



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS - PALMAS**

**ANA CLAÚDIA SOUSA DE OLIVEIRA**

**RACIONALIZAÇÃO NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

**Palmas, TO**

**2009**

**ANA CLAÚDIA SOUSA DE OLIVEIRA**

**RACIONALIZAÇÃO NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação da Área de  
Construção Civil como requisito parcial  
para obtenção da conclusão do Curso de  
Tecnologia em Construção de Edifícios do  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia  
do Tocantins – Campus Palmas.

Orientador: Prof. M. Sc. Gilson Marafiga Pedroso

**Palmas, TO**

**2009**

**ANA CLÁUDIA SOUSA DE OLIVEIRA**

**RACIONALIZAÇÃO NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS  
CERÂMICOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios pela Coordenação da Área de Construção Civil no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Palmas, 26 de Junho de 2009.

---

Prof. M. SC. Gilson Marafiga Pedroso  
Supervisor do Trabalho de Conclusão de Curso

---

Prof. Dr. Valentim Capuzo Neto  
Responsável Técnico

Banca Examinadora:

---

Prof. M. Sc. Gilson Marafiga Pedroso  
Presidente e Orientador

---

Prof. Dr. Valentim Capuzo Neto  
Co-Orientador

---

Prof. Danilo Gomes Martins  
Membro de Banca Examinadora

Dedico este trabalho ao Artista que pintou na tela da vida a diversidade, que de amar, nos deu a todos tão bela capacidade, que distribuiu seu poder de criação a cada sutil individualidade... Devemos apenas agradecer, independente do nome a ele atribuído! Agradecer por esta realização e por todas as telas em branco que ganhamos, para que, a partir de agora, possamos pintar, cada vez mais conscientes e maduros a beleza de nossos destinos! Agradecer, todos os dias, a dádiva de sermos únicos! Agradecer a nossa capacidade de amar não só ao próximo, mas a nós mesmos! Agradecer as lembranças que teremos destes dias de batalha que nos fizeram mais fortes e que nos deram uma família, que vai seguir vida afora em nossos corações, nos lembrando sempre que somos capazes de fazer dos nossos sonhos realidade! Vamos então seguir em frente prezando a saúde, pedindo a Deus proteção e tendo perseverança para que aqui, agora e no futuro sejamos felizes!!!!

Yug Werneck

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela presença absoluta em minha vida transmitindo-me a segurança necessária para enfrentar as dificuldades e seguir em frente.

Aos meus pais, Aparecido e Ana, responsáveis por esta conquista e pela base que construíram para minha vida trilhando uma trajetória completa de realizações.

Ao meu irmão Abdias e a todos os meus familiares por sempre terem acreditado em mim.

Aos colegas de curso, pelos momentos de estudo compartilhados, pela troca de saber e convivência que auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional nesta longa caminhada e principalmente por serem uma grande família para mim.

Ao meu orientador, Gilson Marafiga, pela sabedoria e dedicação durante esta árdua caminhada e principalmente pelo incentivo e apoio.

A todos os professores (a) pela contribuição e dedicação, que contribuiu para o nosso crescimento não apenas como profissionais mais também como cidadãos competentes e preparados para o mercado de trabalho. Obrigado!

Aos orientadores da banca, meus agradecimentos pelas orientações.

**“AS VEDAÇÕES SÃO HOJE  
O PRINCIPAL REMÉDIO PARA O  
AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO  
PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE  
EDIFÍCIOS. ”**

SABBATINI

## RESUMO

A preocupação com a produtividade e com a redução de custos, desperdícios e prazos das obras associadas a uma maior exigência dos clientes quanto á qualidade das construções, fez com que muitas empresas na área da construção civil buscassem novas técnicas que induzisse a redução de custos e o aumento da produtividade. A racionalização na alvenaria de vedação destaca-se neste contexto por implantar, ainda na etapa de projeto, medidas de padronização dos componentes, simplificação de operações, diminuição dos desperdícios de materiais e o aumento da qualidade final do produto resultando em reduções no custo total da obra. Este trabalho teve como objetivo apresentar as diretrizes necessárias para a implantação da racionalização na alvenaria de vedação, que foram levantadas a partir das pesquisas bibliografias pertinentes ao assunto. Na diretriz de projeto foi enfatizada a melhoria da qualidade técnica do produto “alvenaria” através da implementação de projetos que detalham o processo de produção nos canteiros de obras minimizando as interferências e aumentando a compatibilidade. Na diretriz de execução foi trabalhado desde a especificação dos materiais até a execução da alvenaria dita racionalizada. E na diretriz de controle foi visto a implantação da inspeção e controle dos materiais que constituem a alvenaria, bem como a necessidade de se investir no treinamento e motivação dos funcionários aumentando a sua produtividade.

Palavras - chave: Alvenaria de vedação, Racionalização e Diretrizes.

## **ABSTRACT**

The concern with productivity aiming to reduce costs, waste, time and work associated with greater demand from customers about the quality of buildings, has caused that many construction companies seek for new techniques that to induce the reduction of costs and increasing the productivity. The rationalization of the masonry fence is noted in this context to implement, even in the stage of design, measures of standardization of components, streamlining operations, reducing waste of materials and increasing the quality of the final product resulting in reductions in total cost of the work. This study aimed to show the guidelines for the implementation of the rationalization in the masonry fence, the guidelines are based on the relevant research literature about the subject. In the guideline of the project was emphasized improving the technical quality of the product "brick" through the implementation of projects that detail the process of production to sites of works minimizing interference and increasing compatibility. In the guideline of implementation was worked from the specification of materials to the actual implementation of masonry streamlined. And in the control guideline was seen the implementation of inspection and control of materials that form the walls and the need to invest in staff training and their motivation aiming to increase their productivity.

**Keywords:** Masonry fence, Rationalization and Guidelines.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1: PLANTA DE MARCAÇÃO DE 1º E 2º FIADA                                    | 23 |
| FIGURA 2: CONSULTA AO PROJETO                                                    | 24 |
| FIGURA 3: LIMPEZA DA ESTRUTURA                                                   | 25 |
| FIGURA 4: FIXAÇÃO DO ESCANTILHÃO                                                 | 25 |
| FIGURA 5: MARCAÇÃO DAS MEDIDAS                                                   | 25 |
| FIGURA 6: LADO DO ASSENTAMENTO                                                   | 26 |
| FIGURA 7: UMIDECIMENTO                                                           | 26 |
| FIGURA 8: ARGAMASSA DA 1º FIADA                                                  | 26 |
| FIGURA 9: BLOCOS MESTRES                                                         | 27 |
| FIGURA 10: COLOCAÇÃO DA LINHA                                                    | 27 |
| FIGURA 11: ASSENTAMENTO                                                          | 27 |
| FIGURA 12: JUNTA DE ARGAMASSA                                                    | 28 |
| FIGURA 13: PASSAGEM DO ELETRODUTO                                                | 28 |
| FIGURA 14: ASSENTAMENTO DOS BLOCOS MESTRES                                       | 28 |
| FIGURA 15: LOCAÇÃO DOS BLOCOS DE ALVENARIA EM RELAÇÃO AOS PILARES                | 29 |
| FIGURA 16: PLANTA DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA                                       | 30 |
| FIGURA 17: ELEVAÇÃO DA ALVENARIA                                                 | 30 |
| FIGURA 18: AMARRAÇÃO DA ALVENARIA COM O PILAR UTILIZANDO TELA METÁLICA           | 31 |
| FIGURA 19: ASSENTAMENTO DOS BLOCOS                                               | 31 |
| FIGURA 20: PASSAGEM DOS ELETRODUTOS E FIXAÇÃO DAS CAIXINHAS ELÉTRICAS            | 31 |
| FIGURA 21: LIMPEZA                                                               | 31 |
| FIGURA 22: ENCUNHAMENTO                                                          | 32 |
| FIGURA 23: SHAFT                                                                 | 33 |
| FIGURA 24: SHAFT                                                                 | 34 |
| FIGURA 25: FORRO FALSO                                                           | 34 |
| FIGURA 26: PASSAGEM DOS ELETRODUTOS                                              | 34 |
| FIGURA 27: JUNTAS HORIZONTAIS E VERTICAIS COM 1CM DE ESPESSURA                   | 35 |
| FIGURA 28: APLICAÇÃO DA JUNTA DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO HORIZONTAL E VERTICAL | 36 |
| FIGURA 29: PREPARAÇÃO DO FUNDO DA VIGA                                           | 37 |
| FIGURA 30: EXECUÇÃO DO ENCUNHAMENTO                                              | 38 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 31: PAREDES COM JUNTAS A PRUMO E COM JUNTAS DE AMARRAÇÃO                   | 42 |
| FIGURA 32: DETALHE DE REFORÇO METÁLICO PARA AMARRAÇÃO PAREDE/PILAR                | 43 |
| FIGURA 33: LIGAÇÃO ESTRUTURA/ALVENARIA DA FACHADA COM REFORÇO DE TELA GALVANIZADA | 43 |
| FIGURA 34: DETALHE DE REFORÇO METÁLICO PARA AMARRAÇÃO PAREDE/PILAR                | 44 |
| FIGURA 35: PERFIL DO ENCONTRO COM A ALVENARIA E O PILAR DE CONCRETO               | 44 |
| TABELA 36: DETALHE DE FIXAÇÃO DO ENCONTRO DA CANALETA COM O PILAR DE CONCRETO     | 46 |
| FIGURA 37: DETALHE DA VERGA E CONTRA VERGA.                                       | 47 |
| FIGURA 38: TIPOS DE BLOCOS DE VEDAÇÃO.                                            | 49 |
| FIGURA 39: BLOCOS PALETIZADOS                                                     | 50 |
| FIGURA 40: JUNTAS DE CONTROLE                                                     | 51 |
| FIGURA 41: TRANSPORTE DOS BLOCOS PALETIZADOS                                      | 63 |
| FIGURA 42: MOTIVAÇÃO DOS OPERÁRIOS.                                               | 64 |
| FIGURA 43: TREINAMENTO DOS OPERÁRIOS.                                             | 64 |
| FIGURA 44: REVESTIMENTO COM MASSA DUPLA E MASSA ÚNICA.                            | 69 |
| FIGURA 45: VÃO DA PORTA.                                                          | 70 |
| FIGURA 46: VÃO DA PORTA.                                                          | 70 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1: ESTATÍSTICAS RELATIVAS À ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO POR FILETE. _____                                                                                                                  | 36 |
| TABELA 2: ESTATÍSTICAS RELATIVAS À ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO POR LARGURA DOS BLOCOS. _____                                                                                                      | 36 |
| TABELA 3: PLANEJAMENTO PARA REALIZAÇÃO DO ENCUNHAMENTO. <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>                                                                                                    | 39 |
| TABELA 4: TRAÇO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO DE ACORDO COM O BLOCO UTILIZADO. _____                                                                                                             | 41 |
| TABELA 5: TRAÇOS E PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS AMERICANAS E BRITÂNICAS. _____                                                                                                                   | 42 |
| TABELA 6: DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE LIGAÇÃO DA ALVENARIA COM A ESTRUTURA DE CONCRETO. _____                                                                                                    | 44 |
| TABELA 7: RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA JUNTA HORIZONTAL REFORÇADA COM DISPOSITIVO METÁLICO. _____                                                                                             | 45 |
| TABELA 8: RESISTÊNCIA DE ARRANCAMENTO. _____                                                                                                                                                    | 45 |
| TABELA 9: PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE BLOCOS CERÂMICOS UTILIZADAS. _____                                                                                                                             | 48 |
| TABELA 10: PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE BLOCOS DE CONCRETO UTILIZADOS. _____                                                                                                                          | 49 |
| TABELA 11: REFERÊNCIA PARA O DIMENSIONAMENTO DOS VALORES MÉDIOS PARA O COMPRIMENTO MÁXIMO DA ALVENARIA ENTRE JUNTAS DE DILATAÇÃO, EM FUNÇÃO DO TIPO DE EXPOSIÇÃO E DA ESPESSURA DO BLOCO. _____ | 51 |
| TABELA 12: CONDIÇÕES PARA INÍCIO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO _____                                                                                                                                  | 65 |
| TABELA 13: CONTROLE DA EXECUÇÃO. _____                                                                                                                                                          | 69 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PPVV - Projeto para produção de vedações verticais.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

PCC–EPUSP - Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## SUMÁRIO

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                                                         | <b>14</b> |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA                                                                                | 14        |
| 1.2 TEMA DA PESQUISA                                                                                        | 16        |
| 1.2.1 Delimitação do Tema                                                                                   | 16        |
| 1.3 PROBLEMA                                                                                                | 16        |
| 1.4 HIPÓTESE / PREMISSE                                                                                     | 17        |
| 1.5 OBJETIVOS                                                                                               | 17        |
| 1.5.1 Objetivo Geral                                                                                        | 17        |
| 1.5.2 Objetivos Específicos                                                                                 | 17        |
| 1.6 JUSTIFICATIVA                                                                                           | 18        |
| 1.7 MÉTODO DA PESQUISA                                                                                      | 19        |
| 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO                                                                                   | 19        |
| <b>2. RACIONALIZAÇÃO NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>                                                            | <b>20</b> |
| 2.1 DIRETRIZES DE PROJETO                                                                                   | 21        |
| 2.1.1 Planta de Primeira e Segunda Fiada com a Distribuição dos Componentes                                 | 23        |
| 2.1.2 Locação da 1º Fiada a Partir do Eixo de Referência Predefinido                                        | 24        |
| 2.1.3 Elevação das Paredes e Posicionamento das Instalações e Aberturas                                     | 29        |
| 2.1.4 Interface com as Instalações Prediais                                                                 | 32        |
| 2.1.5 Características das Juntas entre Componentes e na Ligação Estrutura/Alvenaria, Espessura e Tratamento | 35        |
| 2.1.6 Composição e Dosagem da Argamassa de Assentamento                                                     | 39        |
| 2.1.7 Detalhe das Amarrações entre Fiadas e Amarração da Alvenaria com a Estrutura                          | 42        |
| 2.1.8 O uso de vergas e contra vergas pré-fabricadas ou moldadas in loco e o seu posicionamento             | 45        |
| 2.1.9 Especificação dos Componentes de Alvenaria de Vedação                                                 | 47        |
| 2.1.10 Uso de juntas de controle ou movimentação                                                            | 50        |
| 2.2 FUNÇÕES DO PROJETO DE ALVENARIA                                                                         | 52        |
| 2.2.1 Coordenação de Projetos                                                                               | 52        |
| 2.2.2 Compatibilização entre Projetos                                                                       | 53        |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.3 Modulação e Ajuste Dimensional                                           | 54        |
| 2.2.4 Detalhamento Técnico                                                     | 55        |
| 2.2.5 Etapas de Desenvolvimento do Projeto de Produção                         | 56        |
| 2.3 DIRETRIZES DE EXECUÇÃO                                                     | 61        |
| 2.3.1 Treinamento e motivação dos operários                                    | 63        |
| 2.4 PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO                          | 65        |
| 2.5 DIRETRIZES DE CONTROLE                                                     | 70        |
| 2.5.1 Definição das responsabilidades de cada elemento no processo de produção | 72        |
| <b>3. CONCLUSÕES</b>                                                           | <b>73</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                              | <b>75</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>                                                 | <b>77</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com a modernização dos meios de produção da construção civil, as empresas e seus construtores começaram a se sentirem pressionados a investir na melhoria contínua da qualidade dos seus produtos e serviços em busca de competitividade e sobrevivência dentro de um mercado mais exigente. Através de inúmeros estudos e pesquisas feitas aqui no Brasil com parcerias entre empresas e universidades, como o convênio EPUSP/ENCOL realizado em São Paulo em 1990 que implantou estudos feitos nos próprios canteiros de obras, vivenciando a realidade das empresas, auxiliaram na publicação de relatórios contendo as diretrizes necessárias para a implantação do processo de racionalização na alvenaria de vedação. Nessas e em outras pesquisas foram abordadas também a necessidade e a importância de se investir em projetos de produção. Com o surgimento dos estudos, feitos por vários autores como Sabbatini, a execução da alvenaria de vedação passa por uma transformação propiciando um grande avanço no seu processo de produção, apontando não só uma nova inovação tecnológica mais uma das soluções para diminuir o índice de patologias existentes nas obras e minimização dos custos e prazos.

Observa-se um grande incentivo, por parte dos autores, na implantação da compatibilização e do detalhamento mais criterioso dos projetos. Mostrando que nos canteiros de obras as tomadas de decisões adotadas sem um planejamento prévio e detalhado de como fazer, induz não só o retrabalho nas atividades em execução como também o aumento dos prazos e custos finais das obras.

Segundo Martins, Hernandez e Amorim, as principais causas de patologia pós-ocupação das edificações são, em sua maioria, devido às falhas de projetos (49% a 36%,) seguidas pelas falhas de execução (30% a 19%), de materiais (25% a 11%) e de utilização (11% a 9%). Os autores evidenciam que, na fase de projetos, os erros podem ocorrer por falha de dimensionamento, falta de especificações, falha de comunicações entre os projetistas, falta de compatibilização com os diversos subsistemas da edificação e falta de detalhes gerando dúvidas interpretações pelos executores. Nessa perspectiva, a pesquisa dos suecos Hamarlund e Josephson, apresentada por Tavares Junior, confirma “a grande participação do projeto na origem das falhas internas (20%) e externas

(51%) da qualidade das edificações". (ARAÚJO SILVA e NASCIMENTO, p. 3).

O processo de racionalização surge na tentativa de solucionar não só os problemas decorrentes da má execução da alvenaria como também na prevenção do surgimento de retrabalho nas atividades subseqüentes a sua execução.

Sendo a racionalização um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases. (SABBATINI apud DUEÑAS PEÑA, 2003, p.2).

Racionalizar a construção significa agir contra os desperdícios de materiais e mão-de-obra e utilizar mais eficientemente o capital: em sentido lato é, portanto a aplicação de princípios de planejamento, organização e gestão, visando eliminar a casualidade nas decisões e incrementar a produtividade do processo. (ROSSO apud CARDOSO, 2007, p.26).

Dentro de um mercado tão competitivo a alvenaria de vedação começa a receber uma atenção maior por parte dos construtores, havendo uma grande necessidade de planejar e racionalizar os seus projetos e a sua execução para aumentar a qualidade final das atividades executadas.

De acordo com Corrêa & Andery apud Cardoso (2007, p.3), no universo de subsistemas de uma obra, a alvenaria é talvez aquela que mais sofre interferências dos demais, o que a torna um agente com capacidade de alavancar benefícios, já que as ações sobre esta atividade necessariamente resultam em modificações nos demais.

Além de condicionar fortemente o desempenho do edifício, sua posição, que possui interfaces com os revestimentos, esquadrias, instalações prediais, impermeabilização e estrutura, faz com que sua otimização seja fundamental para a racionalização do edifício como um todo (...) os ganhos advindos da racionalização da vedação vertical não são só obtidos na execução das paredes ou painéis, mas também em todos os subsistemas que lhe fazem interface. Estas interfaces, por outro lado, quando mal resolvidas são fontes constantes de desperdícios, retrabalhos e de problemas patológicos. (ARAÚJO SILVA, 2003, p.4).

Segundo Bottura, Sabbatini e Medeiros (1998, p.21), a racionalização da produção de edifícios não é passível de ser obtida de um momento para outro. É preciso que a empresa esteja disposta a se organizar e a investir na melhoria contínua de seu processo de produção.

Projetistas ou executores, os profissionais da construção civil têm desempenhado o papel de protagonista da dicotomia que se instalou nas relações entre concepção e execução, projeto e produto. Esta polarização impõe aos profissionais destas áreas um distanciamento que transfere para a etapa de execução os problemas originados de incorreções técnicas nos projetos, circunscrevendo-os aos canteiros de obras. Se não solucionados esses problemas, são novamente transferidos, desta vez aos usuários, sem contribuir para a melhoria

da qualidade de novos projetos, que voltam a apresentar as mesmas falhas e erros de concepção. (ARAÚJO SILVA, 2003, p. 7).

Como salienta Sabbatini apud Araújo Silva (2003, p. 53), no Brasil, a indústria da construção civil não se utiliza, ou utiliza-se ainda muito timidamente, de projetos construtivos, projetos voltados à produção, que definam precisamente como produzir.

Hillemeier apud Araújo Silva (2003, p.6), “afirma serem produzidas mais falhas nos escritórios do que nas obras”.

## 1.2 TEMA DA PESQUISA

Racionalização Construtiva.

### 1.2.1 Delimitação do Tema

Racionalização na alvenaria de vedação das estruturas de concreto armado.

## 1.3 PROBLEMA

Segundo Casado (2000), quando pensamos na racionalização construtiva a primeira opção e mais óbvia seria racionalizar o processo de execução do subsistema estrutura, que além de ser o elemento suporte de todo o edifício, possui grandes custos e determina grande parte do desempenho do edifício como um todo. Os custos da alvenaria de vedação alcançam até 6% do custo da obra, racionalizar parece não ser tão importante, mas quando levamos em consideração as suas inter-relações com as esquadrias, instalações e revestimentos a qual esta vinculada sua concepção e execução, a mesma chega a atingir até 40% do custo, passando a ser uma atividade com grande índice de desperdícios.

Dentro deste contexto a racionalização da produção das alvenarias de vedação torna-se imprescindível, então que diretrizes devemos seguir para atingir tal objetivo e qual a vantagem que as empresas podem adquirir, com a implantação desse sistema?

#### 1.4 HIPÓTESE / PREMISSA

Deve-se fazer um planejamento prévio dos serviços a serem executados, criação do projeto de produção da alvenaria, treinamento da mão-de-obra para a execução dos serviços, compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações, controle de qualidade dos materiais que serão utilizados e o acompanhamento contínuo dos serviços por um profissional qualificado.

#### 1.5 OBJETIVOS

##### 1.5.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo acadêmico com o intuito de relatar as diretrizes a serem tomadas no desenvolvimento e execução da produção da alvenaria de vedação racionalizada na construção civil, para a obtenção de produtos mais competitivos, com menos desperdícios e com menor custo, desde o momento da contratação até a sua implantação no canteiro de obra.

##### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Fornecer informações e recomendações que possam subsidiar o desenvolvimento do projeto e os procedimentos dos serviços de execução da alvenaria de vedação racionalizada;

- Ampliar os conhecimentos acadêmicos no assunto.

## 1.6 JUSTIFICATIVA

O distanciamento dos profissionais de projeto com os problemas construtivos relacionados à execução está induzindo a um alto custo de retrabalho que por consequência provoca o desperdício de materiais, caracterizado pelo consumo desnecessário e má orientação quanto às práticas de aplicação destes materiais, resultando numa alta produção de resíduos com graves impactos no meio ambiente.

Conforme dados levantados pela ANVI, principal fabricante de moinhos de obra para reciclagem de agregados, cada m<sup>2</sup> de obra nova gera em torno de 120 kg ou 100 litros de entulho e a participação de material cerâmico, é de 29%, ou seja, 36 kg de entulho/m<sup>2</sup> executado numa obra.

O descarregamento de entulho em local desapropriado provoca impacto no meio ambiente, trazendo sérias consequências como à degradação do solo, o assoreamento dos rios e a destruição das matas ciliares. A redução e a destinação final deste entulho passam a ser uma questão de cidadania, em concordância com a afirmação de Gilreiner (1992) de que “ter menos lixo significa ter mais qualidade”. Não adianta ter em mente apenas o imóvel a ser construído, é preciso pensar no meio-ambiente (VILLANI, 2006, p.30).

Ao analisar as informações de diversas pesquisas relativas a perdas de materiais no setor da construção civil, Lima (1999) observou que, a massa total de entulho retirado das obras varia de 10 a 17% da massa do edifício e os valores do impacto das perdas nos custos das obras situam-se entre 5% e 11%. Com a margem de lucro estreita situada na ordem de 10% nas empresas de construção civil, se não houvesse esta perda média de 5% no setor, esta margem poderia ser ampliada. Sem o controle do desperdício, estas empresas correm o risco de acabar a obra sem margem nenhuma (VILLANI, 2006, p.30).

Tendo em vista este cenário, observa-se a necessidade de alterar a postura predominante hoje nas empresas, ou seja, aquela que adota soluções no canteiro sem planejamento. Sendo de grande importância à elaboração e implantação de um projeto para produção, incorporando técnicas executivas otimizadas e a preocupação de trabalhar melhor o treinamento e a motivação dos trabalhadores em todos os níveis hierárquicos.

Desta forma, justifica-se este tema através da necessidade do aprimoramento dos procedimentos para elaboração dos projetos de produção, execução e controle do processo de produção da alvenaria de vedação. Tendo em

vista à redução de desperdícios de material e retrabalho, aumento da qualidade de aquisição e recebimento de materiais, capacitação dos profissionais para execução dos serviços, melhoria do produto final, diminuição dos custos total da obra e minimização do impacto ambiental através da redução dos entulhos a serem lançados no meio ambiente.

## 1.7 MÉTODO DA PESQUISA

Por meio das bibliografias existentes fez-se um resgate do desenvolvimento tecnológico da racionalização na alvenaria de vedação coletando dados das pesquisas e estudos feitos por vários autores, identificando as suas técnicas de produção, materiais utilizados, soluções empregadas, grau de eficiência do processo de racionalização e os principais erros encontrados durante a produção da alvenaria das suas obras. Esses dados foram analisados e selecionados para compor este trabalho na tentativa de disponibilizar aos projetistas e executores as diretrizes necessárias para se alcançar à racionalização na alvenaria de vedação.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em três capítulos, incluindo este primeiro capítulo de introdução.

No segundo capítulo faz-se uma revisão da literatura sobre as diretrizes que devem ser seguidas para alcançar a racionalização na alvenaria de vedação.

E o terceiro capítulo apresenta a conclusão do trabalho e as propostas de trabalhos futuros.

## 2. RACIONALIZAÇÃO NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Para implantar a racionalização na alvenaria de vedação é necessário substituir as praticas tradicionais por métodos mais benéficos, oferecidos pelo mercado, na busca da rapidez e economia dos processos construtivos. Porém não devemos imaginar que para alcançarmos tal finalidade seja necessário somente fazer a substituição dos materiais e equipamentos convencionais, pois a racionalização só terá resultados consideráveis se for empregada quando as ações forem previamente planejadas desde a concepção do empreendimento. A boa execução da alvenaria de vedação está intimamente interligada com a execução da estrutura que a envolve, já que a alvenaria preenche o espaço delimitado por ela, e quando esta etapa é mal executada transfere os problemas para as paredes implicando assim na sua execução e qualidade final, sendo, portanto de suma importância que a estrutura seja bem executada.

A alvenaria tradicional é caracterizada por elevados desperdícios, em virtude, por exemplo, da adoção de soluções construtivas no próprio canteiro de obras (na hora da realização do serviço) pelo pedreiro ou no máximo pelo mestre de obras, ausência de fiscalização do serviço, deficiente padronização do serviço e ausência de planejamento prévio à execução, além de outras causas. O desenvolvimento da alvenaria dita como “racionalizada” se deu em contrapartida à alvenaria empregada até então, denominada como “tradicional”. A alvenaria racionalizada segue diretrizes de produção estabelecidas para os processos construtivos de alvenaria estrutural, considerando com um nível de racionalização superior. (LERSCH, 2005, p. 9).

É freqüente na construção de edifícios a utilização de espessuras de argamassa bastante acima do projetado para correção de imperfeições de prumo, alinhamento e nivelamento da estrutura e alvenarias, sendo a alvenaria, juntamente com o entulho, um dos maiores fatores de desperdício de materiais, estimado em 5% sobre o custo de uma obra com valores arbitrados. (PICCHI apud POZZOBON e RIZZATTI, p.5).

Dueñas Peña (2003, p.2), “afirma que em função de suas interfaces com os demais subsistemas do edifício, a vedação vertical é de grande importância na racionalização da obra como um todo”.

“A racionalização da alvenaria de vedação deve fundamentar-se na elaboração de um projeto construtivo, o projeto para produção, que tem o objetivo detalhar tecnicamente a produção deste subsistema”. (CARDOSO, 2007, p. 21).

Para alcançar os objetivos esperados em termos de racionalização é necessário a implantação de algumas diretrizes, tais como: de projeto, execução e controle.

## 2.1 DIRETRIZES DE PROJETO

A diretriz de projeto ocorre durante a concepção do edifício viabilizando a compatibilização da vedação com a estrutura, esquadrias, instalações e revestimentos, estudando a possibilidade do uso da modulação dos componentes e trabalhando a elaboração do projeto de produção da alvenaria com o objetivo de racionalizar a mesma.

Sendo definido como “conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para a utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e seqüência de atividades de obra e frente de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora” (MELHADO apud MONSERRAT DUEÑAS, 2003, p.22).

De acordo com Araújo Silva (2003), Investir na racionalização tecnológica dos processos tradicionais, utilizando-se dos projetos para produção como uma ferramenta para a condução desse processo é uma diretriz que vem sendo estudada desde 1988 [...] racionalizar as alvenarias de vedação através da adoção do conceito de projetos para a produção resulta na redução de custos e na melhoria da qualidade e desempenho não apenas do subsistema vedações verticais, mas também dos demais do edifício que com ele possuem importantes interfaces tais como estruturas, instalações, esquadrias, revestimentos e impermeabilização.

Nota-se uma crescente valorização do projeto de produção de alvenaria de vedação, e as empresas incorporadoras e construtoras, aos poucos, vão se conscientizando da importância deste projeto como fator para a racionalização do processo de produção e redução de ocorrências de manifestações patológicas (AQUINO apud VILLANI, p. 105).

Conforme afirma Medeiros e Franco apud Villani (2006, p.133), a elaboração adequada de um projeto específico voltado à produção das alvenarias é o ponto mais importante para o sucesso da execução. O projeto deve antecipar as decisões necessárias à execução das paredes, verificando e equacionando suas interferências com outras partes da obra e definindo o processo de produção e a qualidade do produto final. Dentro deste contexto projetual, no qual os projetos para produção são desenvolvidos simultaneamente e não seqüencialmente aos outros projetos.

Conforme Barros apud Villani (2006, p.134), as interferências entre os diversos subsistemas, tais como modulação, passagens de instalações, posicionamento de shafts e outros detalhes poderão ser identificados e, portanto, minimizadas.

O projeto para produção, quando elaborado somente por ocasião do desenvolvimento do projeto executivo, na maioria dos casos não

tem o mesmo potencial de racionalização que teria se tivesse sido iniciado na fase de anteprojeto, o que seria mais desejável (AQUINO apud VILLANI, 2006, 133).

De acordo com Villani (2006), muitas vezes, o contratante “acredita” que está recebendo apenas uma paginação de alvenaria. Pode-se dizer que o projeto para produção de alvenaria é fruto de um processo de compatibilização e análise das interfaces de todos os outros subsistemas projetuais. Trata-se de um “projeto para produção de um processo”.

O projeto consiste na primeira etapa do desenvolvimento do produto, representando um custo único, no entanto, as falhas de um projeto mal elaborado permanecem durante toda a vida útil da construção, e em alguns casos, constituindo-se em elevados custos de manutenção, reparos e insatisfação.

O projeto de vedação deve ser elaborado de forma sistêmica, simultaneamente aos demais projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc.), permitindo assim uma coordenação das informações e das soluções técnicas a serem adotadas. (DUEÑAS PEÑA, 2003, P.2).

E muito comum no mercado atual à contratação de projetos de baixo custo elaborados na maioria das vezes por profissionais que possuem um conhecimento muito superficial sobre o assunto, acarretando projetos incompletos e com inúmeras deficiências, sendo que o pouco conhecimento por parte dos contratantes dos projetos acaba também influenciando na racionalização construtiva em decorrência da falta de detalhamentos e especificações.

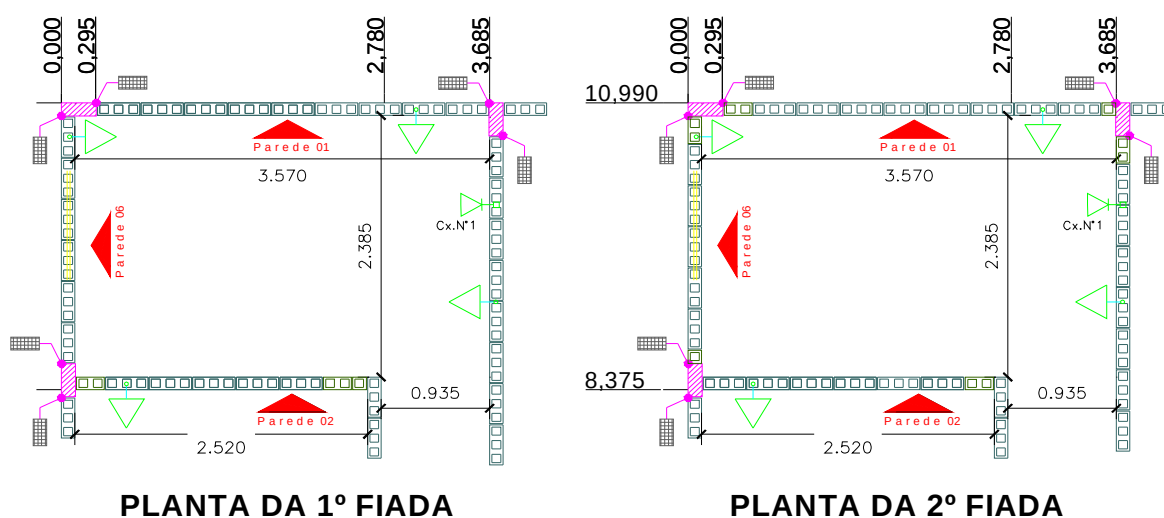
Melhado & Violani apud Villani (2006), afirmam que para obter sucesso em um empreendimento, o projeto não pode ser resumido apenas na caracterização geométrica, ele deve conceber, além do produto, o seu processo de produção, assumindo o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto. Consideram ainda que seria uma grande tolice envolver uma organização no projeto detalhado de um produto ou serviço sem alguma consideração sobre o modo como deve ser produzido, ou seja, o projeto é tanto importante como central para a gestão da produção.

Tendo como objetivo retratar fielmente como deve ser feita as paredes de vedação, o projeto de alvenaria deve contemplar alguns itens, que estão descritos a seguir.

### 2.1.1 Planta de Primeira e Segunda Fiada com a Distribuição dos Componentes

A planta da 1ª fiada é utilizada para fazer a marcação da alvenaria, cumprindo um papel semelhante a um mapa, onde são fornecidas as cotas acumuladas do alinhamento das principais paredes, além da indicação de todas as paredes, vãos e ligações com a representação em planta. A planta da 2ª fiada é fundamental para garantir a correta amarração da alvenaria. Estas são cotadas com um sistema de cotas acumuladas, que auxiliam na marcação e minimização dos erros de medição no canteiro. Cotar a partir de um eixo facilita o trabalho de execução, uma vez que esse eixo é materializado no momento da locação da obra e transferido aos pavimentos à medida que vão sendo construídos. De acordo com Cardoso, 2007, a planta de marcação de 1ª e 2ª fiadas (ver figura 1) deve conter as seguintes informações:

- A estrutura: indicação de vazios, pilares e vigas;
- Os eixos de locação da alvenaria;
- A marcação horizontal de 1ª e 2ª fiadas, com a numeração das paredes;
- O tipo de amarração entre paredes e com a estrutura;
- Os enchimentos totais e parciais de elétrica e hidráulica;
- As cotas acumuladas em relação aos eixos e dos vãos de portas e espaletas;
- Reforços e detalhes específicos da alvenaria;
- Legenda da representação gráfica e outras informações relevantes;



**Figura 1:** Planta de marcação de 1ª e 2ª fiada.

### 2.1.2 Locação da 1ª Fiada a Partir do Eixo de Referência Predefinido

A locação ou marcação da alvenaria é a atividade que vai garantir a qualidade dos serviços subseqüentes, devendo ser solucionado qualquer problema relacionado ao nível da base que irá receber a alvenaria, locação das instalações, esquadro, medidas dos ambientes e local das aberturas existentes.

Antes de iniciar a etapa de locação, deve-se verificar o nivelamento da base, afim de corrigir os pontos que possuam desnivelamento superior a 2 cm em relação ao projeto, esse defeito pode ser tirado na junta de argamassa da 1ª fiada (ver figura 8), lembrando que deve-se evitar que a mesma fique muito espessa, quando isso ocorrer deve-se distribuir a diferença nas juntas subseqüentes minimizando a sua espessura. A locação é feita conforme determinado na planta de primeira fiada. É nesse momento que se define as posições das paredes garantindo o nivelamento da primeira fiada, o esquadro entre as paredes e as dimensões dos ambientes. Utiliza-se como referência para a demarcação os blocos mestres (ver figura 10 e 14), que são os blocos que definem totalmente a posição da parede em planta, são cotados em relação à estrutura e aos eixos principais, sendo os primeiros blocos a serem assentados e só depois é completado o restante, evitando que os erros se acumulem durante o assentamento de blocos sucessivos.

Abaixo estão ilustradas algumas fotos das etapas de locação da 1ª fiada de alvenaria:



**Figura 2:** Consulta ao projeto.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



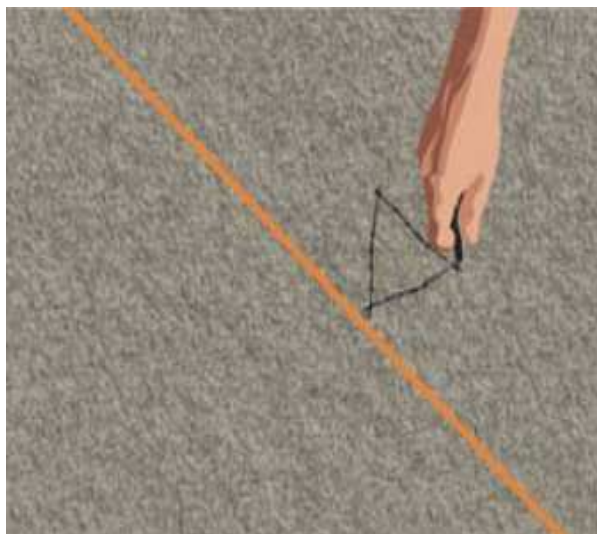
**Figura 3:** Limpeza da estrutura.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 4:** Fixação do escantilhão.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 5:** Marcação das medidas.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 6:** Lado do assentamento.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 7:** Umidecimento da base.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 8:** Argamassa da 1ª fiada.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 9:** Blocos mestres.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 10:** Colocação da linha.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



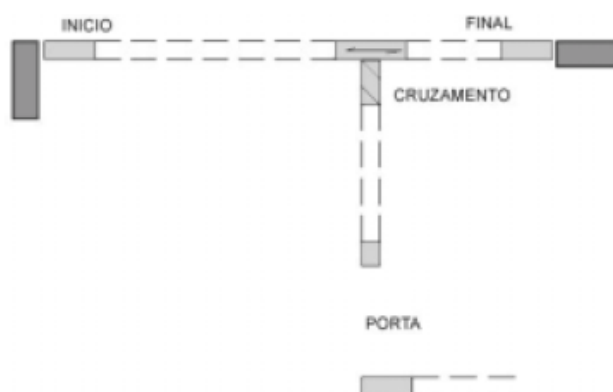
**Figura 11:** Assentamento.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 12:** Junta de argamassa.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.

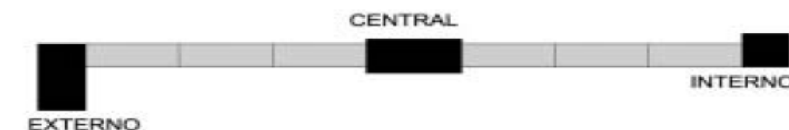


**Figura 13:** Passagem do eletroduto.  
**Fonte:** Juliana Nakamura, 2008.



**Figura 14:** Assentamento dos blocos mestres.  
**Fonte:** Comunidade da construção.

Normalmente as alvenarias externas são locadas faceando os pilares, (para dentro ou para fora) e as internas nos eixos dos pilares, mais quando estas forem locadas de outra forma, deve-se fazer a observação em detalhe (ver figura 15).



**Figura 15:** Locação dos blocos de alvenaria em relação aos pilares.

**Fonte:** Comunidade da construção.

### 2.1.3 Elevação das Paredes e Posicionamento das Instalações e Aberturas

Os projetos de elevação da alvenaria devem ter o detalhamento de cada parede, contemplando os tipos de blocos, a quantidade de cada um, as dimensões das aberturas, a posição de vergas e contravergas, o posicionamento das instalações e os detalhes de ligação entre as paredes e a estrutura (ver figura 16 e 17).

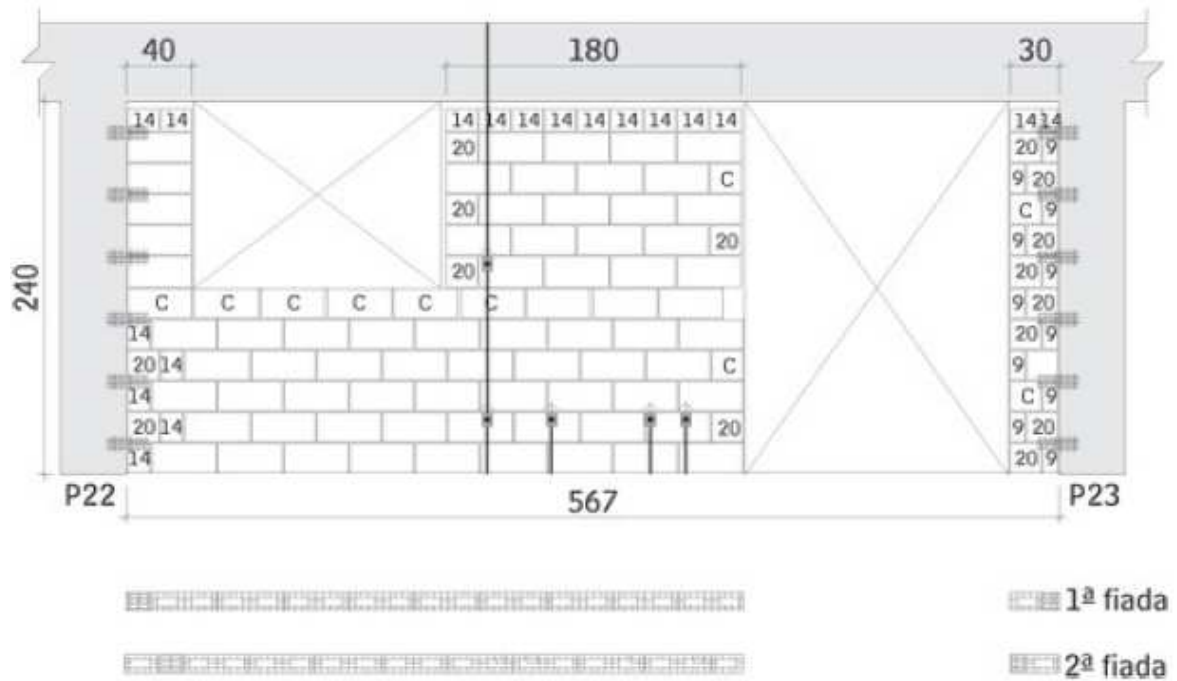
Segundo Sabbatini e Silva apud Siqueira, Malard et al., em um projeto para produção de alvenaria “são apresentadas elevações de todas as paredes ou, pelo menos, das paredes atípicas como, por exemplo, paredes contendo interferências com componentes do subsistema de instalações prediais de qualquer natureza, aberturas para incorporação de esquadrias ou quadros de distribuição ou outros elementos particulares”.

Precisamos ter informações sobre todos os elementos que existirem nas paredes, com a indicação da locação em planta e altura de posicionamento. Deve estar claro, por exemplo, o posicionamento das caixinhas elétricas com tamanho e altura (verificar que em cada elevação de parede, poderemos ter caixinhas dos dois lados da parede), Indicação de caminhamento de eletrodutos e a posição e altura de demais elementos como pontos hidráulicos, caixas de distribuição, pontos de gás etc.

De acordo com Cardoso (2007, p. 44), devemos ter um caderno de elevações onde se encontra todas as paredes indicadas e numeradas na planta de marcação. Em cada elevação devem constar:

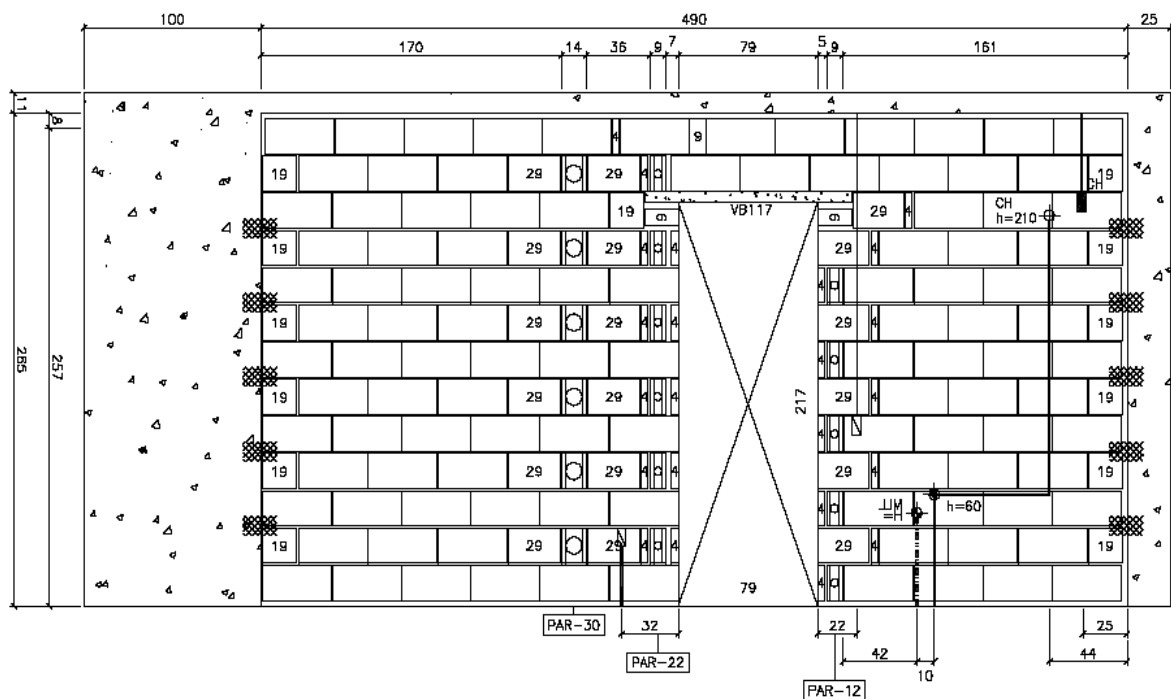
- Nome da parede e sua espessura;
- As dimensões dos vãos de estrutura e arquitetura (planta de conferência);
- Nomes das paredes com as quais faz amarração;
- Posicionamento dos blocos, vergas e contra vergas;
- Os enchimentos totais ou parciais de elétrica e/ou hidráulica;
- Eletrodutos, caixas elétricas, caixas hidráulicas;
- Tipo de amarração entre as alvenarias e a estrutura;
- Reforços metálicos;

- Juntas: de dilatação e trabalho;
- Vãos e indicação do tipo de esquadria;
- Dimensão e reforços previstos para quadrados elétricos e hidráulicos;
- Quantificação dos blocos (inteiros, seccionáveis, canaletas etc.).



**Figura 16:** Planta de elevação da alvenaria.

Fonte: Carneiro da Silva et al., 2006.



**Figura 17:** Elevação da alvenaria.

Fonte: Dueñas Peña, 2003.

As figuras abaixo ilustram algumas das etapas da elevação da alvenaria:



**Figura 18:** Amarração da alvenaria com o pilar utilizando tela metálica.

**Fonte:** Nakamura, 2007.



**Figura 19:** Assentamento dos blocos.

**Fonte:** Nakamura, 2007.



**Figura 20:** Passagem dos eletrodutos e fixação das caixinhas elétricas.

**Fonte:** Nakamura, 2007 .



**Figura 21:** Limpeza.

**Fonte:** Nakamura, 2007.



**Figura 22:** Encunhamento.  
**Fonte:** Nakamura, 2007.

#### 2.1.4 Interface com as Instalações Prediais

A interferência das instalações na alvenaria merece uma atenção especial, já que é comum o surgimento de retrabalhos nessa etapa, as falhas nesse procedimento pode acarretar “quebradeiras” na alvenaria durante a inserção das instalações diminuindo a produtividade e a economia. Recomenda-se a utilização de shafts (ver figura 23 e 24), paredes duplas, rebaixos ou enchimentos e forro falso (ver figura 25), na passagem das instalações hidráulicas, evitando problemas futuros relativos a manutenção. Os eletrodutos deverão passar por dentro dos furos dos blocos durante a elevação da alvenaria (ver figura 26), e as caixinhas elétricas serão chumbadas nos blocos, evitando assim gastos desnecessários com cortes da alvenaria. E quando houver a necessidade de fazer rasgos nas paredes para interligar os pontos elétricos ou para fazer a passagem dos sub-ramais, deverá ter uma preocupação em relação a dimensão e a forma de execução dos cortes que será feito com o auxílio da serra elétrica buscando se minimizar o máximo possível a ocorrência de perdas e retrabalhos.

Tradicionalmente, as instalações são executadas posteriormente à elevação da alvenaria, através da execução dos cortes ou rasgos. Esse procedimento é um contra-senso, na medida em que se deve destruir um trabalho para a realização de outro. Para o embutimento das instalações recomenda-se o emprego de shafts, técnica mais racional que a tradicionalmente empregada. (LERSCH, 2005, p. 33).

De acordo com Cardoso (2007), a planta de passagem das instalações elétricas e das instalações hidráulicas contém a indicação e locação de todos os pontos de elétrica e de hidráulica que estão furando ou passando pela laje, bem

como passagens, vazios, shafts e demais pontos a serem deixados na laje. A locação destes pontos está vinculada á distribuição horizontal dos blocos, mais precisamente aos furos dos blocos, de forma que os eletrodutos ou tubos , sempre que possível, passem dentro destes furos sem gerar retrabalhos. Estas plantas deveram conter:

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

Cortar ou rasgar blocos diminui a produtividade e aumenta a incidência de perdas de material. Para embutir as instalações o projeto deve prever shafts, enchimentos ou a utilização da parte vazada dos blocos. Cortes inevitáveis podem ser feitos com serra elétrica e preenchimento do rasgo com tela polimérica, no caso de revestimento com gesso, ou de aço, quando revestido com argamassa. (Revista técnica 103 – out. de 2005).



**Figura 23:** Shaft.

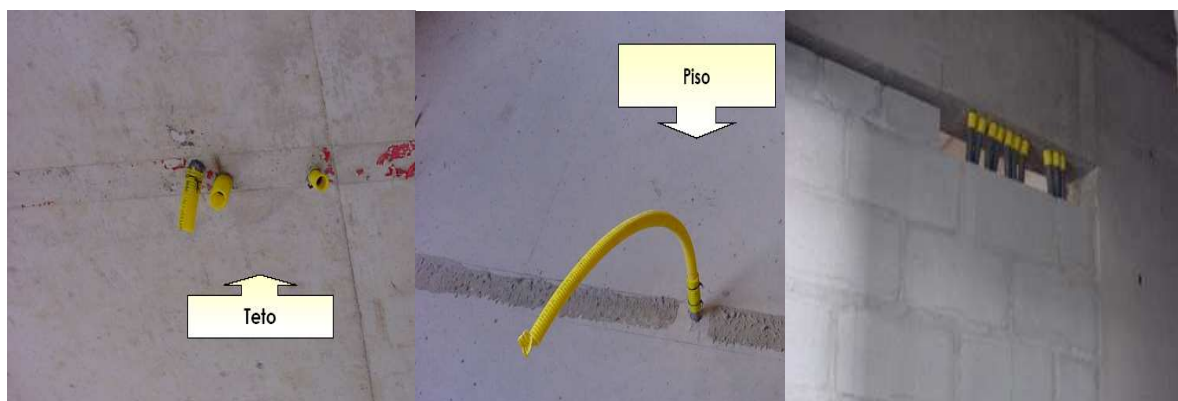
**Fonte:** Revista Técnica.



**Figura 24:** Shaft.  
**Fonte:** Addor.



**Figura 25:** Forro falso.



**Figura 26:** Passagem dos eletrodutos.  
**Fonte:** Addor.

### 2.1.5 Características das Juntas entre Componentes e na Ligação Estrutura/Alvenaria, Espessura e Tratamento

Juntas de assentamento é o espaço variável deixado entre as peças durante o assentamento, que permitem as deformações diferenciais entre o revestimento e o suporte em que foi aplicado, causadas pelas variações de temperatura e umidade. (COUTO RIBEIRO et al., 2002, p.56 ).

As juntas de assentamento da alvenaria tem como função unir os blocos formando um conjunto, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades, absorver as pequenas deformações (flechas, recalques) e movimentações higrotermicas da própria alvenaria (ver figura 28). Deve-se atentar a espessura das juntas horizontais que deve ser de 8mm a 14mm (ver figura 27), já que juntas muito fina absorvem poucas deformações e as muito espessas diminuem a resistência do conjunto. Lembrando que a medida das espessuras das juntas dependem também da modulação a ser utilizada na alvenaria. Quanto as juntas verticais, é mais aconselhável fazer o preenchimento das mesmas, pois estas auxiliam no travamento da alvenaria tornando-a menos deformável e contribuindo na distribuição das tensões nos encontros das paredes, o mais indicado é usar juntas verticais de 10mm para blocos com largura igual a 19cm formando um modulo de 20cm, devendo associar a espessura da junta com a largura do bloco formando sempre módulos.



**Figura 27:** Juntas horizontais e verticais com 1 cm de espessura.

De acordo com Eduardo Cabral (p.04), as principais funções das juntas das argamassas de alvenaria são:

- Unir as unidades de alvenaria de forma a constituir um elemento monolítico, contribuindo na resistência aos esforços laterais;
- Distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos;

- Selar as juntas garantindo a estanqueidade da parede à penetração de água das chuvas;
- Absorver as deformações naturais, como as de origem térmica e as de retração por secagem (origem higroscópica), a que a alvenaria estiver sujeita.



**Figura 28:** Aplicação da junta de argamassa de assentamento horizontal e vertical.

**Fonte:** Grupo de especialistas da ABCP e Revista técnica.

De acordo com estudos feitos por Bottura, Sabbatini e Medeiros (1998), apresentados no seminário de tecnologia e gestão na produção de edifícios e vedações verticais, existe uma grande variação quanto aos consumos de argamassa de assentamento por metro linear de junta, quando comparamos o uso de filetes de argamassa (usando bisnaga ou desempenadeira) e a aplicação ao longo de toda a largura do bloco. (Ver tabela 1 e 2).

**Tabela 1:** Estatísticas relativas à argamassa de assentamento por filete.

| Índices                              | Média  | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------|--------------|--------|--------|
| Consumo Teórico (Kg/m <sup>3</sup> ) | 245,35 | 267,74  | 64,85     | 61,88        | 172,27 | 296,03 |
| Consumo Real (Kg/m <sup>2</sup> )    | 0,59   | 0,25    | 0,64      | 0,57         | 0,19   | 1,33   |
| N =                                  | 3      |         |           |              |        |        |

**Fonte:** Bottura et al., 1998, p.246.

**Tabela 2:** Estatísticas relativas à argamassa de assentamento por largura dos blocos.

| Índices                              | Média  | Mediana | Desvio P. | Dif. Quartil | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------|--------------|--------|--------|
| Consumo Teórico (Kg/m <sup>3</sup> ) | 168,91 | 166,69  | 39,31     | 45,20        | 116    | 241,50 |
| Consumo Real (Kg/m <sup>2</sup> )    | 0,88   | 0,49    | 1,43      | 0,16         | 0,20   | 4,94   |
| N =                                  | 10     |         |           |              |        |        |

**Fonte:** Bottura et al, 1998, p.246.

Com a evolução do concreto nos últimos anos tivemos um grande avanço nas construções reticuladas de concreto armado, já que as estruturas passaram a

ficar mais esbeltas, com menos quantidade de pilares, com maiores vãos e lajes com espessuras menores, tornando as estruturas mais deformáveis e induzindo tensões nas alvenarias de vedações. Com isso houve a necessidade de ser previsto e planejado a ligação alvenaria/estrutura com os mínimos detalhes não só da execução mais dos materiais a serem utilizados, já que a má execução desta etapa provoca trincas nas alvenarias, pois as mesmas possuem baixa capacidade de absorver deformações oriundas das estruturas. Na ligação alvenaria/viga ou laje recomenda-se fazer o encunhamento (ver figura 29 e 30), utilizando materiais flexíveis com capacidade de absorver deformações (espuma de poliuretano, argamassa expansiva, argamassa rica em cal e baixo teor de cimento (1:3: 12) e argamassa aditivada com polímeros).

Cardoso (2007), afirma que apesar das várias precauções que as construtoras vêm tomando com o intuito de minimizar deformações da estrutura, especialmente com reflexo na alvenaria de vedação, o projeto para produção deve despendar atenção á ligação das paredes de alvenaria de vedações com vigas e lajes em função da necessidade de controle da deformação lenta sofrida pela estrutura. A seqüência, velocidade de execução, carregamento da estrutura e o prazo para fixação da alvenaria devem ser cuidadosamente planejados para o bom desempenho da interface alvenaria de vedação/estrutura de concreto armado para edifícios de múltiplos pavimentos.



**Figura 29:** Preparação do fundo da viga.

**Fonte:** Técnica 103 – out. 2005.



**Figura 30:** Execução do encunhamento.  
**Fonte:** Técnica 103 – out. 2005.

[...] o ideal é chapiscar o fundo da viga e prever uma junta de 2 a 3 cm para, posteriormente, preencher-lá com argamassa mista com pequeno teor de cimento (massa podre) de assentamento, que pode ser aditivada com resina polimérica. A execução da alvenaria provoca o carregamento da estrutura e o acúmulo de tensões nos andares inferiores. Embora o ideal seja vedar de cima para baixo, para não extrapolar prazos, a alternativa é adotar a estratégia em conjuntos de quatro pavimentos. Para tanto, a alvenaria do pavimento imediatamente acima deve estar pronta e, dois andares acima, o escoramento já ter sido retirado. (Revista técnica 103 - outubro de 2005).

A execução do encunhamento tem época oportuna para ser realizada, pois a argamassa de assentamento da alvenaria deve estar estável ou seja seca e retraída para dar início ao encunhamento, evitando assim deformações da alvenaria devido a retração das juntas de argamassa que provocam fissuras no revestimento.

De acordo com Addor (p.37), o encunhamento devera ser feito de cima para baixo, se possível após o término de todas as alvenarias. Caso não seja possível, executar o encunhamento em lotes de 4 pavimentos, iniciando do mais alto para o mais baixo. Para execução do encunhamento deverão ser respeitadas as seguintes limitações:

- O último dos quatro pavimentos de alvenaria deve ter sido executado há pelo menos 30 dias.
- Estarem executadas as alvenarias dos três pavimentos acima do pavimento mais alto do lote de quatro.

Antes da execução do encunhamento deve-se observar as especificações do fabricante ou de um laboratorista experiente na dosagem de argamassas, para consultar o modo de preparação e o procedimento correto de aplicação do material a ser utilizado evitando o surgimento de patologias, como fissuras no revestimento. Indica-se a utilização da espuma de poliuretano para esta finalidade já que a mesma vem preparada para uso não necessitando de dosagem, além de oferecer uma maior praticidade durante a sua aplicação.

**Tabela 3:** Planejamento para realização do encunhamento.

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

**Fonte:** Lordsleem Júnior (2000), p.65. apud Cardoso, 2007, p. 53.

### 2.1.6 Composição e Dosagem da Argamassa de Assentamento

No projeto de vedação deve estar bem explícito a composição e dosagem da argamassa de assentamento que é o elemento de ligação e acomodação dos blocos, mesmo se tratando da alvenaria de vedação a argamassa é de grande importância já que a mesma tem uma grande influência no comportamento da alvenaria. Devendo ter uma boa trabalhabilidade, já que serão executados cordões bem definidos, um baixo módulo de deformação e uma alta resistência de aderência ( maior que 0,3 Mpa ). O seu endurecimento é acompanhado por uma diminuição de volume provocada pela perda de água evaporável ou devido as reações de hidratação, sendo tal fenômeno conhecido como "retração".

As argamassas utilizadas nas obras são comumente compostas de agregado miúdo (areia natural lavada), aglomerantes (cimento portland e cal hidratada) e água. Abaixo segue as definições de algumas das composições da argamassa de assentamento, de acordo com Carmem Couto Ribeiro et al., 2002.

Cimento portland é o aglomerante mais utilizado na construção civil, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, com inúmeras propriedades e características, dentre as quais ser moldável quando misturado com água e ser capaz de desenvolver elevada resistência mecânica ao longo do tempo. Cal é o nome genérico que se dá ao aglomerante derivado de rocha calcária que por sua vez, contém basicamente carbonatos de cálcio –  $\text{CaCO}_3$ . A cal está sendo muito utilizada nas argamassa de assentamento dos blocos e revestimentos de paredes devido a algumas características relativas à trabalhabilidade e durabilidade das argamassas. As principais vantagens de utilização da cal é: aumento de plasticidade, retenção de água e durabilidade. A quantidade de água a ser utilizada deve ser o suficiente para se obter uma boa trabalhabilidade, permitir as reações de hidratação dos aglomerantes, sendo da ordem de 0,65 à 0,70 da quantidade de aglomerante (cimento + cal), pois água em demasia enfraquece a resistência das argamassas e prejudica a sua trabalhabilidade.

De acordo com Sabbatini apud Araújo Silva (2003, p.98), alguns itens são de suma importância na hora da escolha da composição e dosagem da argamassa de assentamento, como:

- Trabalhabilidade no estado fresco (consistência, plasticidade e coesão): interfere diretamente no trabalho de assentamento influenciando todas as demais propriedades da argamassa endurecida; é determinada pelas relações água/aglomerante e aglomerante/areia, pela granulometria da areia e pela natureza e qualidade do aglomerante;
- Capacidade de retenção de água: definida a partir das características de sucção dos componentes de alvenaria, pode ser controlada pela variação da tensão superficial da pasta aglomerante, com o emprego de aditivos que absorvem água ou impeçam a percolação de água.
- Capacidade de aderência: interação entre as características da argamassa e dos blocos em função do encunhamento resultante da migração da pasta contida na argamassa no estado fresco e precipitação dos hidróxidos e silicatos nos poros da base, durante a pega; determina a capacidade da interface bloco/argamassa a resistir a esforços tangenciais ao seu plano (cisalhamento) ou normais a ele (tração);
- Capacidade de absorver deformações: acomodação das deformações por retração na secagem e por movimentações higrotérmicas ou decorrentes de

movimentos estruturais da própria parede, sem fissurar ou, mais propriamente, através de microfissuras não prejudiciais ao seu desempenho;

- Resistência mecânica: a resistência à compressão das juntas de argamassa tem pouca influência na resistência à compressão da alvenaria não sendo esta uma exigência preponderante ao seu desempenho, exceto quanto ao seu valor máximo que deve sempre ser inferior ao dos blocos; propriedade conferida às argamassas pelo aglomerante, principalmente o cimento cuja presença na argamassa pode torná-la proporcionalmente mais resistente à penetração da água e de agentes deletérios, mas também a torna mais rígida e com maior potencial de fissuração, quando submetida a deformações intrínsecas ou extrínsecas;
- Retração na secagem: irreversível, quando decorrente da evaporação de parte da água de amassamento e das reações de hidratação e carbonatação do aglomerante, ou reversível, com a variação cíclica do seu conteúdo de umidade ou volumétrica frente a variações ambientais; podem originar fissuras nas juntas de argamassa ou destacamentos entre essas e os blocos de alvenaria, comprometendo todas as demais propriedades das argamassas;
- Durabilidade: resultante de todas as propriedades anteriormente relacionadas, ou seja, desempenho das juntas de argamassa frente às solicitações a que estiverem sujeitas, com a manutenção de suas características, ao longo do tempo.

Couto Ribeiro, Silva e Starling (2002, p. 56), sugeriu alguns traços para a argamassa de assentamento de acordo com o bloco a ser utilizado (ver tabela 4).

**Tabela 4:** Traço da argamassa de assentamento de acordo com o bloco utilizado.

| <b>Aplicação</b>                    | <b>Traço C: Cal: A</b> | <b>Rendimento ( m<sup>2</sup>/ saco de cimento)</b> |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| Assentamento de blocos de concreto. | 1: 0,5: 6              | 30                                                  |
| Assentamento de blocos cerâmico.    | 1: 2: 8                | 16                                                  |

**Fonte:** Couto Ribeiro et al., 2002.

De acordo com Sidney Camacho (2006), as normas americanas especificam quatro tipos de argamassas mistas, designadas por M, S, N e O, (ver tabela 5):

**Tabela 5:** Traços e propriedades das argamassas americanas e britânicas.

| Variação da<br>propriedades | Tipo de<br>argamassa | Traço em volume |         |         |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|---------|---------|
|                             |                      | Cimento         | Cal     | Areia*  |
| ↑ (a)                       | M (i)                | 1               | 0 a 1/4 | 0 a 1/4 |
|                             | S (ii)               | 1               | ½       | 4 a 4,5 |
|                             | N (iii)              | 1               | 1       | 5 a 6   |
| (b) ↓                       | O (iv)               | 1               | 2       | 8 a 9   |

Fonte: Camacho ( 2006).

(a) - Aumento da resistência

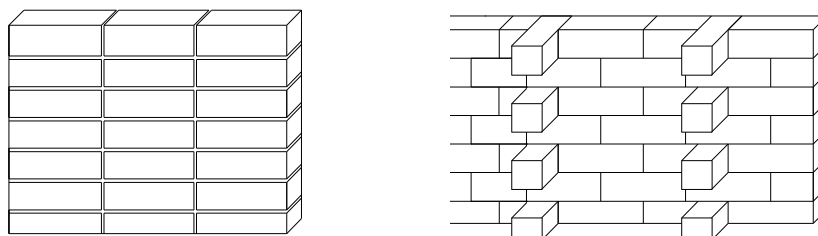
(b) - Aumento na capacidade de absorver movimentos da estrutura.

\* A norma americana prevê um intervalo na quantidade de areia de 2,25 a 3,0 vezes o volume de cimento e cal somados.

### 2.1.7 Detalhe das Amarrações entre Fiadas e Amarração da Alvenaria com a Estrutura

De acordo com a NBR 8545, juntas de amarração é o sistema de assentamento dos componentes de alvenaria no qual as juntas verticais são descontínuas e juntas a prumo o sistema de assentamento dos componentes de alvenaria no qual as juntas verticais são contínuas.

Sendo que o mais recomendado é fazer a amarração entre as fiadas devido a mesma propiciar o travamento dos blocos e uma melhor distribuição das tensões que surgem na alvenaria.

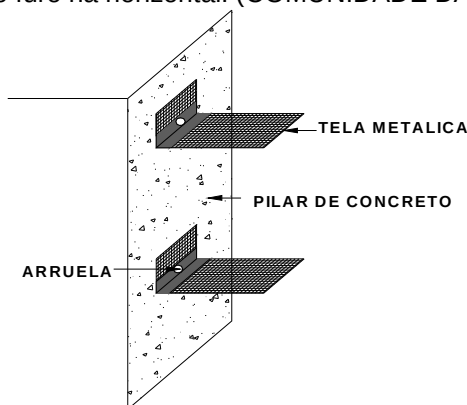


**Figura 31:** Paredes com juntas a prumo e com juntas de amarração.

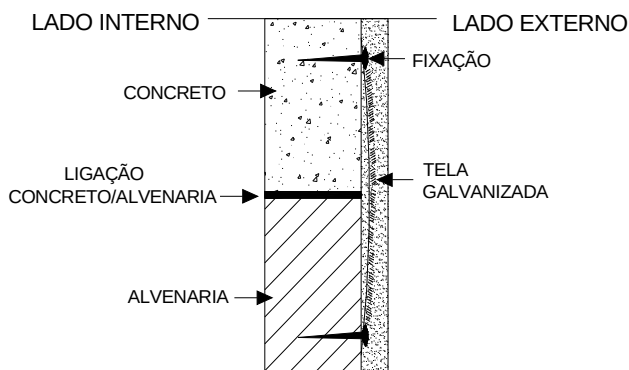
Observa-se freqüentemente, dentre as patologias que surgem nas alvenarias, o aparecimento de fissuras de interfaces entre as paredes de vedação e os pilares, quando diagnosticadas essas demonstram que a falta de um tratamento adequado são a principal causa do surgimento das trincas. A ocorrência desse fato pode ser justificada através da ausência do estudo das propriedades dos materiais,

já que na maioria das vezes não são levados em conta as diferentes propriedades térmicas do concreto e da alvenaria, os gradientes térmicos das fachadas, as dimensões dos panos e a flexibilidade da estrutura. Algumas pesquisas feitas demonstram que é usado apenas o preenchimento da junta vertical e o chapisco destas interfaces, que não é suficiente quando as alvenarias passam a ser mais solicitadas, devendo ser feito a ancoragem através de reforços metálicos (telas eletrosoldadas) e o chapiscamento com adição de adesivo.

A ligação alvenaria-pilar está intimamente ligada à deformabilidade dos elementos de suporte (viga e pilares) e, portanto as deformações máximas destes elementos devem ser respeitadas. A maioria das publicações técnicas mostra que o tradicional ferro-cabelo, sem dobra, é solução ineficiente para evitar trincas na interface parede-pilar. A melhor opção é o uso de tela galvanizada. Estas telas podem ser compradas em caixas, já nos tamanhos indicados no projeto, em conjunto com as cantoneiras e pinos de fixação, procurando reduzir as operações no canteiro e racionalizando o serviço. Os tamanhos dependem da largura da parede. O comprimento padrão total é de 50 cm, ficando 10 cm dobrada para cima junto ao pilar e 40 cm colocado na junta entre os blocos. No caso de se necessitar tamanhos especiais, cortar telas maiores com tesourão ou guilhotina. Como regra geral, as telas são colocadas a cada 2 fiadas, lembrando-se que, se possível, o bloco abaixo da tela deve ser assentado com o furo na horizontal. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO).



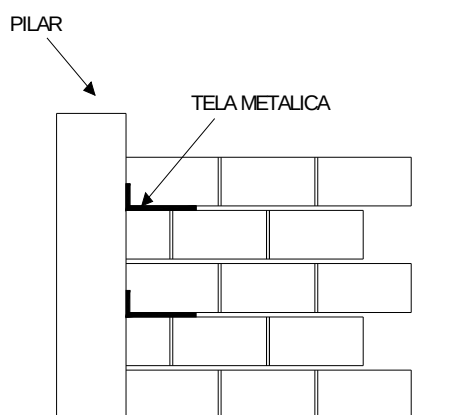
**Figura 32:** Detalhe de reforço metálico para amarração parede/pilar.



**Figura 33:** Ligação estrutura/alvenaria da fachada com reforço de tela galvanizada.



**Figura 34:** Detalhe de reforço metálico para amarração parede/pilar.  
**Fonte:** Revista Técnica 103, 2005.



**Figura 35:** Perfil do encontro com a alvenaria e o pilar de concreto.

A apologia de utilização de grandes vãos e poucos pilares nas atuais obras de edificações têm repercutido em patologias nas alvenarias de vedação em razão destas não suportarem a deformação induzida pela estrutura. A fim de otimizar o processo é relevante a elaboração de um projeto de produção que permita estudo prévio do desempenho da parede e defina os métodos e materiais adequados para a interface alvenaria/estrutura. (CARDOSO, 2007, p. 64).

De acordo com estudos feitos por Medeiros apud Nascimento (2004), com protótipos, foi avaliado o desempenho dos sistemas mais utilizados na interface da alvenaria com as estruturas de concreto, (ver figura 6, 7 e 8).

**Tabela 6:** Desempenho dos sistemas de ligação da alvenaria com a estrutura de concreto.

| Sistema                                 | Resistência ao arrancamento ( kgf) | Local da ruptura |
|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| Ferro de amarração $\varnothing$ 5,0 mm | 400                                | fixação          |
| Tela soldada $\varnothing$ 1,65 mm      | 800                                | Corpo do fio     |

**Fonte:** Nascimento, 2004.

**Tabela 7:** Resistência ao cisalhamento da junta horizontal reforçada com dispositivo metálico.

| <b>Fixação</b>             | <b>Resistência ao cisalhamento (Kgf)</b> |
|----------------------------|------------------------------------------|
| Sem fixação metálica       | 500                                      |
| Ferro cabelo               | 800                                      |
| Ferro dobrado de amarração | 1800                                     |
| Tela soldada               | 2100                                     |

**Fonte:** Nascimento, 2004.

**Tabela 8:** Resistência de arrancamento.

| <b>Sistema de fixação</b>  | <b>Resistência ao arrancamento (Kgf)</b> | <b>Tipo de ruptura</b>  |
|----------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| Ferro CA 60 5 mm ( reto)   | 240                                      | Interface fio/argamassa |
| Ferro dobrado de amarração | 340                                      | Corpo da argamassa      |
| Tela soldada               | 760                                      | Corpo da argamassa      |

**Fonte:** Nascimento, 2004.

Os resultados obtidos através destes estudos comprovaram a eficiência da tela soldada em relação aos outros sistemas utilizados convencionalmente pelas empresas. Sendo essencial o uso das telas no encontro da alvenaria com a estrutura (vigas e pilares).

Uma das causas de surgimento de fissuras verticais é a deficiência na ligação entre o pilar e a alvenaria. A correta execução prevê a limpeza da estrutura, seguida do chapiscamento com argamassa colante e da aplicação de ferro cabelo ou tela eletrossoldada. Esta deve ser fixada com pinos a cada duas fiadas de blocos. Para fazer o assentamento dos blocos, é importante preencher totalmente a ligação. (Revista técnica 103 - outubro de 2005).

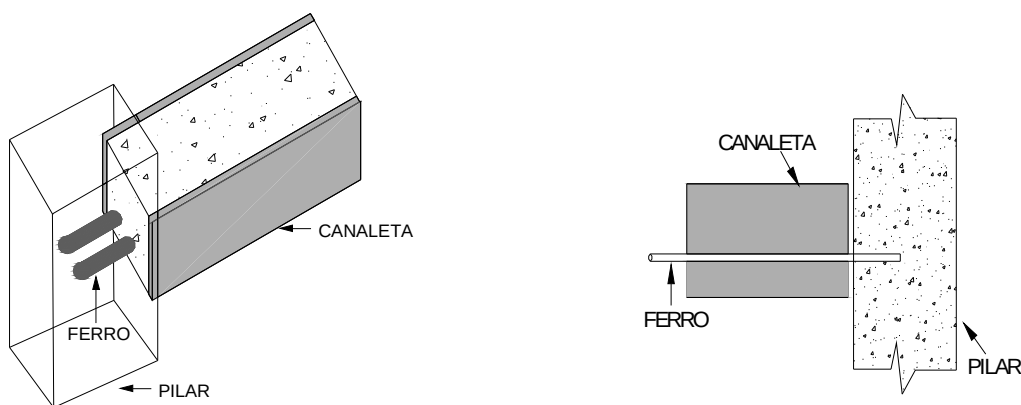
#### 2.1.8 O uso de vergas e contra vergas pré-fabricadas ou moldadas in loco e o seu posicionamento

Durante a execução dos projetos devem ser previsto o uso de vergas e contra vergas nas aberturas da alvenaria (ver figura 37), cujo objetivo é absorver e distribuir as tensões de cisalhamento ou tração atuantes nos cantos dos vãos de portas e janelas e evitar o surgimento de fissuras à 45° nestas regiões. Estas são apoiadas sobre a alvenaria devendo passar no mínimo de 30 á 40 cm para cada

lado. O projeto para produção deve fornecer informações detalhadas sobre o posicionamento, dimensão das vergas e dos vãos, resistência do graute ou concreto, e o tipo (pré-moldada, moldada in loco utilizando-se formas de madeira ou canaleta). Para melhor racionalizar essa etapa recomenda-se o uso de canaletas, pois as mesmas dispensa o uso de formas de madeira e diminui o desperdício de materiais e problemas relacionados com a execução, podendo essas ser grauteadas ou concretadas com concreto convencional, porém nos casos de vãos e carregamentos muito grande deve-se fazer o dimensionamento das vergas e contravergas, pois nestes casos o uso de vergas pré-moldadas ou moldadas in loco passa a ser uma alternativa mais racionalizada quando comparada a canaleta, nesses dimensionamentos devem ser verificados não só as cargas atuantes como também a quantidade e o posicionamento das armadura necessária para suportar os esforços, pois em alguns casos não é necessário o uso de armadura de cisalhamento diminuindo assim os custos nesta etapa.

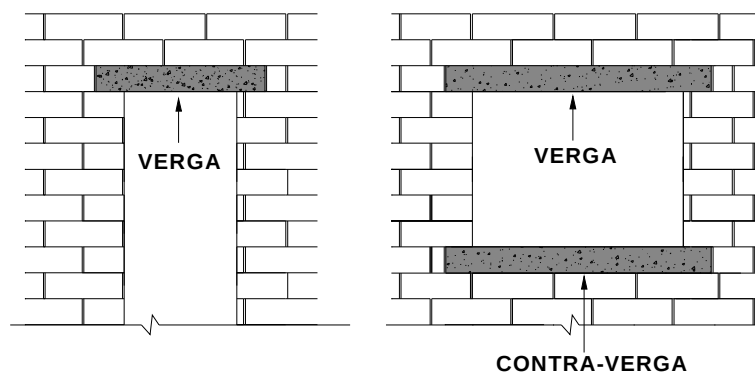
De acordo com o manual técnico de alvenaria da ABCI apud Cardoso (2007, p.64), as vergas são reforços horizontais colocados na parte superior das aberturas para resistir aos esforços de tração na flexão, redistribuindo para a parede as cargas verticais, e contra-vergas são as colocadas na parte inferior das aberturas e têm a função de distribuir os esforços encontrados que aí surgem.

Lordsleem Junior apud Cardoso (2007, p.65), afirma que a execução das contravergas deve ocorrer quando o vão do caixilho exceder cinquenta centímetros. A paginação deve considerar a elevação da parede até uma fiada antes da altura dos peitoris, possibilitando, deste modo, executar a contra verga. Na continuação da elevação da parede, as vergas devem ser utilizadas na parte superior do vão do caixilho, do vão da porta, ou outra abertura com solicitação de carregamento.



**Figura 36:** Detalhe de fixação do encontro da canaleta com o pilar de concreto.

Obs.: A bitola do aço a ser utilizado na verga deve ser dimensionado de acordo com as cargas atuantes e com o vão das aberturas.



**Figura 37:** Detalhe da verga e contra verga.

### 2.1.9 Especificação dos Componentes de Alvenaria de Vedação

De acordo com a NBR 15270-1, “bloco cerâmico é um componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém”.

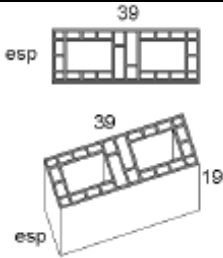
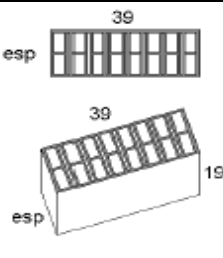
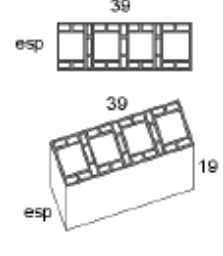
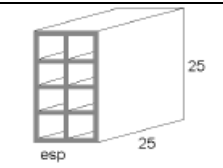
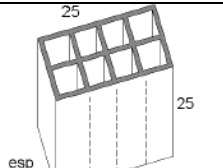
No mercado existe uma grande variedade de tipos de blocos usados nas vedações, porém estudaremos apenas os blocos de concreto e cerâmico, que são os mais utilizados pelo mercado da construção civil. No momento da compra e da escolha dos blocos deverão ser levados em conta alguns aspectos fundamentais para a qualidade final da alvenaria em termos de racionalização, já que algumas construtoras preferem levar em conta o menor preço. Os aspectos são:

- Dimensões, desvios de forma e peso de cada bloco, que influenciam na produtividade;
- Regularidade geométrica, que conduz a um assentamento mais uniforme com economia de argamassa de assentamento e revestimento;
- Condições de fornecimento: a paletização facilita o transporte até a obra e a movimentação interna no canteiro, diminuindo as quebras;
- Absorção de água e aderência;
- Resistência mecânica;
- Movimentações higroscópicas e térmicas;
- Desempenho termoacústico.
- Peso, avaliando a mão de obra e a contribuição das cargas da alvenaria na estrutura.

Propriedade muito importante para este componente é a capacidade de absorção de água, mais precisamente, a velocidade com que a água flui, por sucção, da superfície para o seu interior. Esta propriedade tem ligação direta com a aderência. Blocos de baixa ou elevada sucção dificultam a ancoragem da argamassa. Somente a limitação da velocidade de absorção dentro de uma faixa ótima, é que permitirá a penetração da nata de cimento da argamassa para dentro da rede de poros do bloco, constituindo a micro ancoragem (agulhas de ancoragem). Por essa razão é que se recomenda que alguns materiais, por exemplo, blocos cerâmicos, sejam umedecidos pouco antes do assentamento como forma de moderar sua natural e elevada velocidade de sucção. Outras propriedades, como retração por secagem; conformidade geométrica, esquadro, planura e resistência à compressão devem ser averiguadas. (LERSCH, 2005, p. 18 e 19).

Durante o recebimento dos blocos devera ser feito uma inspeção, cujo objetivo é verificar se as características visuais, geométricas, mecânicas e físicas atendem as especificações das normas de alvenaria de vedação de bloco cerâmico e de concreto. Sendo de suma importância que seja feito sempre nos recebimentos dos blocos uma inspeção das características necessárias para obtermos um material de boa qualidade, já que a falta desta gera retrabalho e erros durante a execução da alvenaria, interferindo no seu grau de racionalização.

**Tabela 9:** Principais famílias de blocos cerâmicos utilizadas.

| Componente principal                                                                | Dimensões modulares (comprimento x altura) | Espessuras disponíveis (cm)        | Componentes de ajustes                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 39 x 19 cm                                 | 7,0<br>9,0<br>11,5<br>14,0<br>19,0 |                                                                         |
|  | 39 x 19 cm                                 | 9,0<br>11,5<br>14,0<br>19,0        | <div> <div>bloco 3/4<br/>29<br/>esp</div> <div>bloco 1/4<br/>9<br/>esp</div> <div>bloco 1/2<br/>19<br/>esp</div> <div>compensador<br/>4<br/>esp</div> </div> |
|  | 25 x 25 cm                                 | 9,0<br>11,5<br>14,0<br>19,0        |                                                                         |

Fonte: Dueñas Peña, 2003, p.14.

**Tabela 10:** Principais famílias de blocos de concreto utilizados.

| <b>Designação</b>                  | <b>Largura</b> | <b>Altura</b> | <b>Comprimento</b> |
|------------------------------------|----------------|---------------|--------------------|
| (Blocos de 20 cm nominais)<br>M-20 | 19,0           | 19,0          | 39,0               |
|                                    | 19,0           | 19,0          | 29,0               |
|                                    | 19,0           | 19,0          | 19,0               |
|                                    | 19,0           | 19,0          | 9,0                |
|                                    | 19,0           | 9,0           | 19,0               |
| (Blocos de 15 cm nominais)<br>M-15 | 14,0           | 19,0          | 39,0               |
|                                    | 14,0           | 19,0          | 34,0               |
|                                    | 14,0           | 19,0          | 29,0               |
|                                    | 14,0           | 19,0          | 19,0               |
| (Blocos de 10 cm nominais)<br>M-10 | 9,0            | 19,0          | 39,0               |
|                                    | 9,0            | 19,0          | 29,0               |
|                                    | 9,0            | 19,0          | 19,0               |
|                                    | 9,0            | 19,0          | 14,0               |
|                                    | 9,0            | 19,0          | 9,0                |
|                                    | 9,0            | 9,0           | 19,0               |

**Fonte:** NBR 15270, 2005.

Os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação devem seguir a NBR 15270-1 – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. E os blocos de concreto simples para alvenaria de vedação devem cumprir as disposições da norma NBR 7173 – “Blocos vazados sem função estrutural – especificação”.

**Figura 38:** Tipos de blocos de vedação.

**Fonte:** Revista Técnica 103, 2005



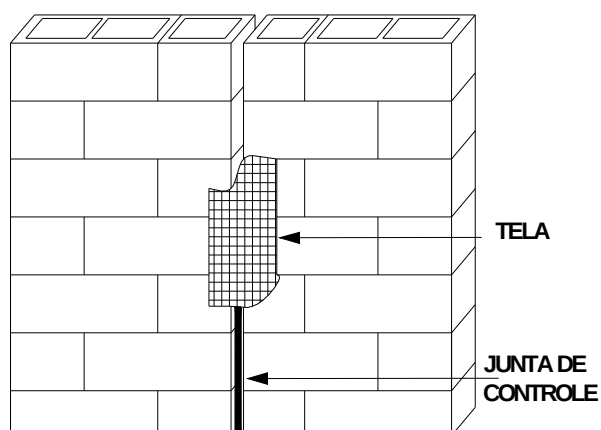
**Figura 39:** Blocos paletizados  
**Fonte:** Carneiro da Silva, et al.

#### 2.1.10 Uso de juntas de controle ou movimentação

As juntas de movimentação têm por função limitar as dimensões do painel de alvenaria a fim de que não ocorram elevadas concentrações de tensões em função das deformações intrínsecas do mesmo. Estas deformações podem ter sua origem em movimentações higroscópicas (capacidade dos materiais de absorver e liberar água), modificando o volume quando varia o conteúdo de umidade; em variações de temperatura; ou em processos químicos, como reações de expansão de materiais presentes nas juntas e ou blocos. Recomenda-se definir as juntas a intervalos de 6m, não devendo exceder 15m de espaçamento. (RAMIRES e FRANCO, 2000).

As folgas das juntas devem ser preenchidas para garantir a estanqueidade da alvenaria, normalmente utilizam-se materiais flexíveis, pois os mesmos não impedem as movimentações de retração e expansão evitando assim esforços adicionais na alvenaria (ver figura 40).

Segundo o código BS<sup>1</sup>, a largura da junta em milímetros deve ser ao redor de 30% maior que a distância entre juntas em metros. Juntas de movimentação espaçadas a 12m necessitariam ter 16mm de largura. Para assegurar uma correta aderência entre a alvenaria e o selante, este deve cobrir uma profundidade de pelo menos 10 mm. (RAMIRES e FRANCO, 2000, p.10).



**Figura 40:** Juntas de controle

As juntas de controle têm como objetivo evitar a ocorrência de fissuras causadas pelas movimentações higrotérmicas dos materiais, sendo que o seu dimensionamento é feito levando-se em consideração alguns aspectos como: deformação da estrutura, materiais usados na alvenaria, módulo de elasticidade da alvenaria, clima da região, forma de fixação e dimensões dos panos de alvenaria. Através dos estudos feitos por Nascimento (2004), apresenta – se a seguir uma tabela com valores médios sugeridos para o comprimento da alvenaria entre as juntas de dilatação.

**Tabela 11:** Referência para o dimensionamento dos valores médios para o comprimento máximo da alvenaria entre juntas de dilatação, em função do tipo de exposição e da espessura do bloco.

| Espessura do elemento/ bloco (m) | Comprimento máximo entre juntas de dilatação (m) |                   |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|
|                                  | Alvenaria interna                                | Alvenaria externa |
| 0,09                             | 8,0                                              | 6,0               |
| 0,14                             | 10,0                                             | 9,0               |
| 0,19                             | 12,0                                             | 10,0              |
| 0,24                             | 14,0                                             | 12,0              |

**Fonte:** Nascimento, 2004.

Obs.: Os valores citados na tabela acima são para alvenarias até 3,5 m de altura, e será necessário juntas em toda mudança de altura em painéis contínuos.

## 2.2 FUNÇÕES DO PROJETO DE ALVENARIA

### 2.2.1 Coordenação de Projetos

A coordenação de projetos é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do projeto, voltada para a identificação de interferências e incompatibilidades entre os diversos subsistemas. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de execução dos desenhos, através de reuniões com os diversos projetistas, tendo como objetivo promover a sua qualidade final e melhorar a interatividade entre os membros da equipe, havendo a necessidade de nomear um coordenador que ficará responsável por este trabalho.

Melhado, Levy, Bunemer et al., descrevem a atuação da coordenação de projetos nas diversas fases do processo de projeto, que estão descritas abaixo :

#### Fase A – Concepção do produto

Apoiar o empreendedor nas atividades relativas ao levantamento e definição do conjunto de dados e de informações que objetivam conceituar e caracterizar perfeitamente o partido do produto imobiliário e as restrições que o regem, e definir as características demandadas para os profissionais de projeto a contratar.

#### Fase B – Definição do produto

Coordenar as atividades necessárias à consolidação do partido do produto imobiliário e dos demais elementos do empreendimento, definindo todas as informações necessárias à verificação da sua viabilidade técnica, física e econômico-financeira, assim como à elaboração dos projetos legais.

#### Fase C – Identificação e solução de interfaces de projeto

Coordenar a conceituação e caracterização clara de todos os elementos do projeto do empreendimento, com as definições de projeto necessárias a todos os agentes nele envolvidos, resultando em um projeto com soluções para as interferências entre sistemas e todas as suas interfaces resolvidas, de modo a subsidiar a análise de métodos construtivos e a estimativa de custos e prazos de execução.

#### Fase D – Detalhamento de projetos

Coordenar o desenvolvimento do detalhamento de todos os elementos de projeto do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de documentos suficientes para perfeita caracterização das obras e serviços a serem executados, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

#### Fase E – Pós-entrega de projetos

Garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto e a sua correta aplicação e avaliar o desempenho do projeto em execução.

#### Fase F – Pós-entrega da obra

De acordo com Franco (1996), os principais objetivos da coordenação de projetos são:

- Garantir a perfeita comunicação entre os participantes do projeto;
- Garantir a comunicação e a troca de informações entre os diversos integrantes do empreendimento;
- Garantir a comunicação e integração entre as diversas etapas do empreendimento;
- Coordenar o processo de forma a solucionar as interferências entre as partes do projeto elaboradas pelos distintos projetistas;
- Garantir a coerência entre o produto projetado e o modo de produção, com especial atenção para a tecnologia do processo construtivo utilizado;
- Conduzir as decisões a serem tomadas no desenvolvimento do projeto;
- Controlar as etapas de desenvolvimento do projeto, de forma que este seja executado em consonância com as especificações e requisitos previamente definidos (incluindo custos, prazos, especificações técnicas).

### 2.2.2 Compatibilização entre Projetos

“A compatibilização consiste numa atividade que permite conciliar, física, geométrica e produtivamente, os componentes que interagem nos elementos construtivos horizontais e verticais das edificações”. (Novaes apud Cardoso, 2007).

Andery, Vanni e Borges apud Villani (p.112 e 113), afirmam que muitas vezes os projetos que chegam aos canteiros de obras não são claros e em diversos casos, são verificadas incompatibilidades entre as especialidades de projeto, prejudicando o andamento da obra e a qualidade

do produto. Assim, um mecanismo de compatibilização favorece a eliminação de incertezas nos projetos, de retrabalhos e da necessidade de desenvolvimento de soluções durante a obra, o que amplia a racionalidade e construtibilidade dos projetos.

Ultimamente a compatibilização das informações é feita empregando-se recursos da informática, através da sobreposição de camadas (*layers*) e checagem das interfaces. Recomenda-se que antes de inicio dos trabalhos seja feito a padronização de linguagem e critérios entre os projetistas para ajudar na comunicação das informações e na diminuição do tempo que antes era utilizado para traduzir os arquivos, dados, formatação e organização de dados entre os diversos softwares, reduzindo os erros devido à incompatibilidade de programas.

### 2.2.3 Modulação e Ajuste Dimensional

Modular uma parede de alvenaria de vedação consiste basicamente em acomodar os blocos nos vãos da edificação de forma a ajustar a suas dimensões em planta e ao pé-direito da obra, evitando rasgos nas paredes e desperdício de materiais. A modulação auxilia na coordenação da alvenaria com a estrutura reticulada, evitando a falta de compatibilização entre os subsistemas, e na diminuição da ocorrência de ajustes ou enchimentos na fase de execução, que prejudicaria a produtividade dos serviços.

Modular uma alvenaria é projetar utilizando-se de uma 'unidade modular', que é definida pelas medidas dos blocos, comprimento e espessura. Essas medidas podem ou não ser múltiplas uma das outras. Quando as medidas não são múltiplas, a modulação é 'quebrada' e para compensá-la precisamos lançar mão de elementos especiais (...) chamados de elementos compensadores da modulação. (ABCP apud SIQUEIRA et al., sem data).

O conceito de coordenação modular na alvenaria de vedação é utilizado de uma forma fragmentada através da adoção "parcial" do conceito de utilização de componentes padronizados e coordenados dimensionalmente. Isto se deve em função da desvinculação do projeto arquitetônico e estrutural a um sistema coordenado, modular e padronizado de medidas. (VILLANI e ANDERY, p.117).

O estudo de modulação vertical envolve basicamente a análise conceitual da estrutura com a arquitetura. A partir deste estudo deverão ser avaliados os blocos de alvenaria mais apropriados para os vãos de estrutura e arquitetura definidos no projeto. No caso de a empresa construtora ainda não ter se decidido por um bloco específico, deverão ser analisados os blocos em estudo e através de uma análise técnica-comparativa escolher qual é o mais apropriado. Assim como na planta de conferência, o estudo de modulação vertical muitas vezes implica em pequenos ajustes de medidas nos projetos de arquitetura e estrutura,

alterações de espessuras de lajes e alturas de vigas, de dimensões e posicionamento de esquadrias são muito freqüentes e deverão ser discutidas e aprovadas pelos projetistas e cliente. Dueñas Peña e Franco (2006, p.142)

#### 2.2.4 Detalhamento Técnico

O detalhamento construtivo tem como principal objetivo ressaltar alguns pontos da execução da alvenaria de forma a esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir durante a sua execução e evitar o surgimento de patologias das mais diversificadas espécies, isso ocorre através da implantação de soluções previamente planejadas e previstas de forma que o desempenho da alvenaria de vedação não seja prejudicado.

A insuficiência de detalhamento construtivo corretamente concebido (especificação de materiais e técnicas a serem utilizadas) pode ser atribuída ao desconhecimento, por parte dos projetistas, das inúmeras e variadas influências físicas a que estão expostas às edificações e do comportamento dos materiais de construção frente a elas, ao longo do tempo. É pouco freqüente o acompanhamento das obras por seus projetistas, prática que circunscreve os problemas decorrentes de prescrições técnicas aos canteiros ou, quando não solucionados, transfere-os aos futuros usuários sem contribuir para a melhoria de qualidade de novos projetos que voltam a apresentar as mesmas falhas e erros de concepção. (ARAUJO SILVA; MORADO, p.3).

“O detalhamento construtivo de qualquer objeto revela a intimidade do projetista com a natureza dos materiais, componentes e técnicas construtivas empregados na sua confecção, inclusive seu comportamento presumível em serviço”. (Cardoso, 2007, p.28).

O detalhamento das soluções disponibiliza ao canteiro de obra o que se espera do produto e dos subsistemas construtivos, sendo que esses detalhes construtivos devem ser desenhados em escala maior que o projeto e elucidar com clareza e técnica a compreensão do objeto a ser construído, antecipando-se a problemas identificados, normalmente, durante a fase de execução. (FABRICIO apud CARDOSO, (2007).

A localização das aberturas deve ser bem detalhada. A posição deve ser definida em relação às duas extremidades da parede e tendo a sua medida bem determinada. No caso de portas devemos ter a altura total e espessuras de batentes, de preferência com um desenho de detalhe. No caso de janelas, definir as dimensões e material e espessura do parapeito. Não esquecer de detalhar outras aberturas como ar condicionado, exaustor, ventilações fixas, etc.. Da mesma maneira que na elétrica, precisamos conhecer todos os elementos em planta e altura. Deverá ser dada especial atenção aos elementos que estão dentro ou fora das paredes. Muitas vezes os shafts se encontram entre dois banheiros e algumas tubulações precisarão atravessar a parede, fato este que deverá estar indicado na elevação. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO).

### 2.2.5 Etapas de Desenvolvimento do Projeto de Produção

De acordo com a pesquisa de mestrado de Dueñas Peña e Franco (2006), o desenvolvimento do método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais deve seguir as etapas descritas abaixo, sendo que as mesmas sofreram algumas modificações para se adaptar a este trabalho, pois alguns itens citados pelos autores foram considerados desnecessários.

#### ✓ Etapa 1 - dados iniciais:

Esta etapa serve basicamente para definir o que será feito e sob que condições, ou seja, é definido o escopo do projeto de produção da alvenaria de vedação a ser desenvolvido, as ferramentas a serem utilizadas, os profissionais envolvidos e o cronograma dentro do qual os projetos serão executados.

Ao estabelecer o primeiro contato com a empresa contratante o projetista deve levantar os seguintes dados:

- Experiência da empresa com projetos para produção;
- Estágio de desenvolvimento dos projetos;
- Solicitar uma planta de estrutura e de arquitetura do pavimento tipo, já que na maioria das vezes só é feito e desenvolvido o projeto para produção das vedações do pavimento tipo;
- Bloco de alvenaria utilizado.

A partir da aprovação do contrato pelo cliente, torna-se necessário fazer um levantamento de informações relacionadas ao processo de projeto e à gestão de produção da empresa construtora, tais como:

- O coordenador do projeto e suas atribuições;
- Os sistemas e tecnologias de informação utilizada;
- A padronização gráfica;
- E o estágio de desenvolvimento dos demais projetos.

#### ✓ Etapa 2 - estudo preliminar:

É caracterizada pela análise crítica e conceitual dos projetos e também pela sua compatibilização. Para tanto, o projetista deverá solicitar uma cópia

impressa e eletrônica de todos os projetos desenvolvidos para ser feito a análise e compatibilização dos mesmos.

Esta análise dos projetos permite identificar os pontos críticos de cada projeto individual e principalmente se existe algum tipo de conflito decorrente da sobreposição dos projetos. Além da identificação dos pontos críticos esta análise crítica e conceitual compreende a avaliação do futuro desempenho da alvenaria, sendo um dos pontos mais importantes. Nesta análise o projetista irá verificar:

- O projeto de estrutura: o comportamento da estrutura, principalmente no que diz respeito a possíveis deformações;
- O relacionamento da estrutura com a alvenaria: tipos de ligações, juntas, etc.;
- As tecnologias de produção, seqüências de elaboração e procedimentos executivos;
- A padronização modular de blocos, esquadrias, vergas e contravergas, vãos de arquitetura e estrutura;
- Etc.

Após a análise e compatibilização dos projetos deve ser elaborada a planta de conferência e o estudo de modulação vertical. Basicamente com a análise e compatibilização dos projetos e com a definição das espessuras dos blocos a serem utilizados nas vedações, o projetista de produção tem condições de elaborar a planta de conferência.

A planta de conferência elaborada, muitas vezes implica em pequenos ajustes nas plantas de estrutura e principalmente na de arquitetura. Tais ajustes deverão ser discutidos e aprovados pelo cliente e projetistas envolvidos. A aprovação destes ajustes deverá ser registrada formalmente para poder liberar o desenvolvimento das etapas seguintes.

Após a elaboração da planta de conferência, do estudo da modulação vertical e da compatibilização dos projetos, deve ser elaborado um relatório de compatibilização, enumerando e explicando todos os pontos críticos identificados, que deverá ser encaminhado a todos os projetistas e coordenador. Devido à importância das informações do relatório, é aconselhável a realização de uma reunião com todos os projetistas para discutir o relatório e definir em conjunto as soluções mais apropriadas para cada caso. Com base nas decisões tomadas cabe a todos os projetistas revisarem os seus projetos, quando necessário, e

posteriormente darem início ao desenvolvimento da etapa seguinte, de anteprojeto. Nesta reunião, além da apresentação do material elaborado e do relatório de compatibilização, deverá ser apresentado e discutido o escopo mínimo de cada projeto (estrutura, instalações, arquitetura, etc.) para cada etapa do processo de projeto (anteprojeto, executivo, detalhamento, etc.) para garantir os dados de entrada necessários para o desenvolvimento do projeto para produção de vedações verticais de acordo com o cronograma do empreendimento.

✓ Parte 3 – anteprojeto:

É caracterizado pela análise e compatibilização dos projetos já discutidos anteriormente. Para dar início a esta etapa é necessário:

- A aprovação da etapa anterior pelo cliente;
- Os anteprojetos de arquitetura, estrutura e instalações contemplando solicitações da reunião de compatibilização da etapa anterior;
- Definição do bloco de alvenaria a ser utilizado.

Uma vez recebidos os anteprojetos dos demais projetistas eles devem ser novamente analisados e compatibilizados. Nesta nova análise deve-se verificar se todos os pontos críticos discutidos anteriormente foram solucionados e revisados. Assim como na etapa anterior deve-se elaborar um relatório de compatibilização contendo os eventuais problemas levantados nesta nova fase. Este relatório deve ser encaminhado aos projetistas para posteriormente ser discutido em reunião. Sempre que possível, para evitar reuniões demasiadamente longas, os assuntos menos críticos devem ser discutidos e resolvidos diretamente com o projetista responsável. Conforme tais assuntos forem sendo resolvidos, as soluções adotadas devem ser registradas e enviadas ao projetista e cliente para formalizar a solução adotada. Depois de realizada a compatibilização dos anteprojetos dos demais projetistas deve-se revisar a planta de conferência, caso necessário. Assim que a planta de conferência estiver compatível com as novas informações e que o bloco a ser utilizado tenha sido definido, são elaboradas as plantas de marcação de 1ª e 2ª fiadas. Estas plantas deverão ser apresentadas ao cliente para aprovação, dentro de um caráter preliminar, pois ainda serão revisadas após a elaboração das plantas de passagens elétricas e hidráulicas.

O projeto para produção de vedações verticais normalmente é desenvolvido apenas para o pavimento tipo; a análise dos projetos não abrange

todos os pavimentos e, desta forma, boa parte da compatibilização e análise crítica dos projetos fica sob a responsabilidade do coordenador dos projetos. Para a elaboração das plantas de marcação de 1º e 2ª fiadas devem estar definidos:

- Os blocos e espessuras das paredes;
- Definição dos eixos de locação da alvenaria;
- Especificações das juntas: verticais e horizontais;
- Tipo de amarração: entre paredes e estrutura;
- Dimensões e posicionamento de prumadas, quadros e shafts;
- Dimensões e posicionamento das esquadrias e portas;
- Folgas para a instalação de esquadrias e portas;
- Aprovação da planta de conferência.

Nas plantas de marcação e de conferência, os eixos e passagens devem ser inseridos em um quadro de controle dos projetos utilizados para a elaboração da planta em questão. Este quadro permite, principalmente para o engenheiro da obra, verificar quais folhas e que projetos foram utilizados e, principalmente verificar se foram atendidas e compatibilizadas as últimas versões (revisões) dos projetos. Desta forma, se por algum motivo qualquer o projetista de produção não tiver recebido e contemplado a revisão de algum projeto específico, esta incompatibilidade será facilmente identificada pela equipe de produção. Nesta etapa é dado início ao desenvolvimento dos detalhes e dos procedimentos e especificações técnicas do projeto.

#### ✓ Parte 4 - projeto executivo;

Esta fase é caracterizada pela compatibilização final dos projetos e pela entrega parcial do projeto para produção de vedações verticais. Para dar início a esta etapa é necessário:

- Aprovação da etapa anterior pelo cliente;
- Projetos executivos de arquitetura, estrutura e instalações contemplando solicitações da reunião de compatibilização anterior.

Novamente os projetos são analisados e compatibilizados e suas incompatibilidades são registradas no relatório de compatibilização. Estas incompatibilidades devem ser comunicadas ao cliente e projetista e resolvidas o mais rápido possível, para dar continuidade ao desenvolvimento do projeto para

produção de vedações verticais. Para dar continuidade ao desenvolvimento do projeto para produção de vedações verticais é elaborada a planta preliminar de passagens de elétrica e hidráulica. A elaboração destas plantas muitas vezes implica em pequenos ajustes nas plantas de marcação e conferência que deverão ser revisadas. Após a revisão e finalização das plantas de marcação, são finalizadas as plantas de passagens elétricas e hidráulicas. Ao longo desta etapa é dada continuidade ao desenvolvimento dos detalhes e procedimentos, que deverão ser sempre discutidos com a equipe de produção ou responsável. Após a elaboração destes itens, deve ser agendada uma reunião para a entrega dos seguintes itens do projeto para produção de vedações verticais:

- Relatório final de compatibilização;
- Planta de conferência – final;
- Planta de locação dos eixos;
- Plantas de marcação de 1ª e 2ª fiadas - final;
- Plantas de passagens de elétrica e hidráulica – final.

✓ Parte 5 – detalhamento

O material entregue na etapa anterior deve ser analisado e aprovado pelo cliente, com a sua aprovação passa a ser elaborado o caderno de elevações e finalizados o caderno de detalhes e de procedimentos e especificações técnicas que foram discutidos ao longo das etapas com a equipe de produção.

✓ Parte 6 – implantação, acompanhamento e retroalimentação.

A entrega final e completa do projeto para produção de vedações verticais deve ser agendada com a equipe de produção. No caso de a empresa construtora possuir procedimentos formalizados de entrega que obriguem a efetuar a entrega para algum departamento específico ou para o responsável pela atividade de projeto na empresa, o projetista deve solicitar uma reunião com a equipe de produção para apresentar o projeto e esclarecer eventuais dúvidas. Esta entrega tem um caráter explicativo, principalmente nos casos onde a equipe de produção não teve uma participação significativa durante o processo de projeto e precisam ser conscientizada do conteúdo, processo construtivo e potencialidades do projeto para produção de vedações verticais. Para garantir o entendimento e utilização do

projeto, ao final da apresentação devem ser agendadas com o engenheiro responsável visitas de acompanhamento durante a utilização do projeto. Tais visitas além de auxiliares no entendimento do projeto possibilitam ao projetista a retroalimentação do projeto através da análise crítica do impacto do projeto para produção de vedações verticais na produção e na equipe de produção. Esta análise permite ao projetista identificar os pontos que podem ser melhorados no projeto para produção de vedações verticais referentes a conteúdo e forma de apresentação. O conteúdo do projeto para produção de vedações verticais pode variar de acordo com as necessidades específicas de cada obra; tais necessidades deverão ser identificadas durante o processo de elaboração do projeto para produção de vedações verticais. Quando a participação da equipe de produção durante a elaboração do projeto não for significativa, cabe ao projetista avaliar e identificar durante a utilização a ausência de informações relevantes ou a existência de informações que não estão sendo utilizadas. Em ambos os casos e sempre que possível o projeto para produção de vedações verticais deve ser adequado, principalmente no caso de ausência de informações. No caso das informações que não estão sendo utilizadas, devem ser identificados os motivos pelos quais a informação não está sendo utilizada e ajustar o projeto quando necessário. As informações obtidas nas visitas à obra são cadastradas para serem utilizadas como parâmetros balizadores para outros projetos da mesma construtora ou de construtoras com perfis semelhantes.

## 2.3 DIRETRIZES DE EXECUÇÃO

Promove a compra técnica através do atendimento à especificação de materiais e componentes, estabelece critérios para seleção dos fornecedores, controle do recebimento de materiais tendo como base as especificações técnicas, padroniza a forma de armazenamento e transporte pelo canteiro, trabalha a produção através da elaboração de procedimentos de execução dos serviços, cria critérios de seleção dos operários e trabalha a capacitação e motivação dos mesmos para as realizações de suas atividades.

O setor de suprimento está intimamente interligado com a racionalização da alvenaria, pois nele está envolvido o atendimento à especificação de materiais e componentes, seleção e contratação dos fornecedores tanto de materiais como de serviços, aquisição dos materiais e componentes, registro e controle de recebimento, armazenamento e transporte de materiais pelo canteiro, retoalimentação das informações para o setor de projetos, e a definição dos equipamentos de produção a serem utilizados. Algumas vezes os problemas projeto-produção são gerados pelo não atendimento à especificação de projeto, fazendo com que seja encaminhado para a obra materiais e componentes inadequados à produção. Podendo haver falha nas especificações, pois muitas vezes os projetos são omissos quanto a algumas especificações. É muito importante também que o material a ser recebido na obra seja devidamente verificado, para observar se o que foi entregue corresponde ao que foi adquirido, para ser feito o retorno ao setor de compras, lembrando que deve existir uma relação empresa-fornecedor ou seja uma parceria. (BOTTURA; SABBATINI; MEDEIROS, 1998, P. 37 e 38).

Sem as especificações de projeto, o departamento de suprimentos não terá parâmetros técnicos para efetuar seu trabalho, ou seja, realizar a seleção de fornecedores e efetuar a aquisição. Neste caso é comum que o “menor preço” direcione as ações do setor. (BOTTURA; SABBATINI; MEDEIROS, 1998, P. 37).

A racionalização na execução da alvenaria depende também dos equipamentos e dos sistemas de transporte utilizados no canteiro, pois de nada adianta utilizar técnicas inovadoras, que tragam melhorias para um determinado ponto da obra, se não houver materiais adequados para a utilização eficaz destas técnicas. Da mesma forma deve-se investir na melhoria do sistema de transporte empregado, já que a implantação de algumas alternativas como o uso de componentes paletizados, traz uma diminuição de perdas e um aumento na produtividade do processo. Sendo que o sistema de paletização pode ser usado tanto em obras grandes como pequenas, utilizando-se de equipamentos grandes como as gruas ou com a utilização de paletes que possam ser manuseados por carrinhos de mão especiais (ver figura 41). Cabendo ao setor de suprimentos tomar iniciativas e usar alternativas que viabilizem a racionalização da alvenaria de vedação.



**Figura 41:** Transporte dos blocos paletizados.

**Fonte:** Corrêa, 2006.

A seleção dos fornecedores pode ser feita encima dos parâmetros de qualidade e parcerias. De qualidade, criando um sistema de pontuação onde serão levados em conta a capacidade produtiva e tecnológica, a qualidade dos materiais entregues, o cumprimento dos prazos de entrega e a assistência técnica oferecida pelo fornecedor. De parcerias buscando adquirir melhores formas de pagamento, desconto no preço dos materiais sem abrir mão da qualidade do produto.

### 2.3.1 Treinamento e motivação dos operários

Deve-se recordar que só a elaboração do projeto para produção da alvenaria, por melhor que seja, não é suficiente para alcançar a racionalização na alvenaria de vedação, já que alguns parâmetros como a falta de treinamento ou motivação dos operarios, a não assimilação das praticas executiva , fornecimento de materiais e equipamentos de baixa qualidade e não adequados, podem resultar em desperdícios e diminuição da produtividade e da qualidade dos serviços realizados fazendo com que os índices até então alcançados com a implantação do processo de racionalização diminuam ou deixem de ter a mesma eficiência.

O treinamento dos funcionarios podem ser feitos através de cursos, palestras, videos e etc. (ver figura 42 e 43), que podem ser ministradas pela propria construtora ou por outra empresa especializada nesse tipo de treinamento, como exemplo podemos citar o SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, que oferece cursos de treinamento gratuitos para qualificação de profissionais. Porém muitas vezes as empresas preferem não fazer um investimento inicial na

capacitação de seus funcionários, tomando como alternativa fazer o treinamento dos operários durante a execução dos serviços que nem sempre é o melhor e mais ideal pois provocam desperdícios e diminuição da produção até o funcionário adaptar a atividade. É interessante que estes treinamentos incluam o entendimento dos projetos, pois isso não só acelera as atividades como também minimiza a ocorrência de erros devido aos problemas de comunicação, que não deveriam existir entre funcionários e profissionais qualificados, que induz a erros.

A forma de apresentação e de utilização dos projetos para produção de alvenaria tem exercido um efeito desmistificador da representação gráfica junto à mão-de-obra: o operário não só pode - mas deve - ter acesso a ele como forma de assegurar o cumprimento das prescrições técnicas. Cada pedreiro deve consultar sempre as plantas das fiadas, elevações e detalhes construtivos das paredes que executa e essa prática de leitura de projetos dá a ele autonomia, além de funcionar sempre como um canal para novas informações e conhecimentos. (SABBATINI E SILVA apud Siqueira et al).

Muitas empresas já estão desfrutando dos benefícios que a motivação dos funcionários trazem para produção e para a qualidade das atividades executadas, alguns fatores são muito importantes na hora de gerar motivação nos funcionários, tais como: Reconhecimento das diferenças individuais, permitir a participação nas decisões, vincular recompensas ao desempenho, melhorar a qualidade do ambiente e das refeições e propiciar momentos de lazer.

De acordo com Robbins apud Gouveia et al. (2004), “motivação é o processo responsável pela intensidade, direção e persistência dos esforços de uma pessoa em relação ao alcance de uma determinada meta”.

Kahale afirma que pessoas entusiasmadas, valorizadas e felizes que vêem seu trabalho reconhecido, aumentam a produtividade da organização. O ambiente interno da empresa deve prover as condições necessárias à sua realização, em todos os sentidos. A valorização é entendida como uma necessidade humana suficientemente forte para criar um clima adequado... Sentir que é reconhecido pelo que faz está intimamente ligado ao sentimento de realização... Ser valorizado significa: receber maiores desafios, receber feedback, ser ouvido, ser tratado com igualdade, crescer profissionalmente e etc.



**Figura 42:** Motivação dos operários.  
**Fonte:** Corrêa, 2006.



**Figura 43:** Treinamento dos operários.  
**Fonte:** Corrêa, 2006.

## 2.4 PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

[...] a necessidade de definir precisamente os procedimentos de execução tem assumido uma importância crescente, frente à rapidez da evolução tecnológica e o aumento da diversidade de materiais e componentes de construção. O objetivo do desenvolvimento e da implantação de um sistema de padronização é reduzir a variabilidade dos processos, fazendo com que os insumos sejam processados sempre da mesma maneira e o valor agregado seja sempre o mesmo, gerando assim a satisfação permanente do próximo processo e do cliente externo. O produto final receberá os impactos benéficos da padronização na forma de redução de custos devido à utilização racional de materiais, equipamentos e mão-de-obra, sem desperdício nem retrabalho. (SOUZA et al. Apud POZZOBON, RIZZATTI, p.2).

As atividades de execução não devem abrigar, como tradicionalmente ocorre na construção civil, tomadas de decisão definidoras da qualidade do produto. Essas devem estar definidas nas etapas anteriores, nas atividades de concepção e planejamento. (SABBATINI E SILVA apud SIQUEIRA et al. p.2).

Levando - se em conta os trabalhos feito por varios autores, fez-se um apanhado das melhores tecnicas utilizadas na execução da alvenaria, descritas abaixo.

Antes de dar inicio a construção das vedações devem-se respeitar os prazos mínimos de execução da estrutura (ver tabela 12), para que possa ocorrer uma parcela das deformações da estrutura de concreto armado, minimizando possíveis transferências de carregamento para a alvenaria de vedação cuja função é apenas vedar. Na tabela a seguir faz-se algumas recomendações necessárias:

**Tabela 12:** Condições para início da alvenaria de vedação

| <b>Descrição dos Serviços</b>                              | <b>Prazo mínimo (dias)</b> |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Laje do pavimento concretada                               | 45                         |
| Retirada do escoramento da laje do pavimento               | 15                         |
| Retirada do escoramento da laje do pavimento superior      | 01                         |
| Execução do chapisco da estrutura na interface com o bloco | 03                         |

**Fonte:** Adaptado de Lordsleem Júnior (2000), p.36. apud Cardoso, 2007, p. 49.

A ligação da alvenaria com a estrutura inicia – se com a preparação da superfície da estrutura que ficará em contato com as paredes, que são divididas em duas etapas: limpeza ou lavagem das superfícies de concreto e o chapiscamento das faces da estrutura às quais a alvenaria estará em contato, sendo que o chapisco funciona como ponte de aderência, indica-se neste caso o chapisco rolado devido ao

baixo índice de desperdícios, e o uso de telas eletrossoldada de malha 15x15mm. Faz – se a definição das galgas que auxiliará na determinação da altura das fiadas, pode ser marcada nos próprios pilares da estrutura com a ajuda de uma mangueira de nível ou usa-se o escantilhão.

A locação ou demarcação da primeira fiada é feita através da consulta ao projeto arquitetônico ou projeto de produção, tendo como propósito posicionar as paredes a partir dos eixos de locação, garantindo o nivelamento da primeira fiada, o esquadro entre paredes e as dimensões dos ambientes de maneira a otimizar o consumo de revestimento e corrigir racionalmente os possíveis defeitos da estrutura. Deve-se designar um pedreiro ou uma equipe de pedreiros devidamente qualificados e treinados para iniciar a materialização dos eixos de referência que preferencialmente devem ser os mesmos que foram utilizados na locação da estrutura. A locação deve ser iniciada pelas paredes de fachada que são marcadas a partir das faces dos eixos de referência da estrutura, usando-se sempre os valores das cotas acumuladas e considerando-se o prumo dos pavimentos já executados. Sendo que a laje deve ser mapeada por meio de aparelho de nível alemão ou nível a laser para identificar possíveis falhas no nivelamento da laje, que quando superiores a 2cm devem ser corrigidas com enchimento da própria argamassa de assentamento. A colocação dos blocos começa a partir dos blocos de extremidade ou blocos mestres que terão suas faces interligadas por uma linha de nylon determinando o alinhamento daquela primeira fiada. A argamassa de assentamento da primeira fiada deve ser a mesma da elevação, sendo que a sua espessura poderá ser de 1 á 2 cm a fim de absorver defeitos da laje, deve-se usar as juntas verticais para garantir uma melhor distribuição dos esforços entre a estrutura e a alvenaria, em seguida devem ser locadas as paredes internas de acordo com o posicionamento da locação das paredes de fachada, atentando se para a locação das galgas das portas, indica-se o uso de gabaritos nos vãos das portas ou a instalação do kit porta pronta através do uso de espuma de poliuretano, sistema intensamente utilizado pelas empresas construtoras em virtude da racionalidade oferecida.

Na elevação da alvenaria recomenda-se a utilização de um escantilhão para auxiliar o nivelamento na direção horizontal das paredes, sendo que as juntas horizontais deverão ter espessura de 8mm á 14mm, não variando menos que 8mm nem mais que 14mm, pois juntas poucas espessas levam a uma baixa absorção das

deformações, enquanto juntas muito espessas promovem uma queda na resistência mecânica do conjunto além do aumento de consumo de material. A cada fiada executada deveram ser observados o alinhamento e o prumo da alvenaria, corrigindo quaisquer problemas encontrados. No decorrer da elevação devemos nos atentar ao posicionamento das aberturas de portas e janelas que devem receber um esforço através do uso de vergas e contravergas com apoio mínimo nas laterais de 30 a 40cm, permitindo a distribuição das tensões que se concentram nos vértices dos vãos, que provocam fissuras a 45° na região, estas poderam ser pré-moldadas ou moldadas in loco. A passagem das instalações deveram ser executas racionalmente. Indica-se o uso de shafts para o embutimento das instalações hidráulicas, podendo usar paredes duplas para esta finalidade entre outras alternativas, e quando for necessário fazer rasgos na alvenaria deve ser realizado uma programação adequada afim de minimizar as áreas a serem cortadas seguindo um caminho mais definido. Quanto as instalações elétricas é possível fazer a passagem dos eletrodutos por dentro dos blocos com furos na vertical, lembrando que tanto as tubulações de gás como as de água quente devem receber isolamento.

Na fixação da parte superior da alvenaria com a estrutura (viga ou laje) deve ser deixado um espaçamento de 1,5 à 3 cm para realização do encunhamento, permitindo uma adequada fixação de maneira que não venha a ter o seu desempenho prejudicado quando solicitada, o preenchimento pode ser feito utilizando argamassa expansiva, espuma de poliuretano, argamassa rica em cal e baixo teor de cimento ou argamassa aditivadas com polímeros, lembrando que devem ser seguidas corretamente as instruções de uso desses materiais para evitar o surgimento de eventuais fissuras nos revestimentos. Indica-se também a fixação de telas eletrosoldadas no encontro da alvenaria/estrutura (viga), para evitar o aparecimento de possíveis fissuras no revestimento.

A interface da alvenaria com o revestimento argamassado é de suma importância para a qualidade final do acabamento da obra, pois o surgimento de patologias nestas interfaces demonstram que a etapa de execução da alvenaria de vedação não foi bem executada e que devido a falta de racionalização a etapa de revestimentos terá um super faturamento ou melhor dizendo aumento dos custos finais. Podemos dizer que o acabamento é a prova final que a obra precisa para saber se as etapas anteriores tiveram boa execução e planejamento, lembrando que a falta de racionalização nas etapas anteriores que de uma certa forma afetaram as

atividades subsequentes não provoca apenas o aumento dos gastos financeiros da obra como também a qualidade final do empreendimento que esta relacionado com o surgimento de patologias comumente encontrada nas obras. Ultimamente observa-se muito que a argamassa passou a ser implantada não apenas como revestimento mais também como uma alternativa de esconder os erros e problemas originados dos projetos e da má execução dos serviços. É fundamental chapiscar a base que receberá o revestimento, já que o mesmo melhora a aderência entre alvenaria/revestimento. O traço deve ser bem analisado, já que nas argamassas muito rica em cimento existe uma grande influência da retração e estão mais sujeitas a tensões de tração que causam trincas e possíveis descolamentos da camada de suporte a medida que espessura aumenta.

Em casos de paredes muito extensas deve-se prever o uso de juntas de trabalho cuja função é subdividir o revestimento para aliviar as tensões provocadas pelas movimentações da base e do próprio revestimento, podendo ser horizontais ou verticais, definindo também o seu posicionamento, largura e material de preenchimento da junta.

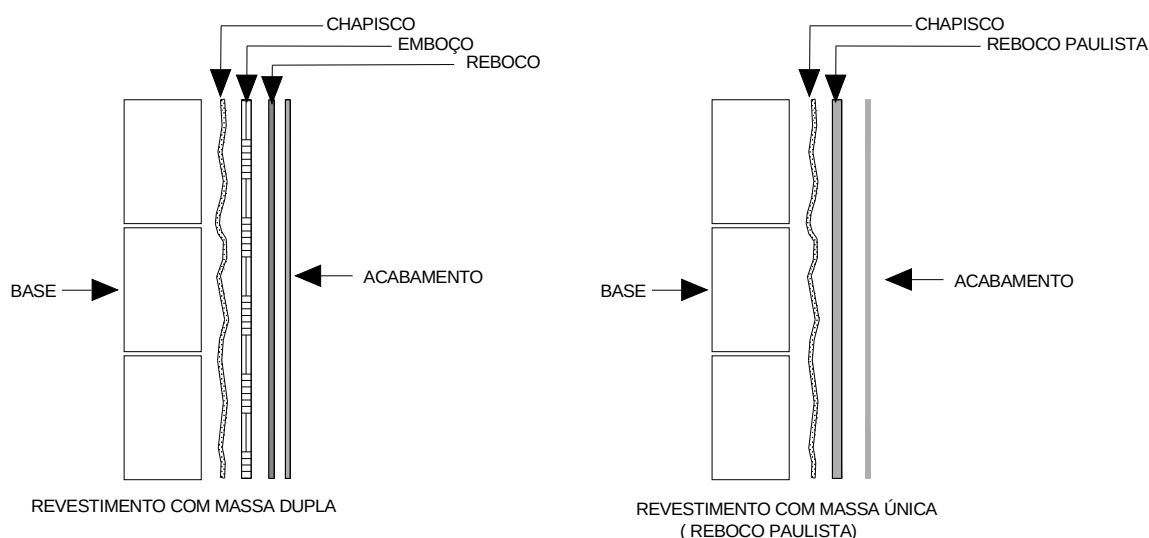
O espaçamento entre as juntas variam de acordo com as características de deformação do substrato, existências de aberturas e condições de exposição. De uma forma geral estas juntas são mais freqüentes nos revestimentos de fachada. De uma forma geral essas juntas horizontais a cada pavimento e verticais a cada 6 m, para painéis maiores do que 24 m<sup>2</sup>. Devem-se localizar as juntas de preferência no encontro da alvenaria com a estrutura, no encontro de dois tipos de revestimento, peitoris, topos de janelas, acompanhando as juntas do substrato e as juntas estruturais. (LEGGERINI; AURICH, pucrs faculdade de arquitetura)

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

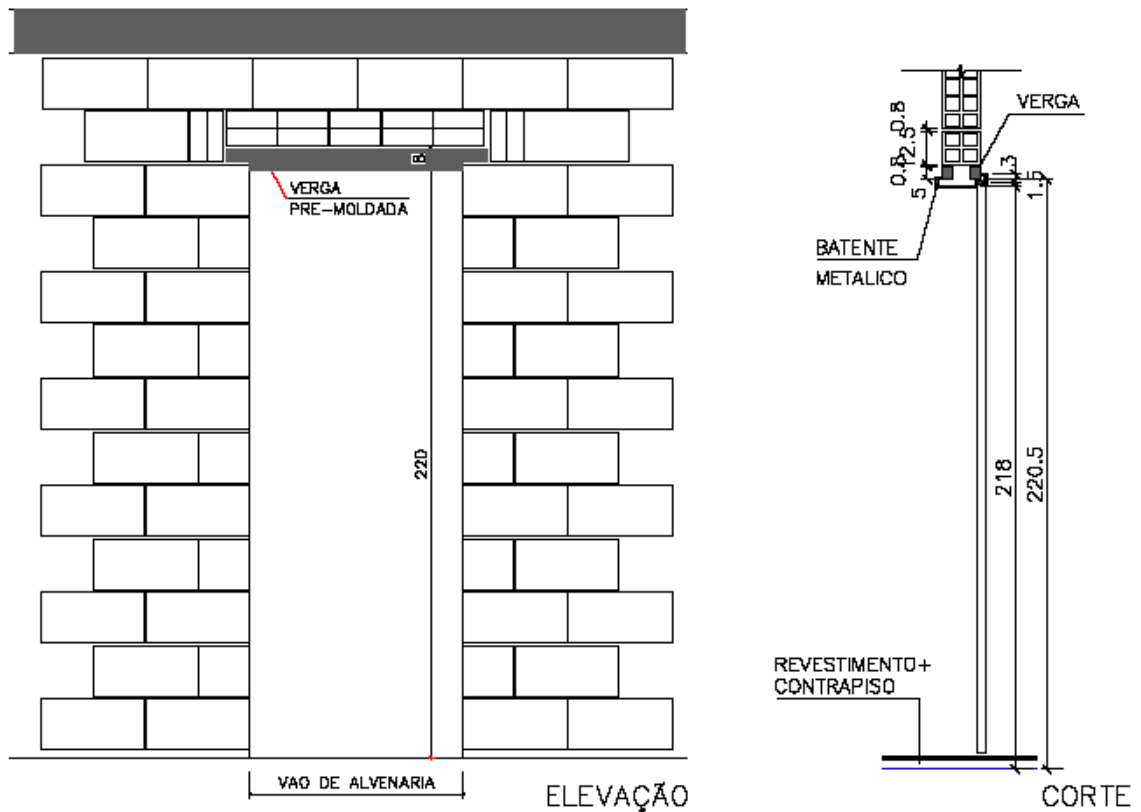
**Tabela 13:** Controle da execução.

| ITENS CONTROLADOS DURANTE E EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO |                                                                                  |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ✓                                                    | Preparação da base;                                                              |
| ✓                                                    | Definição do plano de revestimento;                                              |
| ✓                                                    | Taliscamento;                                                                    |
| ✓                                                    | Locação de arames de diedro (prumo e nível) com definição de espessura de massa; |
| ✓                                                    | Produção da argamassa de revestimento;                                           |
| ✓                                                    | Aplicação da argamassa e sarrafeamento;                                          |
| ✓                                                    | Execução de reforços como telas metálicas se especificadas;                      |
| ✓                                                    | Estabelecer intervalo adequado para acabamento ou aplicação de segunda camada;   |
| ✓                                                    | Execução das juntas de trabalho;                                                 |
| ✓                                                    | Execução de quinas e cantos;                                                     |

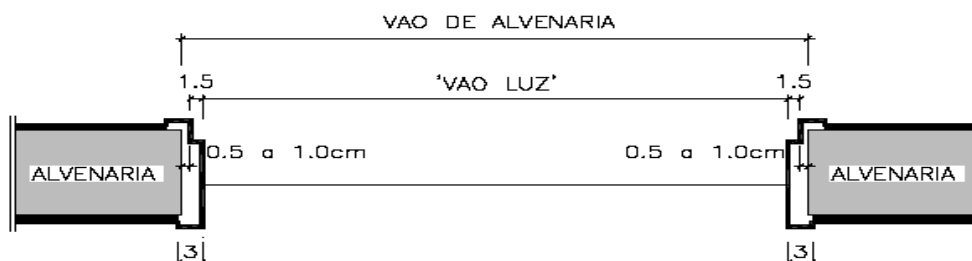
**Fonte:** Leggerini e Aurich.

**Figura 44:** Revestimento com massa dupla e massa única.

Deve-se atentar as medidas a serem deixadas nas aberturas dos vãos das portas, para evitar quebras na hora da colocação dos portais. Abaixo seguem algumas ilustrações( ver figura 46 e 47).



**Figura 45:** Vão da porta.  
**Fonte:** Dueñas Peña, 2003



**Figura 46:** Vão da porta.  
**Fonte:** Dueñas Peña, 2003.

## 2.5 DIRETRIZES DE CONTROLE

A diretriz de controle define as responsabilidades de cada elemento no processo de produção, trabalha a elaboração dos procedimentos de inspeção de serviços e estabelece mecanismos de recebimento de cada atividade contemplando as tolerâncias e a forma de correção de eventuais não conformidades.

O controle da execução da alvenaria de vedação é fundamental para se obter a qualidade final dos serviços e os resultados esperados, pois de nada vai adiantar termos ótimos projetos, bons planejamentos e um alto grau de racionalização, se no momento de colocar tudo isso em prática não houver um rigoroso controle em relação à qualidade de cada serviço executado.

Por meio do controle de cada etapa procura-se obter "paredes que tenham locação, planeza, prumo e nivelamento com tolerâncias adequadas ao revestimento que será empregado, juntas e fixação corretamente executadas.(LORDSLEEM JÚNIOR apud CARDOSO, 2007, p. 48).

Vários estudos, como o dos autores Bottura, Medeiros e Sabbatini 1998, demonstram que a falta de cultura empresarial voltada ao controle dos processos de produção no setor da construção civil afeta muito na obtenção de resultados benéficos no final da obra, pois todas as empresas dizem possuir algum mecanismo de controle, entretanto, esses mecanismos nem sempre estão formalizados, e quando estão, não são utilizados durante a execução dos serviços. Recomenda-se que as empresas implantem o programa de gestão de qualidade nas suas empresas, formando um conjunto de medidas que visam padronizar e documentar os processos de produção, de forma que exista um controle para verificar se o padrão exigido está sendo atendido. Esse controle também chamado de "inspeção de serviços" corresponde basicamente a um procedimento de inspeção e a uma ficha de verificação. Sendo que neste procedimento estão descritos os itens a serem verificados, a metodologia e o critério de avaliação, e a ficha de verificação é utilizada para efetuar o controle no momento da execução, existindo campos a serem preenchidos conforme o serviço tenha sido aprovado ou rejeitado.

De acordo com Bottura, Sabbatini e Medeiros (1998, p.282), "se não há controle, como saber se os projetos desenvolvidos estão sendo realmente utilizados durante a produção?; como identificar quais são os problemas causados por indefinições nos projetos; como sabe qual foi a eficiência do treinamento?; como identificar os elementos que podem ser melhorados em empreendimentos futuros?

É de grande importância a realização de inspeção dos Serviços realizado para verificar se os critérios de conformidades exigidos na hora do recebimento das atividades estão sendo obedecidos. Esta inspeção define através de parâmetros qualitativos ou quantitativos (incluindo tolerâncias), segundo os quais o serviço ou uma de suas etapas é aceito (liberado) ou rejeitado.

### 2.5.1 Definição das responsabilidades de cada elemento no processo de produção

Nos ultimos anos observou-se as inúmeras tentativas que algumas empresas utilizaram para implantar os novas tecnicas de inovações tecnologicas do setor da construção civil, na busca de economia e diminuição dos prazos de execução das obras, porém muitas falharam nesta tentativa, pois tentaram mudar o processo utilizado mantendo-se a mesma estrutura organizacional da produção artesanal, já que tentaram evoluir sem modificar a forma de produzir ou seja a qualificação da mão - de - obra. Deve-se compreender que é necessario mudar a organização para se alcançar maiores niveis de eficiencia e qualidade dos serviços, pois de nada vai adiantar o mercado ter novos métodos construtivos se ele não estiver preparado para tirar desses processos os resultados pretendidos e prometidos. É preciso alterar a cultura predominante na sociedade através de ações como educação e capacitação profissional. Sendo necessário que exista organização nos procedimentos de produção e definição das responsabilidades de cada um, pois o processo organizacional deve-se iniciar pela definação dos cargos, funções, atribuições e responsabilidades de cada membro.

Os profissionais devem estar consientes de que é preciso estar sempre passando por um processo de reciclagem, ou seja aperfeiçoamento, de forma que exista altos niveis de produtividade, compreensão e aceitação das novas tecnicas.

Precisamos que nossos engenheiros “engenheirem” e assumam as funções que lhe são próprias. Precisamos fazer com que os técnicos e os tecnólogos assumam também as suas funções, as quais vêm sendo assumidas pelos engenheiros de obra (e também pelos mestres), profissionais que, sendo melhor remunerados que aqueles, acabam onerando os custos desnecessariamente. Para que isto ocorra precisamos de uma estrutura organizacional que aproveite integralmente as capacitações de cada profissional. (BOTTURA; SABBATINI; MEDEIROS, 1998, P.13).

### 3. CONCLUSÕES E RESULTADOS

A elaboração deste trabalho, embasado nas pesquisas feitas por vários autores e instituições sobre a racionalização da alvenaria de vedação comprovou, para a autora, a importância da implantação das diretrizes de projeto, execução e controle para alcançar os níveis de racionalização desejados, já que a mesma depende de um processo onde cada etapa tem um valor significativo nos resultados finais.

Observou-se que existe uma grande necessidade de trabalhar o planejamento em todas as etapas da obra, ou seja, “pensar antes de agir”, desde o projeto até o controle da execução, investindo na busca de melhorias dos processos construtivos convencionais, treinamento e motivação dos trabalhadores, implantação de projetos para produção e utilização de técnicas mais eficientes. A racionalização da alvenaria de vedação, quando implantada corretamente, traz grandes benefícios para o edifício como um todo, já que a sua qualidade final influencia na qualidade das etapas que com ela possui interface. Possuindo reflexos positivos tanto técnica como economicamente na execução das obras, criando um ambiente propício para se pensar e tomar as alternativas necessárias para solucionar as interferências, alcançando melhores alternativas de construir. Sendo uma ferramenta indutora de mudanças nos demais subsistemas do edifício, possibilitando a melhoria contínua da produção.

Cabe aos profissionais buscar melhorias no processo construtivo, tanto em relação aos materiais e equipamentos, quanto às técnicas utilizadas. As soluções para as inúmeras deficiências apontadas nas obras civis já existem, cabe agora adotar ou não essas alternativas de forma eficiente. É preciso cada vez mais de novas tecnologias e inovações para suprir as necessidades, porém mais do que isso é preciso mudar os processos artesanais até então utilizados.

O mercado da construção civil, ainda tem muito que aprimorar, pois existem muitas técnicas e processos eficientes, que não são empregados por grande parte dos construtores e projetistas, é preciso enfatizar mais a compatibilização e a integração de projetos, já que a falta dos mesmos tem grande influência no surgimento de patologias. Algumas visitas de campo demonstraram que os construtores possuem conhecimento apenas da existência destes processos,

desconhecendo o procedimento de implantação e os resultados advindos em relação aos custos finais da construção.

O processo de racionalização da alvenaria de vedação afeta todos os setores da empresa desde o escritório de projeto até o canteiro de obras, trabalhando melhor o envolvimento destes setores na execução das obras, já que cada um contribuirá de forma significativa na obtenção da qualidade e dos lucros finais.

As informações apresentadas neste trabalho formaram não só um banco de dados, mais também uma fonte de pesquisa e discussão dentro do ramo acadêmico, empresas construtoras e da cadeia produtiva da construção civil, já que os mesmos tratam resumidamente de inúmeros assuntos que geram problemas patológicos nas obras civis. Estas melhorias exigem uma participação significativa das outras etapas da obra, já que a boa execução das vedações depende das atividades antecessoras, e ao mesmo tempo contribui para a qualidade das atividades sucessoras a sua execução, acarretando no final uma diminuição dos retrabalhos e desperdícios que por consequência aumenta a margem de lucros das empresas.

Contribuir na diminuição dos desperdícios é uma questão de cidadania já que a sociedade como um todo está em busca do desenvolvimento sustentável, a construção civil tem um grande papel na preservação da natureza já que seus impactos ao meio ambiente são bem consideráveis. A melhoria dos processos construtivos tradicionais traz grandes benefícios para a sociedade como um todo, pois grande quantidade dos entulhos gerados deixarão de fazer parte das inúmeras toneladas de lixo depositadas todo ano no solo, passando a cumprir com a sua obrigação que nada mais é do que trabalhar em conjunto com outros materiais na construção das obras civis.

Acredita-se que os objetivos deste trabalho tenham sido cumpridos. Os levantamentos bibliográficos proporcionaram uma visão geral sobre as diretrizes necessárias para a implantação da racionalização na alvenaria de vedação além de ampliar os conhecimentos de cada etapa contemplando os objetivos específicos propostos inicialmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO SILVA, M. M.. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. 166 f. Dissertação (mestrado em engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANTONIO CARDOSO, D. L.. **Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações**. 2007. 149f. Dissertação (mestrado em construção civil), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

ARAÚJO SILVA, M. M.; MORADO NASCIMENTO, D. **Paredes de vedação: integração entre projeto e canteiro**. [S.l.]: [S.n].

BOTTURA, M. M.; SABBATINI, F. H.; SILVESTRE MEDEIROS, J.. Tecnologia e gestão na produção de edifícios vedações verticais. In: SEMINARIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

COUTO RIBEIRO, C.; SILVA PINTO, J. D.; STARLING, T.. **Materiais de construção civil**. Belo Horizonte/MG: UFMG, 2002.

CARNEIRO DA SILVA, R.; OLIVEIRA GONÇALVES, M.; ALVARENGA, R. C.. Alvenaria racionalizada. **Téchne**, [S.l.], n. 112, jul. 2006.

DUEÑAS PEÑA, M.. **Método para a elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 160 f. Dissertação (mestrado em engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O nome da rosa, 2000.

LERSCH, D.. **Racionalização construtiva em alvenaria de vedação**. 2005. 59 f. TCC – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Engenharia Civil, Porto Alegre, 2005.

NAKAMURA, J.. Amarração de alvenaria em pilar. **Equipe de obra**, [S.l.], Ed. 13, Set/Out. 2007.

POZZOBON, C. E.; RIZZATTI, E.. **Referencial para a obtenção da qualidade no processo em alvenaria**. Universidade Federal de Santa Catarina.

PAREDES de alvenaria. **Téchne**, [S.l.]. n.103, Out. 2005. Disponível em: <[www.revistatechne.com.br](http://www.revistatechne.com.br)>. Acesso em: 15 maio 2009.

SIQUEIRA, R. A.; MALARD, M. L.; SILVA, M. M. A.. **Coordenação modular da alvenaria estrutural**. Modular coordination of Structural masonry: conception and Representation. [S.l.]: [S.n].

WENDLER, A. A.; CASTRO, A.; CARVALHO, W. et al.. **Programa de melhorias: Alvenaria de vedação GT Projetos e GT Interação Alvenaria-Estrutura**, Manual de projetos de alvenaria de vedação. Comunidade da construção, Campinas/SP.

VILLANI CORRÊA, C.; R. P. ANDERY, P. **Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso**. Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte.

NBR 15270 - 1: **Componentes cerâmicos**: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

NBR 7173: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural**. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1982.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARAÚJO SILVA, M. M.; MORADO NASCIMENTO, D. **Paredes de vedação: integração entre projeto e canteiro.** [S.l.]: [S.n].

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

CORRÊA, C. V.. **A aplicação da engenharia simultânea na dinâmica de elaboração e implantação de projetos para produção de alvenaria de vedação na construção civil.** 2006. 258 f.. Dissertação (Mestrado de engenharia de produção) – Programa de Pós-Graduação, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CASADO, A.; FRANCO, L. S.. **Projeto de execução da alvenaria de vedação com blocos de concreto – alvenaria racionalizada.** Comunidade da construção - 2º CICLO. Recife/PE, 2006 e 2007.

DUEÑAS PEÑA, M.; FRANCO, L. S.. **Gestão & Tecnologia de Projetos:** Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria. Artigo. Vol. 1, nº 1, Nov. 2006.

DE CESARE, C. M.; FORMOSO, C. T.. **Movimentação e desperdício de materiais nas alvenarias convencionais.** 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994, p. 481-490.

DEFINIÇÃO e dosagem de argamassas para assentamento de alvenaria. Tecnologia de construção de Edifícios I. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

FRANCO, L. S. **Aplicação de Diretrizes de Racionalização Construtiva para a Evolução Tecnológica dos Processos Construtivos em Alvenaria Estrutural.** 1992. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.

FRANCO, L. S.. **Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas.** 1996. In: Curso de Formação em Mutirão. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

FIORITO, A. J. S.. **Manual de argamassas e revestimentos:** Estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994.

FRANCO, L. S.. **O projeto das vedações verticais:** Características e a importância para a racionalização do processo de produção. São Paulo, 16 f.. Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1998.

FRANCO, L. S.. **Racionalização construtiva.** Departamento de engenharia construção civil da EPUSP.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C; FRANCO, L. S.. **Projeto e execução da alvenaria de vedação com blocos de concreto – alvenaria racionalizada.** Escola Politécnica de Pernambuco. Recife, 2006.

MARDER, T. S.. **A produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria no município de Ijuí.** 2001. 73 f.. TCC (Bacharel em engenharia civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio grande do Sul, Ijuí, 2001.

MELHADO, S.. **Escopo de serviços para coordenação de projetos.** In: IV WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Paulo, 2004.

LEMES ESPINELLI DE SOUZA, U.. **Como reduzir perdas nos canteiros:** Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.

NBR 8545: **Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.** ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1984.

RAMIRES VILATÓ, R.. **Racionalização do projeto de edifícios em alvenaria estrutural.** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

RAMIREZ VILATÓ, R; SÉRGIO FRANCO, L.. **Racionalização do projeto de edifícios em alvenaria estrutural.** 2000. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2007.

RISSI, D.. Blocos cerâmicos. **Equipe de obra**, [S.l.], Ed. 13, Set/Out. 2007. Disponível em: <[www.equipedeeobra.com.br/.../artigo64888-1asp](http://www.equipedeeobra.com.br/.../artigo64888-1asp)> Acesso em: 10 mar. 2009.

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

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R.. **Gestão do processo de projeto de edificação.** São Paulo: O nome da rosa, 2003.

SOUZA, U. E.. **Como reduzir perdas nos canteiros:** Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: pini, 2005.

PENTEADO TRAMONTIN, A.. **Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface alvenaria de vedação e pilar de concreto.** 2005. Dissertação (mestrado em engenharia civil), Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, 2005.

S. CORTOPASSI, R.. **Seminário comparativo entre alvenaria em bloco de concreto e bloco cerâmico.** WRJ engenharia. Depoimento do empreendedor/Construtor.

SILVESTRE MEDEIROS, J.; FRANCO, L. S..**Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego d telas soldadas como armadura e ancoragem.**Texto Técnico, Escola Politécnica da USP, Departamento de engenharia de construção civil. São Paulo, 1999.

VARALLA, R.. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Nome da rosa, 2003.

VILELA DE ALMEIDA REGO, N.. **Tecnologia das construções.** Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 2002.

WERBA SALDANHA, M. C.; MÁRCIA LOPES SOUTO, M. S.. **Racionalização dos projetos na construção de edificações habitacionais.** UFPB. Pernambuco.

ZULIAN SEILER, C.; DONA CUNHA, E. et al.. **Alvenaria.** Notas de aula do curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2002.

YOZIGI, W.. **A técnica de edificar.** São Paulo: Pini, 2002.

