenaria.

## Capítulo 4 - PROCEDIMENTOS E ITENS PARA O CONTROLE DA QUALIDADE GEOMÉTRICA DAS ALVENARIAS

O capítulo 4 descreve o primeiro objetivo principal proposto no trabalho onde procura-se definir e descrever os itens e procedimentos relacionados ao controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada que foram aplicados no estudo de caso.

### 4.1 – Plano de inspeção

O controle de qualidade de execução aplicado no estudo de caso foi do tipo externo e se limitou a levantar dados sobre as discrepâncias geométricas para os principais itens de controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada.

Definiu-se como plano de inspeção os seguintes itens, os quais serão mais detalhados em tópicos deste mesmo capítulo e no decorrer do capítulo 3:

- Pontos a serem inspecionados no projeto do edifício: **marcação de primeira fiada da alvenaria e elevação de alvenaria**
- Características a serem inspecionadas em cada ponto: **locação geométrica de paredes, esquadro, planicidade, dimensões dos vãos, prumo;**
- Avaliações e/ou inspeções que serão realizadas em cada ponto;
- Procedimentos que serão utilizados na avaliação;
- Instrumentos utilizados.

Não serão adotados critérios de aceitação e rejeição para nenhum item característico inspecionado, pois o objetivo maior deste trabalho é sugerir critérios a serem adotados após ter-se levantado números vigentes num estudo de caso.

## 4.2 Projetos e ferramentas utilizados para conferência dos itens de controle

Os projetos de marcação de primeira fiada e de elevações de parede devem ser utilizados para conferência da qualidade geométrica da alvenaria. Um projeto de execução de alvenaria deve conter informações de medidas de dimensões dos ambientes, folgas para vãos de esquadrias. Neste trabalho, as medidas de projeto são tomadas como referência, de modo que não foram questionadas quanto à sua veracidade. s

As ferramentas que devem ser utilizadas para elaboração do controle de qualidade geométrico da execução de alvenaria de vedação são: trena metálica de 30m, esquadro de alumínio de 90° de 80x100cm, régua de aço graduada de 30cm, trena metálica de 5m, régua de alumínio de 2m e prumo de face. Estes componentes podem ser visualizados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Também foram utilizados: o projeto de marcação de primeira fiada, projetos de elevações e tabelas para anotar os resultados.



Figura 29 – Trena metálica de 30m.

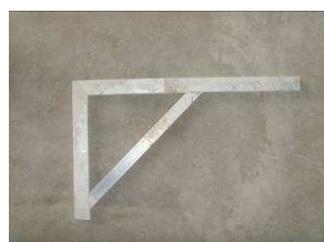


Figura 30 – Esquadro de alumínio de 90°.



Figura 31 – Régua de aço de 30cm.



Figura 32 – Trena metálica de 5m.

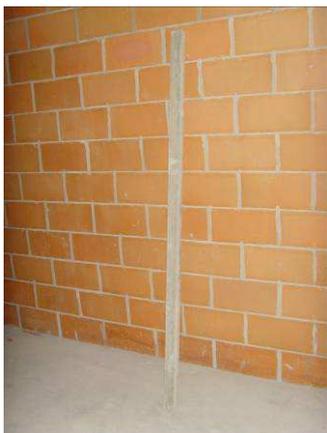


Figura 33 – Régua de alumínio de 200cm.



Figura 34 – Prumo de face.

### **4.3 Descrição dos procedimentos e itens para o controle da qualidade geométrica das alvenarias**

#### **4.3.1 Locação geométrica das paredes**

Responsável por delimitar as extremidades do edifício, além de definir as dimensões dos ambientes e ter interface direta com estrutura e prumadas hidráulicas, este é sem dúvida um dos itens mais importantes da execução da alvenaria. Sua marcação incorreta pode gerar problemas com espessuras de revestimentos externos, comprometimento de medidas internas de ambientes etc.

Para verificar este item deve-se utilizar o projeto de marcação de primeira fiada e uma trena metálica de 30 metros, além da Tabela 1 onde são anotados valores das variações encontradas no processo de conferência que está ilustrado na Figura 8.

As medidas devem ser obtidas do projeto, que as cota através de medidas paralelas aos eixos principais, um longitudinal e outro transversal. São coletadas duas medidas em paredes com comprimento menores que 200cm (uma medida em cada extremidade) e três medidas em paredes com comprimento igual ou maior a 200cm (uma medida em cada extremidade e outra no centro da parede).



Figura 35 – Conferência da locação geométrica.

Tabela 1 – Exemplos de valores da variação no controle de locação geométrica das paredes.

<b>CONTROLE DE LOCAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PAREDES</b>			
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>		
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>	<b>CENTRO</b>
1A	2	3	4
1B	0	-3	-4
2A	5	3	2
2B	-2	-1	0
3A	0	2	0
3B	3	0	-
4	1	1	2
5A	-2	-1	0
5B	1	1	2

#### 4.3.2 Esquadro na marcação das paredes

Fundamental para garantir a estética de pisos modulares, azulejos, móveis etc. Quando executado com precisão, reduz espessuras dos revestimentos verticais.

Na obra em estudo, só existem ângulos retos entre paredes, de forma que para fazer a verificação da ortogonalidade entre as paredes utiliza-se um esquadro de alumínio de 90° de 80x100cm e, para aferir a diferença encontrada, é utilizada uma régua de aço graduada de 30cm. Deve-se encostar totalmente o menor lado do esquadro numa das duas paredes e medir a variação na extremidade do lado maior.

As variações observadas devem ser anotadas na Tabela 2, criada para anotar os valores da variação deste item e a Figura 9 ilustra um exemplo da conferência.

Tabela 2 – Exemplos de valores da variação no controle de esquadro das paredes.

<b>CONTROLE DO ESQUADRO DAS PAREDES</b>	
<b>ENCONTRO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>
P03A x P41A	0
P03A x P43AA	0
P11A x P44A	0
P09A x P35A	0
P25A x P37A	3
P26A x P40A	0
P16A x P35A	0
P15A x P41A	2
P22A x P50A	0
P03B x P41B	3



Figura 36 – Conferência do esquadro das paredes.

### 4.3.3 Prumo da elevação das paredes

Grande vilão das altas espessuras de revestimento, além de ter interface com estrutura e instalações hidráulicas.

Utiliza-se um prumo de face como ferramenta para aplicação do controle de qualidade. Cada parede deve ser conferida duas vezes (uma em cada extremidade) sendo que entre a castanha e o peso, conforme Figura 10. A castanha (pedaço de madeira onde se segura o prumo) deve ser encostada na parede e o fio do prumo precisa ser esticado em cerca de 200cm de modo que a castanha esteja encostada na parede e o peso deslize levemente encostados na parede. Caso o peso esteja afastado da parede esta variação deve ser medida e o valor anotado. Se o peso estiver muito encostado na parede a castanha deve ser afastada do apoio até que o peso deslize levemente na parede, então o valor da variação entre a castanha e a parede deve ser anotado na Tabela 3 que deve ser criada para anotação das variações.



Figura 37 – Conferência do prumo das paredes.

Tabela 3 – Exemplos de valores da variação no controle de prumo.

<b>CONTROLE DO PRUMO DAS PAREDES</b>		
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>
1A	2	3
1B	0	3
2A	5	3
2B	2	1
3A	0	2
3B	3	0
4	1	1
5A	2	1
5B	1	1

#### 4.3.4 Planicidade da elevação das paredes

Importante para garantir uma pequena espessura no revestimento.

Conferido na etapa de elevação de alvenaria, através de uma régua de alumínio de 2m de comprimento e uma régua de aço graduada de 30cm. A régua de alumínio deve ser colocada rente à parede em várias direções e sua planicidade conferida, tomando-se nota da diferença encontrada. Deve-se criar uma Tabela para se colocar as variações de valores encontradas pelo controle (tabela 4).

A planicidade é verificada verticalmente nas duas extremidades da parede e também nos sentidos diagonal de  $45^\circ$  e  $135^\circ$  (Figura 11) em relação ao piso na região central da parede.

Existe um dado de extrema relevância na aplicação deste procedimento: é imprescindível saber o lado pelo qual o pedreiro executou a parede pelo fato de se ter a melhor condição de alinhamento da parede uma vez que as irregularidades geométricas do bloco ficarão concentradas neste outro lado da parede. Se a conferência for aplicada do lado oposto, as variações podem ser bem maiores do que as encontradas, pelo fato das irregularidades serem maiores num dos lados do bloco. Pode ser que não haja este problema em blocos de concreto.

No início da aplicação do controle é recomendável perguntar ao pedreiro qual o lado para se conferir o alinhamento da parede, com o tempo consegue-se notar tais diferenças.



Figura 38 – Conferência da planicidade das paredes.

Tabela 4 – Exemplos de valores da variação no controle de planicidade.

<b>CONTROLE DA PLANICIDADE DAS PAREDES</b>	
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>
1A	2
1B	0
2A	5
2B	2
3A	0
3B	3
4	1
5A	2
5B	1

#### **4.3.5 Dimensões dos vãos para esquadrias**

Os vãos previstos na alvenaria geralmente são dimensionados para que seja “encaixada” uma esquadria posteriormente. Sua precisão pode evitar um quebra-quebra generalizado na alvenaria ou ainda evitar enchimentos para complementar vãos.

As referências para a verificação deste item devem vir do projeto de alvenaria. As medidas devem ser conferidas no local, com o auxílio de: trena metálica de 5 metros, régua de alumínio, régua de aço graduada de 30cm e prumo de face. Devem ser conferidas em duas etapas distintas: conferência de marcação e conferência de elevação.

A primeira etapa que acontece na marcação de primeira fiada tem como objetivo aferir apenas as dimensões horizontais dos vãos previstos em projeto. Estes vãos geralmente são de portas, pois as demais medidas dos vãos só podem ser aferidas após a etapa de elevação, pois as janelas são demarcadas apenas na elevação das paredes. Deve ser feita uma leitura de medida do projeto para cada vão e conferido

no local com a trena metálica. Os valores das variações encontradas devem ser anotadas na Tabela 5 e a Figura 12 ilustra um exemplo de conferência.



Figura 39 – Conferência da dimensão do vão na marcação.

Tabela 5 – Exemplos de valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES DE VÃOS NA MARCAÇÃO DE 1ª FIADA DAS PAREDES</b>				
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>			
	<b>VÃO 1</b>	<b>VÃO 2</b>	<b>VÃO 3</b>	<b>VÃO 4</b>
12A	5	49	-	-
15A	2	5	6	5
16A	5	-	-	-
16B	5	-	-	-
20A	5	-	-	-
20B	6	-	-	-
22A	7	-	-	-

A segunda etapa da conferência dos vãos acontece após a execução da elevação de alvenaria, onde se pretende conferir tanto as dimensões horizontais como também as dimensões verticais dos vãos das portas e janelas. Devem ser criadas tabelas que contemplem os dois itens distintos:

Dimensões dos vãos na elevação: à semelhança da etapa de marcação, deve ser feita uma leitura de medida do projeto para cada vão. Deve-se coletar duas medidas na vertical e duas medidas na horizontal de cada vão (uma medida em cada extremidade). As medidas são conferidas no local com a trena metálica de 5m e os valores das variações encontradas descritas na Tabela 6 e sua conferência foi exemplificada na Figura 13.



Figura 40 – Conferência da dimensão do vão na elevação.

Tabela 6 – Exemplos de valores da variação no controle de dimensões dos vãos na elevação.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES VERTICAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
12A	5		49		-			-
15A	2		5		6			5
16A	5		-		-			-
16B	5		-		-			-
20A	5		-		-			-
20B	6		-		-			-
22A	7		-		-			-

#### 4.3.6 Prumo dos montantes dos vãos

Para se conferir o prumo dos montantes dos vãos utiliza-se um prumo de face como equipamento para aplicação do controle de qualidade e o resultado da variação deve ser coletado e anotado (Figura 14). O procedimento para utilização do prumo de face deve ser o mesmo descrito no item de prumo das paredes. Cada vão deve ser conferido duas vezes (uma conferência para cada montante do vão) e deve-se criar uma tabela, como a Tabela 7 para anotar seus valores de variação.

Tabela 7 – Exemplos de valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos.

CONTROLE DE PRUMO DOS VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES								
NÚMERO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)							
	VÃO 1		VÃO 2		VÃO 3		VÃO 4	
	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2
12A	5		49		-			-
15A	2		5		6			5
16A	5		-		-			-
16B	5		-		-			-
20A	5		-		-			-
20B	6		-		-			-
22A	7		-		-			-



Figura 41 – Conferência do prumo do montante do vão.

## Capítulo 5 - APLICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS – ESTUDO DE CASO

Este é o principal capítulo, pois procura elaborar propostas das tolerâncias geométricas, que constitui o segundo objetivo principal do trabalho além de descrever dois objetivos complementares propostos neste trabalho: as análises dos procedimentos relacionados ao controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada propostos neste trabalho e aplicados no estudo de caso e análise da qualidade geométrica da alvenaria encontrada no estudo de caso.

Contempla também os resultados obtidos na pesquisa de campo através de tabelas com variações encontradas na aplicação do controle de qualidade além de resultados gerados pelas tabelas.

### 5.1 Resultados e análises

Para que seja feita uma análise crítica da qualidade geométrica das paredes fez-se um breve levantamento de alguns procedimentos de controle de qualidade de execução de alvenaria propostos por diferentes empresas e referências bibliográficas as quais são aqui sintetizadas na Tabela 8. Estas tolerâncias foram revistas ao término deste capítulo, após se obter os resultados com esta pesquisa.

Tabela 8 – Síntese das tolerâncias.

ITENS DE CONTROLE	Tolerâncias (mm)			
	CYRELA	EZTEC	CTE	GAFISA
Locação geométrica	±5	±3	±3	±3
Esquadro na marcação	±3	±2	±2	±2
Dimensões dos vãos na marcação	±3	±3	±5	+10
Prumo da elevação	±5	±3	±5	±5
Planicidade da elevação	±5	±3	-	±3
Dimensões dos vãos na elevação	-5+10	±3	±5	+10
Prumo dos montantes dos vãos	±5	-	-	±10

O tratamento dos dados dos itens a seguir, foi elaborado tendo como base as planilhas de conferências do controle de qualidade propostas no capítulo 4, sendo que foram considerados apenas valores absolutos para se calcular as variações dos valores máximos, médios, medianos, mínimos que também são apresentados ao final de cada item de controle. Nenhum resultado foi descartado no tratamento dos dados, nem mesmo as variações muito acima das médias resultantes.

### 5.1.1 Locação geométrica das paredes

- Resultados obtidos

Tabela 9 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 1.

<b>CONTROLE DA LOCAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PAREDES PAVIMENTO 1</b>			
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>		
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>	<b>CENTRO</b>
2A	1	0	2
2B	2	5	4
3A	4	2	2
3B	-1	1	3
4A	3	2	2
4B	4	4	3
5A	5	4	5
5B	6	3	0
6A	2	-0	-
6B	6	-4	-
8A	3	2	-
8B	5	2	-
9A	2	2	0
9B	1	1	3
10	5	5	-
11A	2	2	-
11B	-1	1	-
12A	0	0	-3
12B	1	-2	-
13A	0	3	-
13B	1	4	-
14	4	4	-
15A	5	3	3
15B	4	0	1
16A	2	-1	0
16B	-2	-2	-2
17	1	0	-
18A	2	3	-
18B	4	2	-
19A	0	0	-
19B	1	1	-

21A	3	1	-
21B	5	5	-
22	1	3	5
26A	6	4	4
27A	1	4	4
27B	4	4	4
29A	2	1	2
29B	4	4	3
32A	-1	0	3
32B	-2	-1	-2
33A	4	3	3
33B	-2	1	3
34A	1	0	-
34B	3	2	-
35A	0	3	4
35B	7	4	4
36A	0	1	-
36B	1	0	-
39A	-2	-1	0
39B	4	2	2
41A	0	2	0
41B	3	0	1
43A	2	2	-
43B	5	3	-
44A	1	2	2
44B	1	1	1
46A	2	1	1
46B	0	-1	-1
47	5	4	-
48A	2	2	1
48B	0	1	1
50A	2	0	-
50B	3	1	-
51	-3	-2	-
52A	5	4	-
52B	4	5	-
55	4	2	-
63A	4	4	3
63B	0	1	3

Tabela 10 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 2.

<b>CONTROLE DA LOCAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PAREDES PAVIMENTO 2</b>			
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>		
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>	<b>CENTRO</b>
2A	2	0	2
2B	2	1	2
3A	-2	1	3
3B	1	0	1
4A	2	3	2
4B	6	5	6
5A	-1	1	2
5B	-5	-6	-4
6A	1	3	-

6B	2	4	-
8A	3	2	-
8B	2	1	-
9A	2	1	-
9B	-1	1	2
11A	0	1	-
11B	1	2	-
12A	-2	-5	-3
12B	-1	1	0
13A	3	3	-
13B	3	1	-
14	0	4	2
15A	2	0	2
15B	2	2	1
16A	0	0	0
16B	-2	-1	-1
17	2	1	-
18A	4	4	-
18B	1	-1	-
19A	1	1	-
19B	2	2	-
21A	2	3	-
21B	4	1	-
22A	-2	1	0
22B	0	1	1
26A	1	3	4
26B	2	4	2
27A	3	2	0
27B	3	2	1
29A	-1	0	3
29B	3	2	0
32A	1	2	5
32B	-1	-2	2
33A	-4	1	5
33B	-3	-2	0
34A	0	1	-
34B	1	0	-
35A	2	0	4
35B	5	5	4
36A	3	2	-
36B	0	-3	-
39A	-1	-2	-3
39B	0	2	-1
41A	-1	-3	-5
41B	5	2	2
43A	4	3	-
43B	8	7	-
44A	-1	-2	3
44B	1	4	2
46A	2	0	-
46B	5	4	-
47B	0	4	-
48A	5	0	2
48B	4	3	3
50A	2	1	-
50B	0	-1	-
51	-5	-3	-
52A	20	18	-

52B	5	2	-
58A	-2	1	3

Tabela 11 – Valores da variação no controle de locação geométrica das paredes – pavimento 3.

NÚMERO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)		
	EXTREMIDADE 1	EXTREMIDADE 2	CENTRO
2A	2	3	4
2B	0	-3	-4
3A	5	3	2
3B	-2	-1	0
5A	0	2	0
5B	0	0	-1
9A	1	1	2
9B	-2	-1	0
11A	3	0	-
12B	-4	-1	-
13B	3	2	3
15B	3	2	3
16A	-3	-2	-2
16B	-4	-3	-
18B	0	-1	0
20A	-2	-1	-1
20B	2	3	3
21A	2	4	-
21B	0	2	-
22A	1	0	-
22B	2	3	1
26A	4	3	4
26B	0	2	3
27A	2	2	1
27B	2	1	2
29A	4	5	3
29B	0	0	1
32A	5	5	4
32B	-2	2	1
33A	-1	-1	0
33B	-3	-2	-3
35A	-2	-3	-2
35B	0	-2	-1
36A	0	-1	-
36B	-2	-1	-
37A	0	2	-
37B	-3	-2	-
39A	-2	-1	-1
39B	-1	0	1
40A	5	5	-
40B	1	2	-
41A	-1	0	1
41B	-4	-4	-2
43A	2	1	1
43B	0	3	2
44A	-3	-1	0

44B	-2	-4	0
45A	0	0	0
45B	0	-4	-3
46A	1	5	-
46B	-1	-2	0
47B	1	3	-
48A	2	2	1
48B	1	3	2
50A	1	-1	-
50B	1	0	-
51	-2	1	-
52	3	2	-

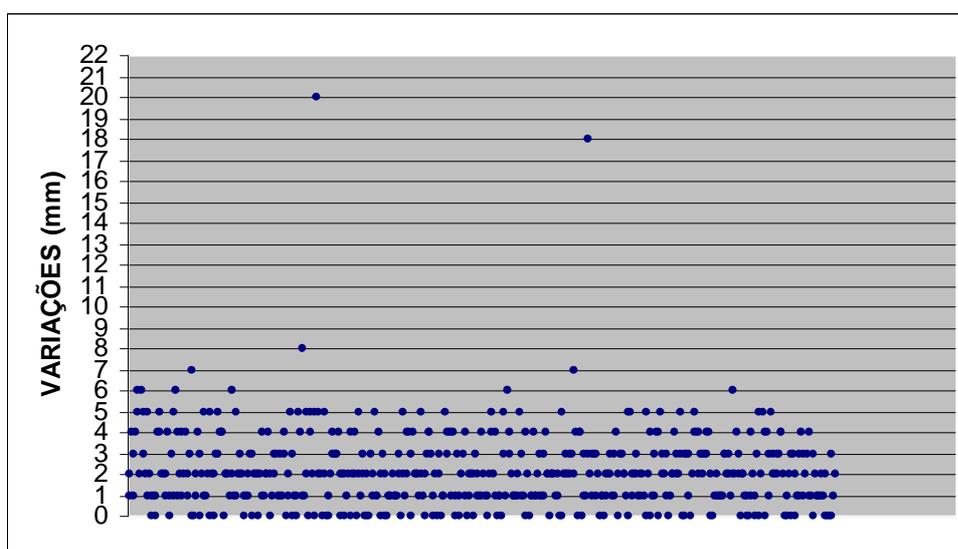


Figura 42 – Gráfico de variações de localização geométrica

Variações:

Máxima: 20mm;

Mínima: 0mm;

Média: 2,2mm;

Mediana: 2mm;

- **Análises**

Neste item de controle da localização geométrica, foram conferidas 206 paredes planilhadas nas Tabelas 9, 10 e 11. As variações foram ilustradas no gráfico da Figura 42. Percebe-se que a grande maioria dos desvios está no intervalo entre 1 e

3mm, sendo que os desvios acima de 5mm resultaram em 27 ocorrências que tiveram suas origens investigadas, por terem sido consideradas de alta variação.

Chegou-se à conclusão de que 5 das 27 paredes com variações superiores a 5mm foram impedidas por pilares da estrutura de modo que havia grande dificuldade na locação desta parede criando-se a necessidade de acumular medidas, dificultando sua precisão. A Figura 43 demonstra em planta a dificuldade de se marcar e conferir a parede P43. Como sugestão, o projeto de marcação para estes casos poderia trazer a locação destas paredes com medidas parciais de origem em paredes mais próximas ao invés do eixo ou disporem de uma tolerância maior do que o restante das paredes.

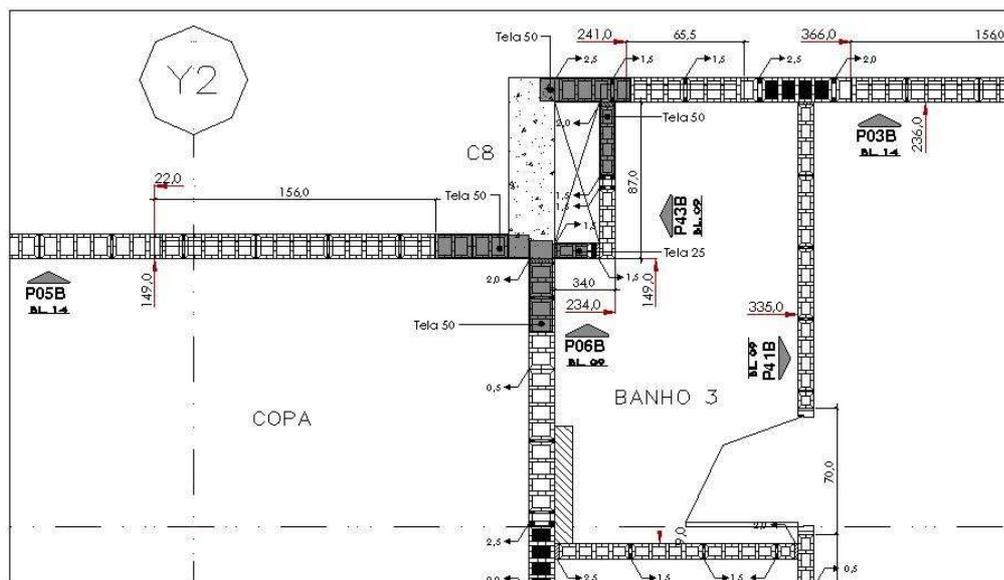


Figura 43 – Parede P43 impedida de marcar e conferir a medida diretamente.

As paredes que foram deslocadas em função do deslocamento da estrutura somaram 15 ocorrências. Em 2 paredes, pode-se notar que o desvio era pontual, de modo que se fosse pega a medida em relação a um bloco próximo, este desvio já seria inferior a 5mm. Nestes dois casos pode-se considerar que os desvios não atrapalhariam a qualidade da parede.

Nas 5 paredes restantes não foram encontradas as origens aparentes pelo desvio acima de 5mm, de modo que podem ser consideradas com desvios acima do aceitável.

Na conferência da locação geométrica das paredes foi encontrada alguma dificuldade em se aferir, com precisão milimétrica, as medidas. Credita-se esta dificuldade ao fato de existir a necessidade de se manter a trena nivelada e esticada para coleta da medida. A marcação da primeira fiada foi totalmente executada de modo que a trena, na hora da conferência, seja conferida por cima do bloco e não por baixo, fazendo com que a mesma não possa ser esticada e tendo o piso como apoio para garantir uma planicidade mais reta possível.

Notou-se que em algumas marcações de primeira fiada o desvio nem sempre pôde ser considerado como uma falha de execução, pois em vários casos o marcador deslocou a parede para alinhar com a viga. Neste caso, sugere-se que se crie um procedimento para o marcador registrar os deslocamentos decididos ao longo da execução, que este documento seja aprovado pela administração da obra e também se aplique uma ferramenta para conferir a coplanaridade da parede com a viga. Esta ferramenta pode ser simplesmente a adaptação de um console num prumo de face comum, conforme mostrado na Figura 44:



Figura 44 – Conferência da locação das paredes com prumo de face adaptado

## 5.1.2 Esquadro na marcação das paredes

- Resultados obtidos

Tabela 12 – Valores da variação no controle do esquadro das paredes

CONTROLE DO ESQUADRO DAS PAREDES PAVIMENTO 1		CONTROLE DO ESQUADRO DAS PAREDES PAVIMENTO 2		CONTROLE DO ESQUADRO DAS PAREDES PAVIMENTO 3	
ENCONTRO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)	ENCONTRO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)	ENCONTRO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)
P03A x P41A	0	P03A x P43A	0	P03A x P41A	0
P03A x P43A	0	P11A x P44A	0	P03A x P43A	0
P11A x P44A	0	P09A x P35A	4	P11A x P44A	2
P09A x P35A	0	P16A x P32A	0	P09A x P35A	0
P25A x P37A	3	P08A x P32A	0	P16A x P32A	0
P26A x P40A	0	P13A x P46A	0	P08A x P32A	0
P16A x P35A	0	P22A x P50A	0	P25A x P37A	0
P15A x P41A	2	P12A x P48A	0	P26A x P40A	0
P22A x P50A	0	P15A x P41A	0	P13A x P46A	1
P03B x P41B	3	P18A x P55A	0	P20A x P45A	0
P11A x P44A	2	P03B x P41B	0	P18A x P50A	2
P26A x P40A	1	P03B x P43B	1	P04B x P49B	1
P18B x P55B	0	P11B x P44B	2	P03B x P41B	0
P22B x P48B	2	P09B x P35B	2	P03B x P43B	2
P18B x P50B	0	P08B x P32B	0	P11B x P44B	0
P11B x P41B	2	P13B x P46B	0	P09B x P35B	1
P09B x P32B	1	P22B x P48B	0	P16B x P32B	0
P16B x P35B	0	P18B x P55B	0	P08B x P32B	0
P09B x P35B	0	P09B x P32B	2	P25B x P37B	0
		P16B x P35B	0	P26B x P40B	0
		P15B x P36B	0	P13B x P46B	1
		P15B x P41B	0	P18B x P55B	0
		P15B x P44B	0		
		P22B x P50B	0		
		P12B x P48B	0		
		P12B x P55B	0		

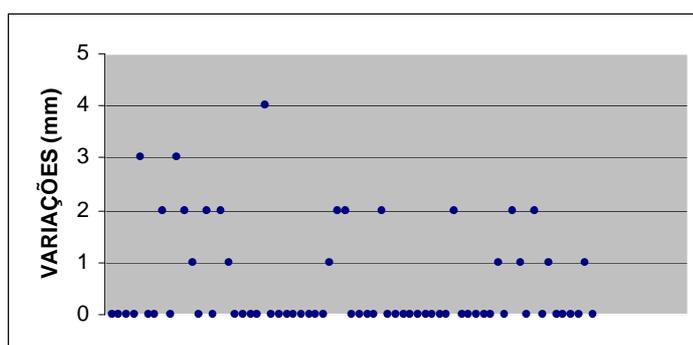


Figura 45 – Gráfico de variações de esquadro

Variações:

Máxima: 4mm;

Mínima: 0mm;

Média: 0,6mm;

Mediana: 0mm;

- **Análises**

Já neste item de conferência do esquadro, não houve grandes dificuldades em se aplicar o procedimento proposto para conferência do esquadro. A única observação pertinente fica por conta da raspagem das juntas verticais de argamassa antes da conferência, pois suas rebarbas poderiam atrapalhar a precisão da mesma (Figura 46).



Figura 46 – Raspagem da junta de argamassa para efetuar a conferência

Todas as paredes perpendiculares entre si tiveram seu esquadro conferido neste trabalho. Foram conferidos 67 pontos de esquadro na marcação das paredes e anotados na Tabela 12 e as variações foram ilustradas no gráfico da Figura 45. Ao

se analisar os resultados pode-se observar que a 70% das ocorrências a variação eram nulas. Mesmo assim, paredes tinham variações acima de 2mm foram investigadas e somaram apenas 3 ocorrências.

Concluiu-se que uma ocorrência tinha como origem a planicidade do bloco defeituoso, que influenciou no resultado do desvio, e as outras duas não foi possível detectar a origem da variação mais elevada e provavelmente deve ser atribuída à mão-de-obra de execução.

Em função dos dados resultantes da Tabela 12, a conclusão tirada é que a qualidade geométrica do esquadro está excelente devido à baixa incidência de ocorrências, e seus números de variação média (abaixo de 1mm) e mediana (zero) serem muito baixo.

### 5.1.3 Dimensões dos vãos na marcação das paredes

- **Resultados obtidos**

Tabela 13 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação - pavimento 1.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES DOS VÃOS NA MARCAÇÃO PAVIMENTO 1</b>				
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>			
	<b>VÃO 1</b>	<b>VÃO 2</b>	<b>VÃO 3</b>	<b>VÃO 4</b>
12A	4	2	-	-
12B	3	2	-	-
14	-1	-	-	-
15A	0	5	0	7
15B	5	5	5	4
16A	1	-	-	-
16B	4	-	-	-
22A	2	-	-	-
35A	1	-	-	-
35B	5	-	-	-
36A	1	-	-	-
36B	4	-	-	-
41A	6	-	-	-
41B	4	-	-	-
46A	4	-	-	-
46B	3	-	-	-
47B	2	-	-	-
48A	5	-	-	-

48B	6	-	-	-
51	6	-	-	-
55	0	-	-	-
63	3	-	-	-

Tabela 14 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação - pavimento 2.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES DOS VÃOS NA MARCAÇÃO PAVIMENTO 2</b>				
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>			
	<b>VÃO 1</b>	<b>VÃO 2</b>	<b>VÃO 3</b>	<b>VÃO 4</b>
12A	0	0	-	-
12B	5	5	-	-
14	2	-	-	-
15A	0	-10	5	2
15B	2	3	2	6
16A	4	-	-	-
16B	4	-	-	-
22A	5	-	-	-
22B	5	-	-	-
35A	4	-	-	-
35B	4	-	-	-
36A	0	-	-	-
36B	56	-	-	-
41A	4	-	-	-
41B	2	-	-	-
46A	2	-	-	-
46B	1	-	-	-
47B	6	-	-	-
48A	4	-	-	-
48B	4	-	-	-
51	4	-	-	-

Tabela 15 – Valores da variação no controle de dimensões dos vãos na marcação – pavimento 3.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES DOS VÃOS NA MARCAÇÃO PAVIMENTO 3</b>				
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>			
	<b>VÃO 1</b>	<b>VÃO 2</b>	<b>VÃO 3</b>	<b>VÃO 4</b>
12A	5	49	-	-
15A	2	5	6	5
16A	5	-	-	-
16B	5	-	-	-
20A	5	-	-	-
20B	5	-	-	-
35A	8	-	-	-
35B	0	-	-	-
36A	4	-	-	-
36B	5	-	-	-
40A	5	-	-	-
40B	2	-	-	-

41A	2	-	-	-
41B	6	-	-	-
46A	4	-	-	-
46B	1	-	-	-
47B	2	-	-	-
48A	5	-	-	-
48B	7	-	-	-
51	10	-	-	-

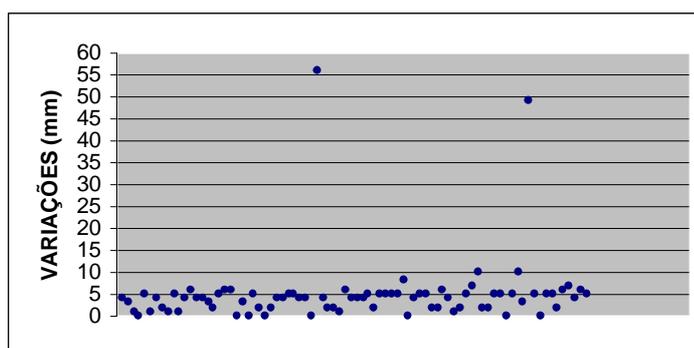


Figura 47 – Gráfico de variações de dimensões dos vãos na marcação.

Variações:

Máxima: 56mm;

Mínima: 0mm;

Média: 4,9mm;

Mediana: 4mm;

- **Análises**

Certamente a conferência das dimensões dos vãos na marcação foi o item de maior facilidade para assimilar e aplicar o procedimento proposto neste trabalho, pois os vãos possuem medidas curtas e é feita apenas uma leitura para cada medida, sendo que estas medidas usualmente não passam de 1 metro de comprimento. O controle foi aplicado em todos os vãos.

No controle de dimensões dos vãos na marcação foram conferidas 82 situações demonstradas nas Tabelas 13, 14 e 15 e suas variações foram ilustradas no gráfico da Figura 47.

Pode-se notar um sistemático número de variações com 5mm ou maiores que colaboraram sensivelmente para uma média aritmética alta do ponto de vista estatístico (4,9mm) de variação milimétrica do item. Estes desvios elevados não podem ser atribuídos a nenhuma dificuldade de execução devido à curta distância.

O fato chamou a atenção e deste autor e justificou uma investigação mais detalhada. Pode-se constatar uma sistemática elevação das variações que a origem fora um pedido do mestre de obras em solicitar ao marcador que aumentasse em até 5mm as medidas dos vãos. Este fato não foi comunicado à engenharia da obra, que nada sabia até então. Percebe-se que esta medida confundiu o marcador, que não aumentou em 5mm sistematicamente todos os vãos, não obtendo um padrão lógico para se avaliar suas tolerâncias. Caso este aumento fosse necessário e aprovado o projeto de marcação deveria ser revisado, tirando do operário a decisão de onde aumentar para que lado o vão seria aumentado.

Também se notou que, em 2 casos, as peças que servem de “boneca” de porta estavam faltando na marcação, provavelmente por terem sido deslocadas pelo toque de um carrinho que transita nos ambientes. Esta diferença também foi anotada no controle e será mostrada na Figura 48.



Figura 48 – Detalhe de vão de 1ª fiada da parede que tem peça faltante.

Conclui-se que neste item, a falta da aplicação sistemática de um método de controle permitiu que a obra interpretasse da sua maneira qual seria tolerância aceitável, aumentando as folgas dos vãos a seu critério.

#### 5.1.4 Prumo da elevação das paredes

- **Resultados obtidos**

Tabela 16 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 1.

<b>CONTROLE DO PRUMO DAS PAREDES PAVIMENTO 1</b>		
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>
2A	3	1
2B	2	1
3A	0	2
3B	0	1
4A	2	2
4B	1	3
5A	1	2
5B	4	2
6A	0	0
6B	2	1
8A	2	4
8B	0	1
9A	2	0
9B	2	0
11A	0	0
11B	0	2
12A	2	1
12B	2	1
13A	0	0
14	1	0
15A	3	1
15B	0	2
16A	0	1
16B	1	1
18A	2	1
18B	0	2
21A	3	2
21B	2	1
22A	5	5
22B	2	0
27A	5	2
27B	0	1
29A	1	6
29B	2	1

32A	1	0
32B	0	1
33A	2	0
33B	3	2
34A	1	2
34B	2	1
35A	4	4
35B	1	0
36A	0	2
36B	0	0
39A	2	2
39B	0	1
41A	0	2
41B	1	1
42A	3	1
42B	0	1
43A	2	1
43B	1	0
44A	0	0
44B	2	1
45A	3	2
45B	1	1
46A	2	2
46B	1	0
50A	0	2
50B	2	1
51	3	2
52A	2	0
52B	0	0
54	3	2

Tabela 17 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 2.

<b>CONTROLE DO PRUMO DAS PAREDES PAVIMENTO 2</b>		
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>
2A	4	0
2B	1	3
3A	0	2
3B	2	3
4A	0	2
4B	2	1
5A	0	0
5B	1	2
6A	2	4
6B	2	1
8A	1	1
8B	0	2
9A	0	1
9B	1	0
11A	0	0

11B	0	0
12A	3	2
12B	2	1
13A	1	3
14	3	4
15A	2	1
15B	4	2
16A	1	1
16B	2	3
18A	2	1
18B	2	0
22A	0	0
22B	2	4
27A	1	3
27B	2	1
29A	0	0
29B	0	1
32A	3	2
32B	1	1
33A	0	1
33B	0	0
35A	2	2
35B	1	0
36A	1	2
36B	0	1
39A	3	1
39B	0	0
41A	1	0
41B	0	0
42A	2	1
42B	0	3
43A	0	1
43B	2	0
45A	0	0
45B	2	3
46A	0	0
46B	1	0
48A	2	1
48B	3	1
51	3	1
52A	2	1
52B	0	2
54	1	1

Tabela 18 – Valores da variação no controle de prumo das paredes – pavimento 3.

<b>CONTROLE DO PRUMO DAS PAREDES</b>		
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	
	<b>EXTREMIDADE 1</b>	<b>EXTREMIDADE 2</b>
2A	3	2
2B	2	5
3A	4	2

3B	5	4
4A	0	1
4B	6	5
5A	3	2
5B	1	3
6A	0	2
6B	3	2
7A	5	2
7B	2	0
8A	1	0
8B	2	2
9A	3	1
9B	0	1
13A	0	1
13B	2	1
15A	4	3
15B	2	5
16A	0	1
16B	5	1
18A	4	3
18B	3	0
20A	1	0
20B	4	0
21A	2	1
21B	0	1
22A	0	0
22B	0	0
23A	3	3
23B	2	1
25A	3	2
25B	2	6
26A	2	5
26B	1	2
27A	0	1
27B	0	1
29A	5	2
29B	2	1
30A	3	0
30B	2	1
32A	0	2
32B	3	1
33A	1	4
33B	2	2
34A	2	1
34B	3	0
35A	0	0
35B	3	2
36A	1	3
36B	0	0
37A	0	0
37B	0	2
38A	2	2
38B	0	1
39A	2	0
39B	3	2
40A	1	2
40B	3	1
41A	1	2

41B	0	0
42A	0	1
42B	2	2
43A	2	1
43B	3	6
44A	0	0
44B	4	2
45A	0	3
45B	2	1
46A	1	0
46B	2	1
48A	5	3
48B	3	5
49A	0	2
49B	2	1
50A	2	1
50B	2	1
52A	3	0
52B	2	3

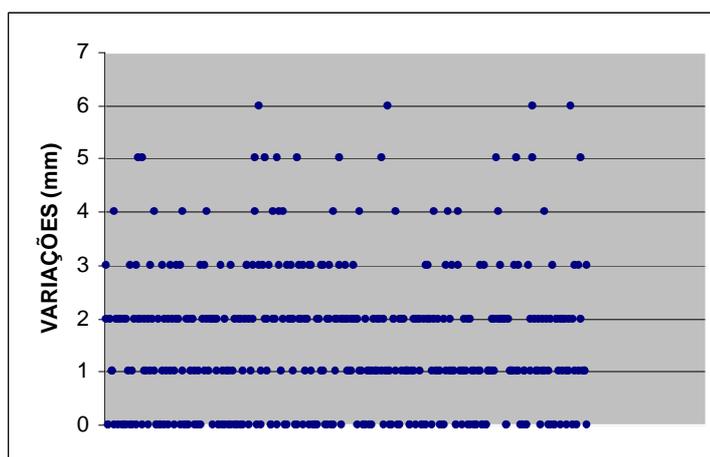


Figura 49 – Gráfico de variações de prumo das paredes.

Variações:

Máxima: 6mm;

Mínima: 0mm;

Média: 1,5mm;

Mediana: 1mm;

- **Análises**

O total de paredes conferidas foi de 201, no decorrer dos 3 andares, e os resultados estão mostrados nas Tabelas 16,17 e 18 suas variações foram ilustradas no gráfico da Figura 49. Somente 3 paredes apresentaram desvios maiores que 5mm na

conferência de prumo. O índice pode ser considerado excelente, tendo em vista que a estatística do valor mediano ficou em 1mm e foram poucas as ocorrências acima da tolerância pré-estabelecida de 5mm e ainda estas que estavam acima ultrapassaram somente 1mm do limite além da média das variações de ficar abaixo de 2mm. Mesmo assim foram investigadas sobre a provável origem da alta variação. Não foi encontrado nenhum motivo aparente que justificasse o desvio acima dos 5mm.

A dificuldade de se conferir o prumo das paredes não está no seu procedimento descrito, mas sim na definição da variação, que necessita ser feita visualmente. Isso se deve ao o prumo ficar distante do alcance da mão que poderia utilizar uma régua de aço, reduzindo assim a precisão e abrindo margem para eventuais erros de interpretação. Devido à necessidade de precisão, esse procedimento foi executado com duas pessoas, uma par assegurar o prumo e outra pessoa para aferir a variação.

### 5.1.5 Planicidade das paredes

- **Resultados obtidos**

Tabela 19 – Valores da variação no controle de planicidade das paredes.

<b>CONTROLE DA PLANICIDADE DA ELEVÇÃO DAS PAREDES - PAVIMENTO 1</b>		<b>CONTROLE DA PLANICIDADE DA ELEVÇÃO DAS PAREDES - PAVIMENTO 2</b>		<b>CONTROLE DA PLANICIDADE DA ELEVÇÃO DAS PAREDES - PAVIMENTO 3</b>	
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>	<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>
2A	3	2A	5	2A	6
2B	1	2B	3	2B	3
3A	2	3A	0	3A	2
3B	1	3B	2	3B	5
4A	4	4A	3	4A	2
4B	3	4B	6	4B	1
5A	5	5A	2	5A	5
5B	2	5B	2	5B	0

6A	1
6B	3
8A	6
8B	2
9A	0
9B	4
11A	5
11B	2
12A	3
12B	1
13A	4
14	0
15A	4
15B	2
16A	2
16B	3
18A	1
18B	4
21A	0
21B	1
22A	0
22B	0
27A	4
27B	4
29A	2
29B	1
32A	1
32B	3
33A	3
33B	2
34A	0
34B	5
35A	3
35B	5
36A	5
36B	0
39A	4
39B	3
41A	2
41B	2
42A	8
42B	1
43A	2
43B	3
44A	4
44B	1
45A	6
45B	2
46A	0
46B	5
50A	2
50B	1
51	3
52A	1
52B	0
54	4

6A	0
6B	4
8A	6
8B	2
9A	0
9B	4
11A	2
11B	2
12A	3
12B	1
13A	4
14	0
15A	4
15B	2
16A	3
16B	3
18A	5
18B	3
21A	0
21B	2
22A	1
22B	0
27A	0
27B	3
29A	1
29B	1
32A	4
32B	5
33A	2
33B	2
34A	0
34B	4
35A	5
35B	5
36A	6
36B	1
39A	3
39B	2
41A	1
41B	1
42A	0
42B	1
43A	2
43B	5
44A	2
44B	1
45A	4
45B	0
46A	6
46B	4
50A	0
50B	3
51	4
52A	3
52B	1
54	5

6A	0
6B	4
8A	1
8B	0
9A	3
9B	4
11A	4
11B	5
12A	0
12B	4
13A	5
13B	5
15A	7
15B	5
16A	5
16B	2
18A	4
18B	2
20A	0
20B	3
21A	3
21B	3
22A	0
22B	0
23A	0
23B	0
25A	0
25B	0
26A	0
26B	2
27A	4
27B	0
29A	2
29B	1
32A	5
32B	1
33A	0
33B	0
34A	3
34B	3
35A	4
35B	2
36A	6
36B	4
37A	2
37B	0
38A	4
38B	0
39A	2
39B	2
40A	2
40B	2
41A	4
41B	3
44A	2
44B	8
45A	8
45B	4

46A	0
46B	4
48A	5
48B	0
49A	2
49B	4
50A	0
50B	2
51	3
55	4

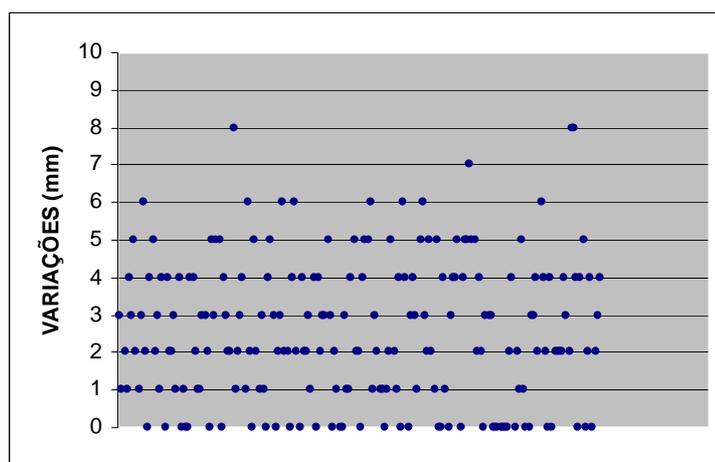


Figura 50 – Gráfico de variações de planicidade das paredes.

Variações:

Máxima: 8mm;

Mínima: 0mm;

Média: 2,5mm;

Mediana: 2mm;

- **Análises**

O total de paredes (indicadas na Tabela 19) que tiveram sua planicidade checada foi de 204. As variações foram ilustradas no gráfico da Figura 50 sendo que as maiores ou iguais a 5mm foram averiguadas e totalizaram 31 paredes.

Chegou-se à conclusão de que 13 das 31 paredes tinham um problema pontual na sua planicidade e, apesar de colaborarem para elevar a média (2,5mm) e mediana (2mm) da estatística de variações do item, não comprometeriam a espessura do revestimento. A origem destes 13 pontos estava relacionada à qualidade do bloco ou

de rebarbas de elementos pré-moldados utilizados na parede. Como sugestão, é possível desbastar o trecho que não passou na tolerância de planicidade se houver necessidade, de modo que não se comprometa a espessura do revestimento da parede.

Em 9 situações a origem da falta de planicidade vem do assentamento da última fiada, pois o espaço para assentar o bloco é apertado e exige um cuidado maior por parte do pedreiro na execução. Nestes casos o ideal seria refazer o trecho da última fiada responsável pela falta de planicidade da parede.

Nas outras 9 situações investigadas, 6 possuíam um trecho pequeno no meio da parede em que a planicidade era superior ao estabelecido e não chegavam a comprometer a qualidade da parede e nas outras 3 paredes restantes eram paredes pequenas (shafts) que provavelmente o pedreiro executou sem linha e escantilhão.

Outro dado que chamou a atenção foi que 25 das 31 paredes que ultrapassaram a tolerância são paredes internas e, ao investigar esse fato, foi constatado que trabalharam 2 equipes executando as elevações das paredes (1 equipe de 4 pedreiros que executaram a alvenaria externa e 1 equipe de 4 pedreiros que executaram a alvenaria interna). A primeira equipe, mais experiente, foi responsável por apenas 6 ocorrências acima; já a equipe de pedreiros da execução das paredes internas havia sido formada no início da obra, com integrantes provenientes de contratações recentes por parte da empresa executora, estavam em treinamento e erraram mais.

Pode-se chegar à conclusão de que a análise qualitativa do deste item é de suma importância, pois muitos pontos acima da tolerância pré-estabelecida não chegam a comprometer a qualidade da parede. Também é possível constatar “in loco” o quanto à qualidade dos blocos pode ser decisiva na planicidade das paredes, pois os desvios excessivos encontrados neste item geralmente estão associados a imprecisões neste material.

### 5.1.6 Dimensões dos vãos na elevação das paredes

- Resultados obtidos

Tabela 20 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 1.

CONTROLE DE DIMENSÕES VERTICAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 1								
NÚMERO DA PAREDE	VARIÇÃO (mm)							
	VÃO 1		VÃO 2		VÃO 3		VÃO 4	
	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2
02A	15	10	5	8	-	-	-	-
02B	-15	-15	-5	-10	-	-	-	-
03A	-7	5	-5	-2	-	-	-	-
03B	-5	0	-8	-2	-	-	-	-
04A	8	5	-	-	-	-	-	-
04B	0	12	-	-	-	-	-	-
05A	-5	-5	1	3	-	-	-	-
05B	0	0	-10	-5	-	-	-	-
12A	5	5	6	7	-	-	-	-
12B	0	5	8	5	-	-	-	-
15A	3	4	5	0	0	10	0	2
15B	0	-5	-5	-5	-2	-2	0	-5
16A	-5	-15	-	-	-	-	-	-
16B	0	0	-	-	-	-	-	-
20A	-10	-5	-	-	-	-	-	-
20B	0	-2	-	-	-	-	-	-
22A	0	0	-	-	-	-	-	-
22B	-3	-5	-	-	-	-	-	-
26A	-10	-5	-15	-5	-	-	-	-
26B	-15	-2	-10	-5	-	-	-	-
29A	15	10	-	-	-	-	-	-
29B	-5	0	-	-	-	-	-	-
32A	-5	-3	-	-	-	-	-	-
32B	-15	-10	-	-	-	-	-	-
35A	0	0	-	-	-	-	-	-
35B	3	5	-	-	-	-	-	-
36A	0	-10	-	-	-	-	-	-
36B	-5	-5	-	-	-	-	-	-
40A	-5	-15	-	-	-	-	-	-
40B	-10	-5	-	-	-	-	-	-
41A	5	5	-	-	-	-	-	-
41B	-5	-5	-	-	-	-	-	-
42A	-10	-5	-	-	-	-	-	-
42B	-5	-10	-	-	-	-	-	-
46A	-20	-15	-	-	-	-	-	-
46B	-5	0	-	-	-	-	-	-
48A	5	0	-	-	-	-	-	-
48B	3	2	-	-	-	-	-	-
51A	0	5	-	-	-	-	-	-
51B	4	4	-	-	-	-	-	-

Tabela 21 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 2.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES VERTICAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 2</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	-12	-9	-4	2	-	-	-	-
02B	3	2	2	0	-	-	-	-
03A	6	-3	15	9	-	-	-	-
03B	-2	0	3	1	-	-	-	-
04A	2	1	-	-	-	-	-	-
04B	3	2	-	-	-	-	-	-
05A	2	10	4	3	-	-	-	-
05B	3	2	4	0	-	-	-	-
12A	2	-1	3	2	-	-	-	-
12B	2	6	5	7	-	-	-	-
15A	10	12	7	8	9	7	0	12
15B	1	3	2	0	4	3	2	2
16A	9	7	-	-	-	-	-	-
16B	4	3	-	-	-	-	-	-
20A	8	2	-	-	-	-	-	-
20B	2	1	-	-	-	-	-	-
22A	3	2	-	-	-	-	-	-
22B	1	4	-	-	-	-	-	-
26A	-5	-3	2	1	-	-	-	-
26B	2	1	3	4	-	-	-	-
29A	5	2	-	-	-	-	-	-
29B	2	2	-	-	-	-	-	-
32A	19	14	-	-	-	-	-	-
32B	5	7	-	-	-	-	-	-
35A	2	2	-	-	-	-	-	-
35B	3	8	-	-	-	-	-	-
36A	14	0	-	-	-	-	-	-
36B	8	4	-	-	-	-	-	-
40A	2	4	-	-	-	-	-	-
40B	2	6	-	-	-	-	-	-
41A	5	4	-	-	-	-	-	-
41B	3	5	-	-	-	-	-	-
42A	7	2	-	-	-	-	-	-
42B	5	4	-	-	-	-	-	-
46A	2	2	-	-	-	-	-	-
46B	6	5	-	-	-	-	-	-
48A	45	47	-	-	-	-	-	-
48B	3	2	-	-	-	-	-	-
51A	4	3	-	-	-	-	-	-
51B	5	3	-	-	-	-	-	-

Tabela 22 – Valores da variação no controle de dimensões verticais dos vãos na elevação – pavimento 3.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES VERTICAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 3</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	2	3	-7	-9	-	-	-	-
02B	-6	-5	-6	-4	-	-	-	-
03A	0	-15	-	-	-	-	-	-
03B	6	7	-	-	-	-	-	-
04A	-4	-16	-	-	-	-	-	-
04B	-18	-24	-	-	-	-	-	-
05A	-12	-12	-6	-10	-	-	-	-
05B	8	5	6	9	-	-	-	-
12A	-1	3	37	30	-	-	-	-
12B	35	41	6	12	-	-	-	-
15A	4	2	6	2	5	2	4	2
15B	12	7	10	9	4	11	0	9
16A	-9	-14	-	-	-	-	-	-
16B	2	11	-	-	-	-	-	-
20A	-6	-8	-	-	-	-	-	-
20B	5	-8	-	-	-	-	-	-
22A	4	3	-	-	-	-	-	-
22B	15	8	-	-	-	-	-	-
26A	-7	14	-8	-14	-	-	-	-
26B	-12	-16	5	4	-	-	-	-
29A	10	-4	-	-	-	-	-	-
29B	-1	3	-	-	-	-	-	-
32A	-12	-1	-	-	-	-	-	-
32B	-14	-6	-	-	-	-	-	-
35A	-8	-6	-	-	-	-	-	-
35B	12	9	-	-	-	-	-	-
36A	3	5	-	-	-	-	-	-
36B	2	11	-	-	-	-	-	-
40A	-4	-8	-	-	-	-	-	-
40B	2	11	-	-	-	-	-	-
41A	4	6	-	-	-	-	-	-
41B	6	3	-	-	-	-	-	-
42A	5	8	-	-	-	-	-	-
42B	3	1	-	-	-	-	-	-
46A	2	0	-	-	-	-	-	-
46B	5	3	-	-	-	-	-	-
48A	50	49	-	-	-	-	-	-
48B	4	2	-	-	-	-	-	-
51A	3	5	-	-	-	-	-	-
51B	8	5	-	-	-	-	-	-

Tabela 23 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 1.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES HORIZONTAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 1</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	2	5	0	5	-	-	-	-
02B	-2	-9	2	2	-	-	-	-
03A	2	5	-	-	-	-	-	-
03B	3	2	-	-	-	-	-	-
04A	3	7	-	-	-	-	-	-
04B	6	8	-	-	-	-	-	-
05A	6	7	8	6	-	-	-	-
05B	4	3	5	7	-	-	-	-
12A	15	12	14	16	-	-	-	-
12B	1	9	7	12	-	-	-	-
15A	-3	0	2	0	4	2	-1	-3
15B	5	9	-2	4	-2	2	-1	2
16A	4	6	-	-	-	-	-	-
16B	0	2	-	-	-	-	-	-
20A	4	1	-	-	-	-	-	-
20B	3	6	-	-	-	-	-	-
22A	2	4	-	-	-	-	-	-
22B	-4	4	-	-	-	-	-	-
26A	2	-4	2	2	-	-	-	-
26B	9	1	-7	-5	-	-	-	-
29A	1	13	-	-	-	-	-	-
29B	7	-1	-	-	-	-	-	-
32A	3	6	-	-	-	-	-	-
32B	10	15	-	-	-	-	-	-
35A	-6	2	-	-	-	-	-	-
35B	2	6	-	-	-	-	-	-
36A	3	2	-	-	-	-	-	-
36B	0	4	-	-	-	-	-	-
40A	-3	0	-	-	-	-	-	-
40B	2	2	-	-	-	-	-	-
41A	5	4	-	-	-	-	-	-
41B	-2	-4	-	-	-	-	-	-
42A	6	2	-	-	-	-	-	-
42B	1	3	-	-	-	-	-	-
46A	3	8	-	-	-	-	-	-
46B	2	-1	-	-	-	-	-	-
48A	-6	5	-	-	-	-	-	-
48B	3	5	-	-	-	-	-	-
51A	4	2	-	-	-	-	-	-
51B	3	-2	-	-	-	-	-	-

Tabela 24 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 2.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES HORIZONTAIS DE VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 2</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	2	2	-3	2	-	-	-	-
02B	0	-5	2	-7	-	-	-	-
03A	3	1	-2	0	-	-	-	-
03B	-14	8	-8	-2	-	-	-	-
04A	2	4	-	-	-	-	-	-
04B	4	3	-	-	-	-	-	-
05A	-3	-1	4	1	-	-	-	-
05B	5	2	8	4	-	-	-	-
12A	4	c	3	0	-	-	-	-
12B	3	2	-2	1	-	-	-	-
15A	0	4	5	2	4	3	0	2
15B	2	1	3	0	1	3	-4	2
16A	3	5	-	-	-	-	-	-
16B	0	2	-	-	-	-	-	-
20A	-3	1	-	-	-	-	-	-
20B	2	1	-	-	-	-	-	-
22A	-7	-2	-	-	-	-	-	-
22B	3	2	-	-	-	-	-	-
26A	2	3	4	3	-	-	-	-
26B	-2	3	1	4	-	-	-	-
29A	6	4	-	-	-	-	-	-
29B	3	5	-	-	-	-	-	-
32A	4	5	-	-	-	-	-	-
32B	6	5	-	-	-	-	-	-
35A	4	2	-	-	-	-	-	-
35B	1	3	-	-	-	-	-	-
36A	4	2	-	-	-	-	-	-
36B	2	4	-	-	-	-	-	-
40A	3	5	-	-	-	-	-	-
40B	-2	3	-	-	-	-	-	-
41A	2	6	-	-	-	-	-	-
41B	3	5	-	-	-	-	-	-
42A	5	4	-	-	-	-	-	-
42B	3	5	-	-	-	-	-	-
46A	2	4	-	-	-	-	-	-
46B	3	5	-	-	-	-	-	-
48A	7	2	-	-	-	-	-	-
48B	-4	2	-	-	-	-	-	-
51A	2	3	-	-	-	-	-	-
51B	1	0	-	-	-	-	-	-

Tabela 25 – Valores da variação no controle de dimensões horizontais dos vãos na elevação – pavimento 3.

<b>CONTROLE DE DIMENSÕES DE VÃOS HORIZONTAIS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES – PAVIMENTO 3</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	8	4	8	5	-	-	-	-
02B	-3	1	4	5	-	-	-	-
03A	8	0	2	5	-	-	-	-
03B	3	2	5	4	-	-	-	-
04A	5	2	-	-	-	-	-	-
04B	3	2	-	-	-	-	-	-
05A	5	7	-6	-2	-	-	-	-
05B	4	2	3	2	-	-	-	-
12A	3	1	-4	-2	-	-	-	-
12B	2	2	-4	2	-	-	-	-
15A	-1	3	-5	-2	14	2	0	5
15B	0	2	4	3	5	5	-3	0
16A	0	3	-	-	-	-	-	-
16B	2	-1	-	-	-	-	-	-
20A	-2	2	-	-	-	-	-	-
20B	3	1	-	-	-	-	-	-
22A	0	2	-	-	-	-	-	-
22B	4	2	-	-	-	-	-	-
26A	5	9	1	5	-	-	-	-
26B	-3	0	4	-3	-	-	-	-
29A	-2	-1	-	-	-	-	-	-
29B	2	3	-	-	-	-	-	-
32A	2	4	-	-	-	-	-	-
32B	-3	-2	-	-	-	-	-	-
35A	0	4	-	-	-	-	-	-
35B	9	5	-	-	-	-	-	-
36A	2	4	-	-	-	-	-	-
36B	3	2	-	-	-	-	-	-
40A	2	6	-	-	-	-	-	-
40B	3	5	-	-	-	-	-	-
41A	4	3	-	-	-	-	-	-
41B	2	-2	-	-	-	-	-	-
42A	3	-1	-	-	-	-	-	-
42B	3	4	-	-	-	-	-	-
46A	-4	3	-	-	-	-	-	-
46B	-2	1	-	-	-	-	-	-
48A	2	6	-	-	-	-	-	-
48B	4	2	-	-	-	-	-	-
51A	-7	1	-	-	-	-	-	-
51B	3	-6	-	-	-	-	-	-

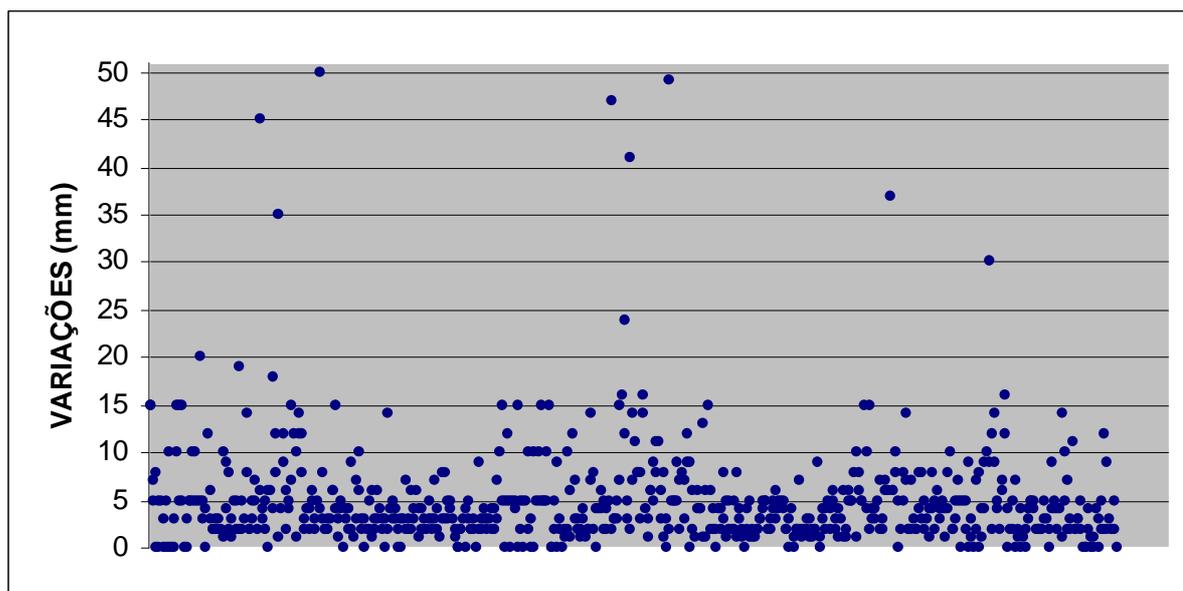


Figura 51 – Gráfico de variações de dimensões dos vãos na elevação

Variações:

Máxima: 50mm;

Mínima: 0mm;

Média: 4,9mm;

Mediana: 4mm;

- **Análises**

As conferências foram aplicadas em 162 vãos, totalizando 54 medidas acima de 5mm, sendo que 10 destas estão acima de 10mm, o controle gerou a coleta de 664 medidas, sendo a metade contemplando dimensões verticais e a outra metade dimensões horizontais dos vãos. O controle foi aplicado em todos os vãos.

Os desvios foram apontados nas Tabelas 20, 21, 22, 23, 24 e 25 deste trabalho e suas variações foram ilustradas no gráfico da Figura 51. Com folga, é o item com maior índice de ocorrências consideradas inadequadas, fazendo com que a média de valores de desvios chegasse próximo a 5mm, média esta próxima da tolerância aceitável.

Se a tolerância adotada fosse de 10mm poder-se-ia dizer que a qualidade estaria com baixo número de ocorrências acima da tolerância, mas uma maior folga nos vãos poderia resultar em enchimentos de argamassa para compensar a falta de precisão, gerando re-trabalho ou criação de uma nova atividade que seria onerosa e demandaria a criação dum novo serviço entre alvenaria e a colocação das esquadria: etapa de enchimento dos vãos.

Notou-se uma tendência de deixar os vãos verticais das janelas menores. Isso aconteceu porque o contra-piso já está executado antes da alvenaria e o vão resultante entre o contra-piso e a estrutura se encontrava menor do que o previsto em projeto, fazendo com que os pedreiros ao seguirem a modulação prevista em projeto mantivessem as alturas dos peitoris das janelas e deixassem os vãos menores, se adequando a nova situação encontrada. Já as dimensões horizontais dos mesmos vãos de janela foram encontradas poucas medidas estão acima da tolerância de 5mm, pois a equipe de execução tinha um arame como referência da prumada de janela que ajudou na precisão e minimizou as chances de tomada de decisões equivocadas.

Nos vãos de portas, não foram encontradas razões aparentes para essa elevada variação na medida dos vãos que justifiquem altas tolerâncias de aceitação deste serviço que não seja a fase de treinamento em que a equipe se encontra. Dessa forma, fica aqui registrada a importância de dar continuidade no controle do item, além de desenvolver um trabalho de treinamento e conscientização quanto à necessidade de melhoria da precisão da dimensão dos vãos na elevação. Também a importância de se ter uma ferramenta como o controle para detectar os maiores focos de problemas para definir um plano de atuação.

Foi notada uma nítida melhora relatada após a aplicação do primeiro controle e divulgação dos resultados nos vãos de porta. Já as paredes com vão de janela já estavam todas executadas de modo que o controle não pode aferir se também houve uma melhora.

Dois vãos do pavimento 1 (paredes 12A e 12B) chamaram mais a atenção, pois os desvios passam da casa dos 30mm e, ao investigar a origem do problema,

constatou-se que a modulação da parede não batia com o projeto (a peça de bloco foi trocada).

É possível concluir que a falta da aplicação sistemática de um método de controle permitiu que houvesse um alto nível de pontos acima da tolerância aceitável além de uma média próxima da tolerância pré-estabelecida.

### 5.1.7 Prumo dos montantes dos vãos na elevação das paredes

- Resultados obtidos

Tabela 26 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 1.

CONTROLE DE PRUMO DOS MONTANTES DOS VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES PAVIMENTO 1								
NÚMERO DA PAREDE	VARIAÇÃO (mm)							
	VÃO 1		VÃO 2		VÃO 3		VÃO 4	
	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2	EXTR.1	EXTR.2
02A	0	4	1	2	-	-	-	-
02B	5	1	3	2	-	-	-	-
03A	1	2	-4	1	-	-	-	-
03B	0	2	1	3	-	-	-	-
04A	0	2	-	-	-	-	-	-
04B	2	3	-	-	-	-	-	-
05A	4	0	3	0	-	-	-	-
05B	1	4	5	0	-	-	-	-
12A	1	4	1	2	-	-	-	-
12B	0	1	1	3	-	-	-	-
15A	2	0	2	4	-8	5	3	0
15B	4	1	0	3	2	1	4	0
16A	8	3	-	-	-	-	-	-
16B	0	0	-	-	-	-	-	-
20A	0	2	-	-	-	-	-	-
20B	2	2	-	-	-	-	-	-
22A	0	0	-	-	-	-	-	-
22B	3	2	-	-	-	-	-	-
26A	-2	1	3	0	-	-	-	-
26B	0	1	1	1	-	-	-	-
29A	0	5	-	-	-	-	-	-
29B	3	2	-	-	-	-	-	-
32A	0	0	-	-	-	-	-	-
32B	2	5	-	-	-	-	-	-
35A	4	1	-	-	-	-	-	-
35B	3	2	-	-	-	-	-	-
36A	2	1	-	-	-	-	-	-
36B	1	0	-	-	-	-	-	-
40A	3	2	-	-	-	-	-	-

40B	0	4	-	-	-	-	-	-
41A	0	-1	-	-	-	-	-	-
41B	1	3	-	-	-	-	-	-
42A	0	1	-	-	-	-	-	-
42B	2	2	-	-	-	-	-	-
46A	4	2	-	-	-	-	-	-
46B	2	3	-	-	-	-	-	-
48A	4	1	-	-	-	-	-	-
48B	3	2	-	-	-	-	-	-
51A	0	0	-	-	-	-	-	-
51B	2	0	-	-	-	-	-	-

Tabela 27 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 2.

<b>CONTROLE DE PRUMO DOS MONTANTES DOS VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES PAVIMENTO 2</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	0	3	1	2	-	-	-	-
02B	2	1	0	0	-	-	-	-
03A	1	0	2	2	-	-	-	-
03B	4	0	-2	3	-	-	-	-
04A	2	0	-	-	-	-	-	-
04B	0	1	-	-	-	-	-	-
05A	1	5	3	0	-	-	-	-
05B	2	0	0	0	-	-	-	-
12A	2	2	0	4	-	-	-	-
12B	0	0	3	2	-	-	-	-
15A	0	1	0	1	2	2	3	0
15B	2	0	-3	0	2	1	0	2
16A	0	0	-	-	-	-	-	-
16B	3	0	-	-	-	-	-	-
22A	2	4	-	-	-	-	-	-
22B	2	3	-	-	-	-	-	-
29B	0	5	-	-	-	-	-	-
32A	-2	0	-	-	-	-	-	-
32B	4	0	-	-	-	-	-	-
35A	2	2	-	-	-	-	-	-
35B	0	2	-	-	-	-	-	-
36A	1	3	-	-	-	-	-	-
36B	4	0	-	-	-	-	-	-
41A	5	2	-	-	-	-	-	-
41B	0	2	-	-	-	-	-	-
42A	-3	2	-	-	-	-	-	-
42B	1	4	-	-	-	-	-	-
46A	2	0	-	-	-	-	-	-
46B	3	1	-	-	-	-	-	-
48A	6	2	-	-	-	-	-	-
48B	-2	0	-	-	-	-	-	-
51A	1	1	-	-	-	-	-	-
51B	2	3	-	-	-	-	-	-

Tabela 28 – Valores da variação no controle de prumo dos montantes dos vãos – pavimento 3.

<b>CONTROLE DE PRUMO DOS MONTANTES DOS VÃOS NA ELEVAÇÃO DAS PAREDES PAVIMENTO 3</b>								
<b>NÚMERO DA PAREDE</b>	<b>VARIAÇÃO (mm)</b>							
	<b>VÃO 1</b>		<b>VÃO 2</b>		<b>VÃO 3</b>		<b>VÃO 4</b>	
	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>	<b>EXTR.1</b>	<b>EXTR.2</b>
02A	0	1	0	0	-	-	-	-
02B	-2	3	0	4	-	-	-	-
03A	0	2	-3	1	-	-	-	-
03B	3	2	0	3	-	-	-	-
04A	2	1	-	-	-	-	-	-
04B	2	-2	-	-	-	-	-	-
05A	1	2	0	1	-	-	-	-
05B	3	5	0	2	-	-	-	-
12A	2	1	1	1	-	-	-	-
12B	0	3	4	3	-	-	-	-
15A	-1	0	2	1	3	2	4	1
15B	1	2	0	5	3	1	-1	0
16A	2	0	-	-	-	-	-	-
16B	-2	3	-	-	-	-	-	-
20A	0	5	-	-	-	-	-	-
20B	2	3	-	-	-	-	-	-
26A	6	7	0	1	-	-	-	-
26B	4	-2	-3	4	-	-	-	-
29A	12	6	-	-	-	-	-	-
29B	2	2	-	-	-	-	-	-
32A	2	0	-	-	-	-	-	-
32B	-1	0	-	-	-	-	-	-
35A	0	3	-	-	-	-	-	-
35B	5	2	-	-	-	-	-	-
36A	0	0	-	-	-	-	-	-
36B	2	1	-	-	-	-	-	-
40A	2	1	-	-	-	-	-	-
40B	0	2	-	-	-	-	-	-
41A	0	1	-	-	-	-	-	-
41B	2	1	-	-	-	-	-	-
42A	1	1	-	-	-	-	-	-
42B	3	2	-	-	-	-	-	-
46A	1	3	-	-	-	-	-	-
46B	0	2	-	-	-	-	-	-
55	3	1	-	-	-	-	-	-

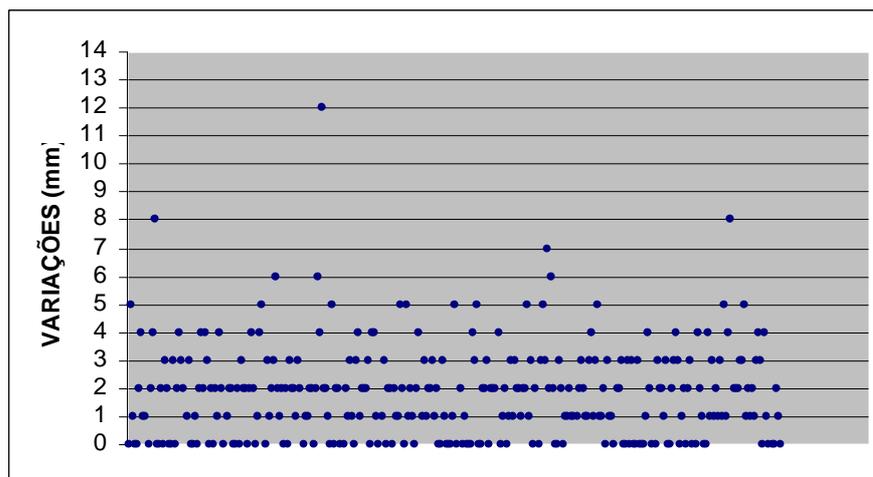


Figura 52 – Gráfico de variações de prumo dos montantes dos vãos

Variações:

Máxima: 12mm;

Mínima: 0mm;

Média: 1,8mm;

Mediana: 2mm;

- **Análises**

Neste item de controle de prumo dos montantes, foram conferidos 308 montantes e variações planilhadas nas Tabelas 26, 27 e 28 e suas variações demonstradas no gráfico da Figura 52. Os desvios acima de 5mm resultaram em 7 ocorrências que tiveram suas origens investigadas.

Todos os 7 montantes dos vãos eram de porta. Atribui-se a isso o fato de os montantes de janela serem menores e terem como referência na obra um fio de prumo externo que serve de alinhamento de um dos lados dos vãos. Já os vãos de porta foram executados pela equipe de alvenaria interna que, comentando mais uma vez, é menos experiente. Sugere-se, assim, uma sistemática de conferência diferente para equipes em níveis de qualificação diferenciados.

Ainda assim pode-se considerar baixa a incidência tendo-se em vistas o valor da mediana gerada; porém 1 ocorrência chamou mais a atenção, pois estava 12mm

fora de prumo e tal vão deve ser refeito para que não comprometa a folga prevista para o mesmo.

## **5.2 Análise geral dos procedimentos e da qualidade geométrica**

Apesar de não se considerar a elaboração de procedimentos algo difícil de formular, antes de iniciar a pesquisa de campo, procurou-se literatura publicada sobre o assunto, sem sucesso. Também foram procurados métodos de construtoras que aplicam controle de qualidade, mas não foram encontrados textos que descrevam os procedimentos de como efetuar o controle e sim uma planilha de conferência com itens a serem verificados e tolerâncias a serem seguidas. Este material tem direitos autorais das construtoras e não houve autorização prévia para divulgar seu conteúdo neste trabalho.

Foi iniciada então a elaboração dos procedimentos, contando com o conhecimento prático de encarregados e mestres-de-obras. Foram realizadas melhorias nos procedimentos após o início dos trabalhos, para atender a necessidade de maior precisão. A descrição destes procedimentos propostos no capítulo 2 corresponde ao resumo do que se conseguiu de melhor para aplicação do controle.

Uma das mudanças propostas durante o decorrer do trabalho foi substituir a trena pela régua de aço para se aferir com mais precisão o desvio de esquadro e alinhamento das paredes, pois se notou que a trena dispõe de uma regulagem na extremidade que poderia comprometer medidas com precisão de milímetros. Outra foi a adoção do prumo de face ao invés da régua de bolha de 2m para conferência do prumo, a fim de aferir com mais precisão os milímetros de desvios do item, pois a régua de bolha é um equipamento que não possui nenhuma graduação, de modo que ficaria inviável aferir variações com este equipamento.

Em linhas gerais, as variações encontradas não foram consideradas elevadas, pelo autor visto as limitações impostas pelos desvios da estrutura, variação dimensional dos blocos, precisão dos métodos de controle e as conseqüências causadas pelos

desvios encontrados, de modo que este autor considera a qualidade geométrica das paredes como estando dentro de tolerâncias aceitáveis. A exceção fica por conta da dimensão dos vãos na elevação, onde foram encontradas excessivas variações nas medidas, configurando um desvio excessivo em relação ao projeto inicial. Para estas situações seria importante dar continuidade na aplicação do controle de qualidade.

### **5.3 Proposta de tolerâncias para aceitação dos serviços**

Após a análise dos procedimentos propostos neste trabalho e avaliação da qualidade geométrica das paredes, pretende-se neste item sugerir quais deveriam ser as tolerâncias aceitas em controles de qualidade de execução de alvenaria racionalizada em bloco cerâmico.

Os dados de resultado das tabelas foram levados em conta para se propor às tolerâncias. Percebeu-se também ao longo deste trabalho que para se definir tolerâncias para realização de controle de qualidade geométrica de alvenaria racionalizada não se deve levar em conta somente parâmetros factíveis com uma boa mão-de-obra de execução. Existem alguns fatores que influenciam diretamente na qualidade das paredes e que não dependem da qualificação do executor. Dentre estes fatores estão alguns a seguir.

Percebeu-se também que a qualidade do bloco pode comprometer a precisão da execução dos serviços nas medidas de locação de parede, além do alinhamento das paredes. A norma que regulamenta a produção e recebimento de bloco NBR 15270-1 permite desvios nos blocos de +/- 5mm. Os blocos utilizados nesta obra apresentaram desvios de +/- 1,9mm. Pode-se concluir que quando se trabalha com uma mão de obra qualificada para execução a qualidade geométrica das paredes depende muito da qualidade do bloco e que existem limitações dos materiais para se definir tolerâncias.

Pode-se dizer também que hoje existe uma incompatibilidade da norma de recebimento de bloco NBR 15270 com a norma de execução de alvenaria sem

função estrutural NBR 8545, pois em quanto a primeira diz que permite-se desvios nos blocos de +/- 5mm a segundo diz que a planicidade da parede deve ser igual a 5mm. Mas a planicidade depende diretamente da qualidade do bloco.

A demanda pela espessura mínima de um revestimento vertical, segundo especialistas é de cerca de 1cm para execução de revestimentos em gesso ou argamassa, de modo que diferenças pontuais pequenas, na ordem de 5mm na planicidade e prumo das alvenarias não comprometeria a espessura de uma parede. Porém se for necessário assentamento de cerâmica diretamente sobre o bloco sem a utilização de emboço 5mm de precisão pode ser insuficiente.

È possível também que haja limitações nos equipamentos que os executores trabalham para se conseguir uma maior precisão, fazendo com que haja um limite humano de se conseguir um mínimo aceitável de erros. Porém o autor acredita que para se checar este limite seria necessário uma pesquisa de maior quantidade de amostragem do que a levantada neste trabalho .

Abaixo seguem as propostas de tolerância para aceitação dos serviços:

- **Locação geométrica das paredes:** +/-4mm;
- **Esquadro:** +/-2mm;
- **Dimensões dos vãos na marcação:** +/-2mm;
- **Prumo:** 5mm;
- **Planicidade das paredes:** 3mm;
- **Dimensões dos vãos para esquadrias na elevação:** +/-5mm.
- **Prumo dos montantes dos vãos:** 5mm

## Capítulo 6 - CONCLUSÕES

Objetiva-se neste capítulo apresentar as considerações finais, que consistem numa análise geral dos resultados, em conjunto com comentários relevantes sobre o estudo de caso, como a qualidade do bloco pode influenciar na qualidade final das paredes e dificuldades encontradas para que os objetivos pudessem ser alcançados. Ao final, sugerem-se também alguns temas para outros trabalhos.

### 6.1 Conclusões específicas

No início do trabalho foram fixados dois objetivos específicos principais, os quais tentou-se atingir ao longo do estudo.

- Definir, adequar e Implementar procedimentos para controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada;
- Propor tolerâncias de aceitação para os principais itens de controle de qualidade geométrica da produção de alvenaria de vedação racionalizada em bloco cerâmico.

Acredita-se que os objetivos propostos neste trabalho tenham sido alcançados.

Por falta de dados da literatura e de dados históricos das construtoras houve algumas dificuldades para iniciar a proposta de elaboração dos procedimentos do capítulo 4. No início foram definidos alguns procedimentos de conferência em conjunto com as equipes de produção, que foram sendo ajustados ao longo do trabalho.

No capítulo 5 procurou-se fazer uma análise geral dos resultados obtidos com a aplicação de um controle de qualidade de alvenaria, anotando-se suas variações. A partir da coleta dos dados, foi feita uma análise qualitativa das medidas definindo-se então os intervalos encontrados nesta obra.

Cabe aqui uma crítica a norma de blocos, uma norma nova, com data de 2005 que na opinião do autor, está muito flexível na tolerância de recebimento dos materiais sendo que isso acaba interferindo diretamente na qualidade dos serviços o que acaba resultando num contra senso, tendo em vista que normas tem por objetivo induzir a melhoria da qualidade.

Pode-se observar a importância da aplicação de um controle de qualidade de execução das paredes na medida em que os operários começaram a se preocupar em aperfeiçoar mais os serviços executados após a implantação da conferência. Assim, foi nítida a melhora na precisão no terceiro pavimento avaliado, que foi executado após a primeira etapa de controle na etapa de marcação, pois os erros de locação das paredes, esquadro e dimensões dos vãos diminuíram cerca de 24%.

É importante observar que na aplicação dos procedimentos foi notado um avanço gradual, de andar para andar, na praticidade do responsável pela execução do controle. Isto demonstra que é necessário um período de treinamento da pessoa que irá realizar o controle de qualidade. O autor sugere que em cada obra seja feita uma implementação dos procedimentos para cada novo aplicador. O autor entende que este aplicador deveria ser alguém que não tivesse nenhum envolvimento direto com a produção, como estagiários de obra, por exemplo, ou ainda uma equipe de controle que passe por diversas obras aferindo a qualidade.

Atualmente, a maioria das empresas ainda acredita, equivocadamente, que para se garantir uma boa qualidade de alvenaria basta comprar materiais de qualidade, ter um projeto de produção das alvenarias e contratar empreiteiros reconhecidos no mercado. Mas isto não é realidade, pois a experiência adquirida em obra indica que para uma mesma construtora, com os mesmos insumos, empresas de mão-de-obra similares e idêntica metodologia de projeto, se obtém resultados diferentes. É neste sentido que o controle de qualidade pode fazer a diferença, pois este poderá identificar onde se originam as falhas e com isto induzir a padronização da qualidade.

Depois dos avanços das últimas décadas e com o crescimento atual do volume de obras, na opinião deste autor, há uma percepção equivocada das construtoras de a qualidade virou totalmente fácil e acessível e o foco deve-se concentrar apenas no prazo de execução. Esta visão tem gerado uma certa acomodação em relação à qualidade de execução e na prática não se está verificando a realidade. Nos canteiros, o discurso que tem sido priorizado é o de garantir as datas previstas em cronogramas, independente da qualidade alcançada. Já se nota perda de qualidade das estruturas e acomodação na etapa de alvenaria. Não será surpresa, na opinião do autor, se a ocorrência de patologias voltar a crescer. Novamente, o controle de qualidade pode ser o fiel da balança, a ferramenta que poderá alertar os gestores e indicar que a qualidade de execução é prioridade.

Visando contribuir com a melhora do controle de qualidade, num primeiro momento pensou-se até em elaborar parâmetros de correção para as não-conformidades detectadas pelo controle. Entretanto, devido à magnitude desse processo e frente ao reduzido tempo disponível para sua realização, optou-se neste momento por apenas propor diretrizes gerais que pudessem balizar a tolerância geométrica.

Muito se fala a respeito de projetos, qualidade e produção de alvenaria racionalizada, mas poucos são os trabalhos publicados até o momento sobre o controle da qualidade geométrico do produto parede de alvenaria. Dessa forma, acredita-se que este trabalho possa colaborar um pouco com a difusão do tema, bem como com a criação de procedimentos de conferência e aplicação de tolerâncias dos controles de qualidade de execução de alvenaria.

## **6.2 Sugestões para outros trabalhos**

O contexto deste trabalho não esgota o assunto relativo ao controle de qualidade geométrica de execução de alvenaria de vedação racionalizada. Durante a execução do mesmo, ficaram algumas lacunas, que podem ser exploradas como continuidade deste trabalho. Dentre elas, estão aqui algumas propostas:

1. Estudo da tolerância geométrica do controle de qualidade de execução de alvenaria de vedação racionalizada utilizando-se blocos de concreto
2. Medidas de correção para as não-conformidades encontradas no controle de qualidade geométrica de execução de alvenaria de vedação racionalizada ou regras para o que fazer frente aos resultados (curto, médio e longo prazos).
3. Estudo do controle de qualidade de execução de alvenaria de vedação racionalizada levando em consideração itens complementares aos de tolerância geométrica (como uso do projeto, terminalidade do serviço, limpeza, vão deixado na fixação, espessura de juntas de argamassa, entre outros);
4. Desenvolver um método que avalie a eficiência e eficácia da aplicação do controle de qualidade de execução de alvenaria de vedação racionalizada;
5. Desenvolver um método para aplicação do controle de qualidade de execução de alvenaria de vedação racionalizada e inserção nos procedimentos de execução, que leve em conta o universo a ser controlado, a frequência com que se aplica o controle e o lote a ser controlado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984. 13p.

BARROS, M. M. S. B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.:1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros. J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

BARROS, M. M. S. B. Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CYRELA. **Tabela de medição e monitoração de serviço**. FOR-01 (PE.ALV.01 rev.02). São Paulo, (documento interno).

CYRELA. **Tabela de medição e monitoração de serviço**. FOR-02 (PE.ALV.02 rev.02). São Paulo, (documento interno).

EZTEC. **FVS – ALVENARIA**. FVS.16 – Alvenaria rev.00. São Paulo, 2007 (documento interno).

FRANCO, L.S. O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedação Vertical (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros. J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

GAFISA. **Manual de procedimentos – Alvenaria bloco cerâmico**. MP.GEOB.05 ver. 14. São Paulo, (documento interno).

HRADESKY, J. L. **Total quality management handbook**. New York McGraw-Hill, 1995.

DICIONÁRIO HOUAISS DA LÍNGUA PORTUGUESA – São Paulo **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2007/2008. Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br/busca.jhtm>>.

PICCHI, F.A. **Sistema da qualidade:** uso em empresas de Construção de Edifícios. São Paulo, 1993. 462p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

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

SABBATINI, F.H. A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros. J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

SILVA, M.M.A. **Diretrizes para projeto de alvenarias de vedação.** São Paulo, 2003. 167p. Dissertação (Mestrado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

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

## BILBIOGRAFIA COMPLEMENTAR CONSULTADA

ANVI – . São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2007. Disponível em: <<http://www.anvi.com.br>>. Acesso em: 08 de dez. de 2007.

CERÂMICA GRESCA. 2006. Jundiaí. **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2007. Disponível em: <<http://www.ceramicagresca.com.br>>. Acesso em 21 de nov. de 2007.

DIRETRIZES PARA DISSERTAÇÕES E TESES. São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2006. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/Bibliotecas/PublicacoesOnLine/Diretrizes3.pdf>>. Acesso em: 29 de jan. de 2008.

EZTEC – . São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2007. Disponível em: <<http://www.eztec.com.br>>. Acesso em: 04 de dez. de 2007.

HOLANDA, E.P.T. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais:** diretrizes para o treinamento da mão-de-obra. São Paulo, 2003. 174p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MASSETO, L.T. **Estudo da resistência à compressão de alvenarias de vedações de componentes comercializados em São Paulo.** São Paulo, 2001. 187p. Dissertação (Mestrado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** São Paulo, 1997. 335p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. Produtividade e custo dos sistemas de vedação vertical. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedação Vertical (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros. J.S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

TACHIZAWA, T.; MENDES, G. **Como fazer monografia na prática.** 10. ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2006. 150 p.

TECNOLOGYS – Tecnologia e produtos para construção civil. 2003. São Paulo.  
**Anais eletrônicos...** São Paulo: 2007. Disponível em:  
<<http://www.tecnologys.com.br>>. Acesso em: 21 de nov. de 2007.