



**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE
ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCO CERÂMICO E
ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO**

CURITIBA
2012



Januario Trevisan

Juliano Luiz Giongo

Valdemar Sauchuk Junior

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE
ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCO CERÂMICO E
ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Pós Graduação em Gerenciamento e Execução de Obras, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Gerenciamento e Execução de Obras.

Prof. Orientador: Mauricio Bianchini, Msc.

CURITIBA
2012

AGRADECIMENTOS

Impossível agradecer a todos que de algum modo colaboraram com a elaboração deste trabalho, por isso, primeiramente agradecemos a todos de coração.

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, principalmente aos pais e avós, que pela determinação e luta pela nossa formação, nos ampararam em nossas buscas constantes por ensinamentos.

Agradecemos aos nossos colegas que nos acompanharam nessa jornada, excelentes profissionais e, com certeza, amigos para toda a vida. Em especial, homenageamos e dedicamos nosso trabalho “*in memorian*” ao nosso eterno amigo André Luiz Lira, que infelizmente já não se encontra entre nós, interrompendo uma brilhante carreira que vislumbrávamos nele em função de seu carisma, companheirismo e amizade, especial e sincera apesar do pouco tempo que conhecíamos.

Agradecemos aos coordenadores do curso de pós-graduação em gerenciamento e execução de obras de engenharia do Instituto IDD, em particular, nosso grande amigo e orientador do trabalho, Mauricio Bianchini, por ter acreditado num sonho que agora é de todos, mostrando o caminho das obras científicas, com dedicação, presteza e competência ao conduzir os ensinamentos. E também agradecemos a todos os professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

Finalmente agradecemos a Deus, por nos proporcionar esta oportunidade de participar desta especialização, concluindo assim mais uma importante etapa de nossa vida, que nos proporcionou agregarmos maiores conhecimentos, conhecermos mais pessoas especiais e aumentar nosso leque de ferramentas que auxiliarão nas próximas tarefas que teremos em nossa vida, tanto no campo profissional quanto no campo pessoal.

Muito Obrigado!

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar duas formas diferentes de projetar e executar uma edificação de dois pavimentos com quatro apartamentos cada, trazendo informações que possibilitem auxiliar aos construtores na escolha do melhor tipo de execução que resulte num melhor custo-benefício.

A primeira maneira estudada é a alvenaria convencional com bloco cerâmico, onde são utilizados pilares e vigas para suportarem o peso da estrutura. A outra maneira estudada é a alvenaria estrutural com bloco de concreto, onde as próprias paredes da edificação fazem o papel estrutural do edifício.

Buscando subsídios que retratem a realidade nestas execuções, realizaram-se visitas periódicas a duas construtoras diferentes, cada uma trabalhando com um tipo de execução aqui estudado, para projetos semelhantes de edificações de dois pavimentos com oito apartamentos no total.

Foram estudadas as particularidades, facilidades e dificuldades de cada um. Analisaram-se os cronogramas financeiros para chegar ao custo final de cada método, para então poder comparar e verificar em função dos benefícios, desvantagens e tempo de execução de cada método. Desta forma, buscou-se reunir o máximo de informações para auxiliar o construtor na tomada de decisão referente à escolha do melhor projeto e método de execução para o seu caso em particular.

Palavras chave: comparativo, custos, alvenaria estrutura, alvenaria convencional, blocos de concreto, método de execução.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Execução de alvenaria utilizando blocos cerâmicos furados.....	27
Figura 2 - Exemplo de amarração nas alvenarias de bloco cerâmico furado.	27
Figura 3 - Planta baixa obra alvenaria estrutural.....	33
Figura 4 - Planta baixa obra alvenaria convencional.	33
Figura 5 - Obra utilizando alvenaria estrutural.	34
Figura 6 - Obra utilizando alvenaria convencional.	34
Figura 7 - Levantamento da alvenaria convencional.....	39
Figura 8 - Alvenaria convencional.	39
Figura 9 - Levantamento da alvenaria estrutural.....	41
Figura 10 - Alvenaria estrutural.	41
Figura 11 - Argamassa pronta.	42
Figura 12 - Revestimento da parede interna em alvenaria convencional.....	43
Figura 13 - Revestimento da parede externa em alvenaria convencional.	43
Figura 14 - Revestimento da parede interna em alvenaria estrutural.	44
Figura 15 - Revestimento da parede externa em alvenaria estrutural.	45
Figura 16 - Argamasseira.	45
Figura 17 - Instalações hidráulicas em alvenaria convencional.	46
Figura 19 - Instalações elétricas em alvenaria convencional.	48
Figura 20 - Detalhe instalações elétricas em alvenaria convencional.	49
Figura 21 - Instalações elétricas em alvenaria estrutural.....	49
Figura 22 - Detalhe instalações elétricas em alvenaria estrutural.	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Etapas necessárias para a execução de uma obra.....	36
Quadro 2 - Quantitativo de materiais por pavimento executado.....	51
Quadro 3 - Quantitativo de materiais por metro quadrado.....	52
Quadro 4 - Quantitativo de materiais por pavimento executado.....	52
Quadro 5 - Quantitativo de materiais por metro quadrado.....	53
Quadro 6 - Custo material por pavimento (alvenaria convencional).	54
Quadro 7 - Custo material por m ² (alvenaria convencional).....	54
Quadro 8 - Custo material por pavimento (alvenaria estrutural).....	55
Quadro 9 - Custo material por m ² (alvenaria estrutural).	55
Quadro 10 - Custo material por pavimento (alvenaria convencional).	56
Quadro 11 - Custo material por m ² (alvenaria convencional).....	56
Quadro 12 - Custo material por pavimento (alvenaria estrutural).....	56
Quadro 13 - Custo material por m ² (alvenaria estrutural).	56
Quadro 14 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria convencional.....	57
Quadro 15 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria convencional.....	58
Quadro 16 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria estrutural.....	59
Quadro 17 - Custo total levantamento de paredes (mão de obra + material).	65
Quadro 18 - Custo total para instalações (mão de obra).	65
Quadro 19 - Tempo de execução por metro quadrado.	65
Quadro 20 - Tempo de execução total.	66
Quadro 21 - Custo total + tempo de execução.	67

SUMÁRIO

RESUMO	3
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	5
LISTA DE QUADROS	6
SUMÁRIO.....	7
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2. OBJETIVOS.....	11
1.2.1. Objetivo Geral.	11
1.3. HIPÓTESE	12
1.4. JUSTIFICATIVAS	12
1.4.1. Tecnológicas.....	12
1.4.2. Econômicas	13
1.4.3. Sociais	13
1.4.4. Ecológicas	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Histórico da alvenaria	15
2.2. Processo Construtivo da Alvenaria	19
2.3. Ferramentas e Equipamentos para execução da alvenaria	21
2.4. Marcação da alvenaria.....	23
2.5. levantamento das paredes.....	23
2.6. Vantagens da Alvenaria Estrutural.....	28
2.7. Desvantagens da alvenaria estrutural	30
3. METODOLOGIA	32
4. ESTUDO DE CASO.....	37
4.1. Mão de obra e tempo de execução	37

4.1.1.	Levantamento de paredes e painéis	37
4.1.2.	Revestimento de paredes	42
4.1.3.	Instalações hidráulicas.....	46
4.1.4.	Instalações elétricas	48
4.2.	Comparativo de material	51
4.2.1.	Levantamento de paredes e painéis	51
4.2.2.	Revestimento de paredes	52
4.2.3.	Instalações hidráulicas.....	53
4.2.4.	Instalações elétricas	53
4.3.	Análise de custo de material	53
4.3.1.	Levantamento de Paredes e Painéis	54
4.3.2.	Revestimento de paredes	56
4.3.3.	Instalações hidráulicas.....	57
4.3.4.	Instalações elétricas	57
4.4.	Análise de custo de mão de obra.....	57
4.4.1.	Custo de mão de obra no levantamento de paredes e painéis	57
4.4.2.	Custo de mão de obra no revestimento de paredes	58
4.4.3.	Instalações hidráulicas.....	59
4.4.4.	Instalações elétricas	59
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
5.1.	Custo do material	61
5.1.1.	Custo do material para assentamento da alvenaria.	61
5.1.2.	Custo do material para revestimento das paredes.	61
5.2.	Custo da mão de obra	61
5.2.1.	Custo da mão de obra para assentamento da alvenaria	62
5.2.2.	Custo da mão de obra para revestimento das paredes.....	62
5.2.3.	Custo da mão de obra para instalações hidráulicas	62
5.2.4.	Custo da mão de obra para instalações elétricas	63
5.3.	Custo Total	63

5.3.1.	Custo total para assentamento da alvenaria	63
5.3.2.	Custo total para revestimento das paredes	64
5.3.3.	Custo total para instalações hidráulicas	64
5.3.4.	Custo total para instalações elétricas.....	64
5.3.5.	Resumo referente ao custo total	64
5.4.	Tempo de execução	65
5.5.	Resumo do custo total e tempo de execução.....	66
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
8.	ANEXOS	70

1. INTRODUÇÃO

O Brasil passa por um momento de prosperidade proporcionado pela realização em seu território de dois eventos importantes - a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016. Para ter o privilégio de sediar eventos desse porte, os órgãos controladores – FIFA (Fédération Internationale de Football Association) e COI (Comitê Olímpico Internacional) – exigem que os países-sede realizem uma série de obras de urbanização como estádios, hotéis, estradas e toda a infra-estrutura necessária para atender os visitantes. A construção civil, setor altamente demandado para a realização de tais obras, assume o posto de grande alavancador do desenvolvimento do país, pois faz uso intenso de mão-de-obra e necessita das indústrias para adquirir os insumos para as construções, movimentando a economia e todos os serviços relativos ao comércio destes projetos.

Em função disso, muitas empresas da construção civil aumentaram sua produção e muitas novas empresas surgiram, aumentando também a demanda, a concorrência e apertando os prazos de entrega das obras, o que obriga as empresas a priorizar a economia na execução de um empreendimento, procurando diminuir o preço final e aumentando a qualidade, atuando diretamente na relação custo-benefício.

Convencionalmente, as obras são executadas com o chamado concreto armado, dentro de fôrmas geralmente de madeiras, para produzir no local os pilares, as vigas e as lajes. Este tipo de execução é empregado no Brasil na grande maioria dos casos.

Esse trabalho busca comparar a execução desta alvenaria convencional com a alvenaria estrutural com blocos de concreto, onde as próprias paredes fazem os papéis de vigas e pilares. Em cima disto foram verificados os quantitativos, as mudanças de execução, a interferência na mão de

obra e os cuidados que devem ser preservados para então auxiliar os construtores na escolha do método construtivo, visando principalmente o custo-benefício, que leva em conta o investimento empregado, a qualidade final, a durabilidade e o prazo de execução.

Para isto, analisaram-se duas edificações de dois pavimentos com oito apartamentos no total, com projetos arquitetônicos similares, porém com projeto estrutural diferente para cada um. Fizeram-se visitas às construtoras especializadas em cada tipo de execução e buscou-se chegar a um resultado final para nortear um empreendedor na melhor escolha entre estas duas formas de executar uma construção de uma edificação.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Qual método executivo para um projeto de um edifício de dois pavimentos com oito apartamentos apresenta maior vantagem ao empreendedor, em função do custo, prazo de execução e quantidade de mão de obra?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral.

Comparar custo, prazo de execução e quantidade de mão de obra necessária entre os sistemas de alvenaria convencional com blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos de concreto.

1.3. HIPÓTESE

Neste trabalho, iremos verificar a hipótese de que a construção em alvenaria estrutural com bloco de concreto tem um menor custo, necessita menos mão de obra, menor prazo e é um sistema mais econômico do que construir no modo convencional utilizando blocos cerâmicos e estrutura de concreto.

1.4. JUSTIFICATIVAS

1.4.1. Tecnológicas

Este método diferente de estruturação e execução de uma obra em que a alvenaria atua como o agente estrutural da edificação, age em função do conjunto coeso e rígido de tijolos e blocos, denominados unidades de alvenaria. Moldados em obra e unidos por si por meio da interposição de argamassa, são projetados para resistir a esforços de compressão. Podem servir tanto pra vedação como para estrutura de uma edificação, sendo este último denominado de alvenaria estrutural.

Alvenaria estrutural é um processo construtivo onde a parede, além de servir como elemento de vedação, serve como elemento portante, suportando o peso da estrutura (cargas verticais devidas ao peso próprio da estrutura e ocupação às cargas laterais que tem origem na ação do vento) e passando-o para a fundação. A fórmula de resolução é feita através de um dimensionamento racional, para garantir a segurança das estruturas e evitar sua degradação.

Na alvenaria estrutural, as paredes são os elementos estruturais, devendo resistir às cargas como fariam os pilares e vigas utilizados em obras de concreto armado, aço ou madeira. O projeto ideal considera a distribuição das paredes de forma que cada uma atue como elemento estabilizador da outra. O

processo construtivo em alvenaria estrutural é empregado na construção de edifícios que se caracterizam por uma estrutura suporte de sistema tridimensional segundo métodos racionais e de confiabilidade determinável (Franco, L. S., 2004).

1.4.2. Econômicas

Na utilização do sistema de Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto há uma economia de fôrmas, armaduras e concreto, nesse sistema eliminam-se os rasgos para embutir instalações, além de reduzir as espessuras de revestimentos. Com isso racionaliza-se a execução das obras e tem maior velocidade e conseqüentemente uma redução de quebras, desperdícios e entulho na obra. Dessa forma, é possível chegar numa redução no custo.

1.4.3. Sociais

A alvenaria estrutural exige uma mão de obra mais especializada, obrigando aos empregadores a fornecer treinamentos e aos empregados a se reciclarem e obterem novos conhecimentos, conseqüentemente agregando maior valor ao seu trabalho e melhorando a sua condição financeira, trazendo prosperidade à economia do local.

Da mesma forma, com a redução dos custos obtidos nesta diferente forma de execução, possibilitam atrativos a novos investimentos e, conseqüentemente, mais construtoras produzindo e gerando empregos.

1.4.4. Ecológicas

O processo de execução com blocos estruturais exige menor diversidade de materiais, evita o excesso de caminhões para transportá-los, por ter uma técnica executiva nos canteiro de obras. Há uma eliminação de rasgos para embutir instalações, redução de quebras, desperdícios, entulho na obra e

apresentam baixíssima variação de dimensões, evitando desperdícios por quebras em obra. Consequentemente tem-se uma diminuição de resíduos sólidos, pois se utilizam menos madeira para formas e menos quebra de paredes, trazendo assim um menor impacto ao meio ambiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. HISTÓRICO DA ALVENARIA

Modernamente entende-se por alvenaria, um conjunto coeso e rígido, de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria) unidos entre si por argamassa.

A alvenaria é um material de construção tradicional que tem sido usado há milhares de anos (DUARTE, 1999). Segundo o mesmo autor, as edificações em alvenaria estão entre as construções que têm maior aceitação pelo homem, não somente hoje, como também nas civilizações antigas.

O concreto armado é um processo construtivo utilizado já nas construções antigas, vem da combinação do concreto com o aço. A novidade está justamente na reunião da propriedade de resistência à tração do aço com a resistência à compressão do concreto, que permite alcançar grandes vãos e vencer alturas extraordinárias. Além disso, o concreto é um material plástico, moldável, ao qual é possível impor os mais variados formatos. Inicialmente era empregado em embarcações e tubulações hidráulicas, ainda no século XIX o concreto armado passou a ser utilizado nas edificações. Juntamente com o aço e o vidro, ele constitui os chamados “novos materiais” da arquitetura moderna (BENEVOLO, 1976), que são produzidos em escala industrial e viabilizam aqueles novos objetos arquitetônicos característicos do cenário do mundo modernizado do século XX.

Na construção tradicional, onde o concreto armado é utilizado para a formação de vigas, pilares e lajes, as alvenarias são utilizadas com a função principal de vedação, destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras. Não são

dimensionadas para resistir cargas verticais além de seu peso próprio. As paredes, utilizadas como elementos de vedação, devem possuir as características técnicas de resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, estanqueidade e durabilidade. (Franco, L. S., 2004)

O concreto armado é um material estrutural absolutamente hegemônico nas construções das cidades brasileiras, sejam elas formais ou informais. O uso tão amplo, diverso e por vezes indiscriminado do concreto armado em nossas cidades parece resultar daquilo que se denomina “tecnologia formal adaptada”, isto é, uma tecnologia que importa materiais, procedimentos, normas e tipologias dos países centrais, porém aplicados de modo apenas parcial e incompleto (Cf. PELLI, 1989).

A Alvenaria Estrutural se caracteriza pelo uso de paredes como principal estrutura de suporte do edifício, dimensionadas através de cálculo racional. (Franco, L. S., 2004). A parede desempenha um duplo papel, vedação vertical e suporte estrutural. Apesar de ser considerada por muitos como uma “nova” forma de execução, na realidade é o método mais antigo que se conhece para construir edificações.

Sua origem já vem da pré-história, pois como não existiam conhecimentos técnicos para construir, as moradias eram, segundo Gallegos (1991), feitas de pedras assentadas com argamassa de barro, ou eram utilizadas pedras brutas encaixadas como um quebra-cabeça para a construção de fortalezas, igrejas e pirâmides, sem nenhum embasamento matemático; somente notaram que encaixando as pedras ou tijolos formariam paredes que lhes proporcionaria proteção e conforto. Estas alvenarias, por sua vez, apresentavam grandes espessuras em suas obras mais imponentes, face ao desconhecimento das características resistentes dos materiais e de procedimentos racionais de cálculo. (HENDRY, 2002).

Segundo Hendry (2002), a alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia de construção civil por volta do século XVII quando os

princípios de estatística foram aplicados para a investigação da estabilidade de arcos e domos. No período entre os séculos XIX e XX foram realizados testes de resistência dos elementos da alvenaria estrutural em vários países, ainda se elaborava o projeto de alvenaria estrutural de acordo com métodos empíricos de cálculo, apresentando assim, grandes limitações (HENDRY, 2002). Nesta época, edifícios em alvenaria estrutural foram construídos com espessuras excessivas de paredes (HENDRY, 2002), como por exemplo, o edifício Monadnock em Chicago, que se tornou um símbolo da moderna alvenaria estrutural, mesmo com suas paredes da base de 1,80m (RAMALHO; CORRÊA, 2003). Este edifício foi considerado na época como limite dimensional máximo para estruturas de alvenaria calculadas pelos métodos empíricos (ABCI, 1990). Acredita-se que se este edifício fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados atualmente, com os mesmos materiais, esta espessura seria inferior a 30 cm (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

A perda de espaço e baixa velocidade de construção evidenciam a baixa aceitação de edifícios altos em alvenaria portante na época frente à emergente alternativa de estruturas de concreto armado. Assim, os edifícios em alvenaria estrutural tiveram pouca aplicação durante um período de 50 anos (HENDRY, 2002).

Somente na década de 50 houve novamente um aumento no interesse pela construção de edifícios em alvenaria estrutural (HENDRY, 2002), pois a segunda guerra mundial (1939 – 1945) causou uma escassez dos materiais de construção na Europa, principalmente do aço. Assim, nesta época foram construídos alguns edifícios em alvenarias estruturais, principalmente na Suíça, pela inexistência de indústrias de aço na região (HENDRY, 2002).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), um edifício construído em 1950 na Basileia, Suíça, com 13 pavimentos foi um marco importante na história da alvenaria estrutural, pois suas paredes internas foram reduzidas à espessura de 15cm e as paredes externas a 37,5cm de espessura.

Nas décadas seguintes (60 e 70) o interesse pela alvenaria estrutural avançou para outros países da Europa, como por exemplo, a Inglaterra, onde foram construídos diversos edifícios em alvenaria estrutural promovidos principalmente por programas públicos (HENDRY, 2002).

No Brasil, a alvenaria estrutural é utilizada desde o início do século XVII. Entretanto, a alvenaria estrutural com blocos estruturais, encarada como um processo construtivo voltado para a obtenção de edifícios mais econômicos e racionais demorou muito a encontrar seu espaço (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A partir da década de 70 no Brasil, a alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia de engenharia, através do projeto estrutural baseado em princípios validados cientificamente (RAMALHO; CORRÊA, 2003) e da execução com critérios mais bem definidos. Segundo os mesmos autores, apesar de sua chegada tardia, o processo construtivo de alvenaria estrutural acabou se firmando como uma alternativa eficiente e econômica para a execução de edifícios residenciais e também industriais.

Após anos de adaptação e desenvolvimento no país, esta tecnologia construtiva foi consolidada na década de 80, através da normalização oficial consistente e razoavelmente ampla (SABATTINI, 2003). Um exemplo da aplicação intensa da alvenaria estrutural no Brasil são os empreendimentos habitacionais de baixa renda, que vem sendo desenvolvidos no Brasil em grande escala. Somente no estado do Rio Grande do Sul, segundo um levantamento realizado em maio de 2006 pela CAIXA/RS, o processo construtivo de alvenaria estrutural foi utilizado em 76% destes empreendimentos concluídos no estado. Observa-se que a tendência de utilização deste processo construtivo é crescente. Atualmente inúmeros empreendimentos são lançados com esta tecnologia construtiva racional como um meio de alcançar uma redução dos custos dos empreendimentos sem perder em qualidade.

2.2. PROCESSO CONSTRUTIVO DA ALVENARIA

As alvenarias de tijolos e blocos cerâmicos ou de concreto, são as mais utilizadas, mas existem investimentos crescentes no desenvolvimento de tecnologias para industrialização de sistemas construtivos aplicando materiais diversos (FARIA, 2008).

Os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, devem atender à norma NBR 15270-1:2005, a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento.

O bloco cerâmico é um produto industrializado, de formato paralelepipedal, para compor uma alvenaria, podendo ser dos tipos: maciço, solo cimento, laminado, furado ou baiano (MALUF, R. H, 2008).

Nesse trabalho foram considerados blocos cerâmicos vazados, moldados com arestas vivas retilíneas, que são produzidos a partir da cerâmica vermelha, tendo a sua conformação obtida através de extrusão.

A seção transversal destes blocos é variável, existindo blocos com furos cilíndricos e com furos prismáticos (MALUF, R. H, 2008).

No assentamento, em ambos os casos, os furos dos blocos estão dispostos paralelamente à superfície de assentamento o que ocasiona uma diminuição da resistência dos painéis de alvenaria (MALUF, R. H, 2008).

As faces do bloco sofrem um processo de vitrificação, que compromete a aderência com as argamassas de assentamento e revestimento, por este motivo são constituídas por ranhuras e saliências, que aumentam a aderência (MALUF, R. H, 2008).

Já na alvenaria estrutural, as paredes atuam como a própria estrutura da edificação e têm a função de resistir às cargas verticais, bem como às cargas laterais. As cargas verticais são devidas ao peso próprio da estrutura e às cargas de ocupação. As cargas laterais, por sua vez, originam-se da ação do vento e/ou

do desaprumo. Estas são absorvidas pelas lajes e transmitidas às paredes estruturais paralelas à direção do esforço lateral (ROMAN, Et. Al., 2005).

Uma parede de alvenaria estrutural pode suportar pesadas cargas verticais. No entanto, quando esta for submetida a cargas laterais paralelas ou perpendiculares ao seu plano, pode romper devido aos esforços de tração que eventualmente venham a aparecer. O grande desafio do projetista estrutural consiste, portanto, em minimizar ou em evitar tensões de trações que possam vir a aparecer (ROMAN, Et. Al., 2005).

Assim, diferente das estruturas lineares e reticuladas dos sistemas de concreto armado, aço ou madeira, no sistema de alvenaria estrutural a estrutura é laminar. Neste caso, a alvenaria estrutural necessita de procedimentos de cálculo diferentes dos tomados em outros tipos de estruturas. Por serem diferentes, com filosofias distintas, o projetista e o construtor não devem conceber soluções com base em conhecimentos e procedimentos aplicáveis ao concreto armado. Devem pensar alvenaria estrutural (SANTOS, 1988)

Na alvenaria estrutural, pela dupla função de vedação e de resistência que seus elementos básicos (paredes) desempenham nas edificações, o subsistema estrutural confunde-se com o próprio processo construtivo (SANTOS, 1988).

A base de projetos em alvenaria estrutural se assenta no princípio de que a alvenaria pode suportar grandes tensões de compressão, mas pequenas tensões de tração. Todo momento fletor que, sem pré-compressão causa tração, deve ser evitado. Logo, aumentando a compressão, diminui-se a possibilidade de aparecimento de esforços de tração na alvenaria (SANTOS, 1988).

As formas de se aperfeiçoar o projeto estrutural são diversas. Para conferir estabilidade estrutural à edificação, com menor custo de materiais e mão de obra, pode-se aumentar a inércia das paredes, se necessário, ou com um projeto arquitetônico em que ocorre a distribuição das paredes de forma que cada

uma atue como elemento enrijecedor e estabilizador de outra. (ROMAN, Et. AL., 2005).

Deve-se desenvolver um projeto arquitetônico capaz de atender tanto às exigências estruturais quanto às funcionais a que se destina o prédio. As escadas, poço de elevadores e de condução de eletrodutos são importantes para a obtenção de rigidez lateral (SANTOS, 1988).

A forma e a distribuição das paredes estruturais de um edifício dependerão da função a que ele se destina e das condições do local da edificação. Existe grande variedade de arranjos possíveis que, de maneira geral, diferem entre si na definição das paredes que deverão suportar as cargas verticais e horizontais (ROMAN, Et. AL., 2005).

Outro princípio fundamental do processo construtivo de alvenaria estrutural é a indispensável interligação entre os vários projetos complementares, para que um não interfira nos outros, o que reverteria em prejuízo para o produto final. A ação da racionalização na fase de execução dos empreendimentos torna-se efetiva quando for aplicada coerentemente com um projeto desenvolvido segundo os mesmos princípios (ROMAN, et al., 2005).

2.3. FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS PARA EXECUÇÃO DA ALVENARIA

As ferramentas e equipamentos utilizados na construção de alvenaria convencional são colher de pedreiro, esticador de linha, fio traçador de linha, caixote para argamassa e suporte, trena de 5m e 30m, nível, régua prumo/nível $\geq 1,20\text{m}$, esquadro (60x80x100)cm, carrinho de mão, andaimes e EPI's. (SABBATINI, 2003).

Algumas ferramentas e equipamentos utilizados usualmente na construção civil são específicos para o método construtivo em alvenaria estrutural como, por exemplo, as ferramentas para assentamento de blocos:

palheta, canaleta ou bisnaga e caixote para argamassa. Neste tipo de execução, recomenda-se a utilização da colher de pedreiro para espalhar a argamassa para o assentamento dos blocos da primeira fiada, aplicar a argamassa de assentamento nas juntas transversais e para retirar o excesso de argamassa da parede após o assentamento dos blocos. Já a palheta, canaleta ou bisnaga, são utilizadas para distribuir os cordões de argamassa nas juntas longitudinais de assentamento dos blocos. Cabe salientar que, indiferente da ferramenta utilizada, os cordões de argamassa (horizontais e verticais) devem ser executados rigorosamente de acordo com o projeto. (SABBATINI, 2003).

Quanto ao caixote para argamassa – chamada usualmente de masseira – e seu suporte, recomenda-se que as paredes deste sejam perpendiculares entre si para possibilitar o emprego das ferramentas específicas de assentamento da alvenaria (palheta e canaleta). O caixote não deve ser de material poroso que permita a perda da água da argamassa - madeira, por exemplo – perdendo assim, suas propriedades (ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2004). Recomenda-se que o suporte do caixote tenha rodas para facilitar o deslocamento dos profissionais sem a necessidade do auxílio do servente.

Para obter precisão geométrica na execução das paredes, recomenda-se que o nível seja a laser, utilizado principalmente para nivelar com maior precisão as lajes. A régua de prumo e nível deve ter comprimento maior ou igual a 1,20m, utilizada para nivelar e prumar as fiadas de blocos durante o assentamento e o esquadro deve ter medidas mínimas de 60cm x 80cm x 100cm, utilizado principalmente para medir os esquadros das peças durante a marcação da primeira fiada de blocos (ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2004).

2.4. MARCAÇÃO DA ALVENARIA

A marcação da alvenaria exerce um papel fundamental na resistência, nivelamento, esquadro e planeza das alvenarias (SANTOS, 1998) quando o processo de alvenaria estrutural. A primeira fiada é referência para a elevação das fiadas superiores num mesmo pavimento e também para a primeira fiada do andar imediatamente superior (ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2004). Para execução da primeira fiada é necessário ter em mãos o projeto de execução da primeira fiada, fatos que não ocorrem quando a alvenaria é convencional.

Anteriormente à etapa de marcação propriamente dita, deve-se verificar o esquadro e o nivelamento da laje. O assentamento da primeira fiada somente pode ser realizado sobre bases de concreto niveladas e após 16 horas do término da concretagem da laje (SABBATINI, 2003). O mesmo autor não recomenda a execução de alvenaria diretamente sobre baldrame, sem que o piso térreo (base de concreto) esteja executado.

2.5. LEVANTAMENTO DAS PAREDES

Quando a alvenaria tem papel estrutural, a execução da elevação da alvenaria é uma das etapas mais importantes da construção de uma edificação, fato muito diferente na alvenaria convencional, onde sua função maior é a vedação. Garantir a qualidade da execução do levante da alvenaria estrutural é um passo fundamental para garantir a qualidade intrínseca da edificação, no que diz respeito à conformidade, confiabilidade, desempenho e durabilidade. (SABBATINI, 2003).

Para atingir tais padrões de qualidade, a elevação da alvenaria deve ser realizada de forma racionalizada. Para isto são necessárias que se compreendam as etapas que constituem esta atividade. (SABBATINI, 2003).

A sequência de execução da alvenaria estrutural é dividida em três etapas. Primeiramente é realizada a marcação da alvenaria, constituída da preparação do local de trabalho (limpeza e verificação das condições da laje receber a alvenaria) e execução da primeira fiada. Após a marcação, inicia-se a elevação da alvenaria pelas amarrações de cantos e encontros de paredes para posterior preenchimento dos vãos. A concretagem das contra-vergas e preenchimento dos grautes devem ser realizados juntamente com o levante da alvenaria. Por último, repete-se a sequência de elevação da etapa anterior, do peitoril das janelas até a altura do fechamento e finaliza-se com a concretagem da cinta de respaldo. Após inicia-se a montagem e concretagem das lajes (SABBATINI, 2003).

Esta sequência de execução de elevação da alvenaria é importante, pois favorece algumas situações. Uma delas é que, na elevação dos cantos se tem a amarração do tipo “castelinho”, havendo a interpenetração dos blocos contra-fiados (SABBATINI, 2003). Se os cantos e encontros de paredes forem executados na posição correta e aprumados, o fechamento é realizado com o auxílio de uma linha entre as extremidades. Assim, caso se utilize corretamente o prumo, nível e esquadro, espera-se que a parede fique dentro dos limites toleráveis dos padrões especificados.

Segundo Thomaz e Helene (2000), deve-se dar especial atenção na etapa do controle do prumo das paredes, espessura e nivelamento das fiadas. Independentemente do processo, a argamassa de assentamento sempre deve ser aplicada em todas as paredes dos blocos para formação da junta horizontal e em dois cordões verticais nos bordos de uma das extremidades do bloco para a formação da junta vertical (SABBATINI, 2003). O bloco será conduzido à sua posição definitiva mediante uma pressão aplicada para baixo e para o lado,

atingindo-se a espessura desejada das juntas ($10\text{mm} \pm 3\text{mm}$), conforme NBR8798/1985) e eliminando a argamassa em excesso.

Sabbatini (2003) apresenta algumas recomendações fundamentais durante a execução de alvenaria convencional:

a) O assentamento não pode ser realizado sob chuva. No caso de interrupção dos serviços por causa da chuva, a alvenaria recém executada deve ser protegida, para que os vazados não fiquem cheios de água.

b) A alvenaria de blocos de concreto não pode ser molhada durante a etapa de assentamento. Neste caso a argamassa de assentamento deve ter retenção de água suficiente para evitar a molhagem. A alvenaria cerâmica pode ser umedecida para facilitar o assentamento.

c) As paredes de alvenaria devem ser executadas com blocos inteiros. Não deve cortar ou quebrar blocos para obtenção de “peças de ajuste”. Pode-se utilizar peças pré-fabricadas e pré-moldadas, desde que previstas no projeto de produção e obtidas mediante condições controladas.

d) Na construção de edifícios em alvenaria estrutural não se recomenda “esconder na massa” as imprecisões e erros na execução das paredes, como é comum na construção tradicional. Ou seja, a execução deve ser realizada com as tolerâncias e a precisão especificada de modo que a qualidade final do edifício seja obtida na execução da estrutura. Para isto é essencial que se utilize mão de obra treinada e especializada e que se adote um completo programa de controle de qualidade de execução (de aceitação, sob condições específicas, de cada etapa construtiva).

e) As instalações devem ser todas em dutos embutidos nas paredes de alvenaria, nos vazados dos blocos. Podem-se fazer cortes de paredes para embutimento de pequenos trechos de tubulação, desde que previsto em projeto.

f) As prumadas elétricas e hidráulicas não podem estar embutidas nas paredes de alvenaria estrutural, devendo ser, preferencialmente, embutidas em shafts verticais, especificadamente projetados para esta finalidade.

g) Todos os cortes em paredes - para embutimento de trechos de ramais das instalações, para alojar quadros e caixas de eletricidade ou outra finalidade - somente podem ser realizados com ferramenta de corte elétrica precisa.

h) Recomenda-se ainda que o corte posterior à elevação da alvenaria de vãos com área maior que a área de três blocos ou comprimento superior a 1,5 vezes o comprimento do bloco de paredes estruturais. O embutimento de aparelhos de ar condicionado, por exemplo, em paredes estruturais deve ser previsto em projeto.

Além destas recomendações, a execução correta do graute quando especificado é essencial para o desempenho estrutural da alvenaria estrutural (SABBATINI, 2003). Na alvenaria cerâmica é essencial molhar os blocos previamente para que a retração hidráulica excessiva não prejudique o desempenho esperado (SABBATINI, 2003). O mesmo autor, em conformidade com a NBR8798/1985), recomenda alguns pontos essenciais na técnica de grauteamento vertical dos vazados dos blocos: a) Os vazados dos blocos devem estar sem rebarba de argamassa; ou seja, recomenda-se a retirada do excesso de argamassa no interior dos septos;

a) Limpeza dos furos através de janelas de inspeção (chamadas de janelas de pé de pilar);

b) Lançamento do graute com altura limitada de meio pé-direito a cada vez;

c) Vibração preferencialmente manual;

d) Prazo mínimo de grauteamento de 24 horas após a execução da alvenaria;

e) Continuidade da amarração dos blocos.

Já na alvenaria convencional, as paredes de blocos cerâmicos furados são utilizadas com a finalidade de diminuir o peso das estruturas e economia, não

oferecem grande resistência e, portanto, só devem ser aplicados com a única função de vedarem um painel na estrutura de concreto.

Sobre elas não devem ser aplicados nenhuma carga direta. No entanto, os blocos também são utilizados para a elevação das paredes, e o seu assentamento é feito em amarração, tanto para paredes de 1/2 bloco como para 1 bloco (Figura 1).

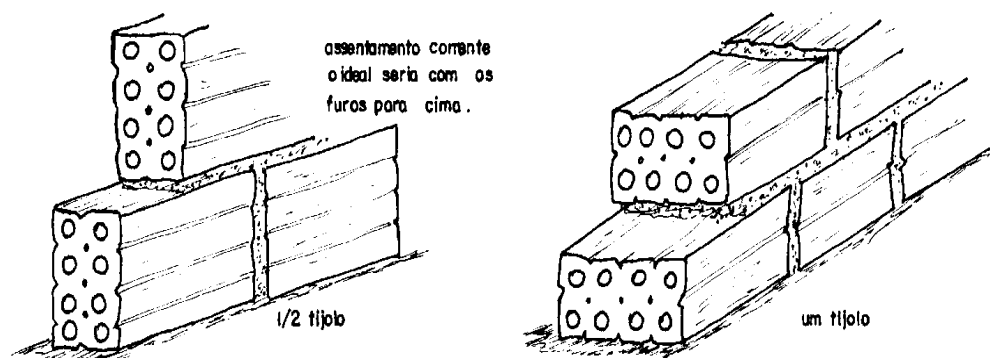


Figura 1 - Execução de alvenaria utilizando blocos cerâmicos furados.

A amarração dos cantos e da parede interna com as externas se faz através de pilares de concreto, pois não se consegue uma amarração perfeita devido às diferenças de dimensões (Figura 2).

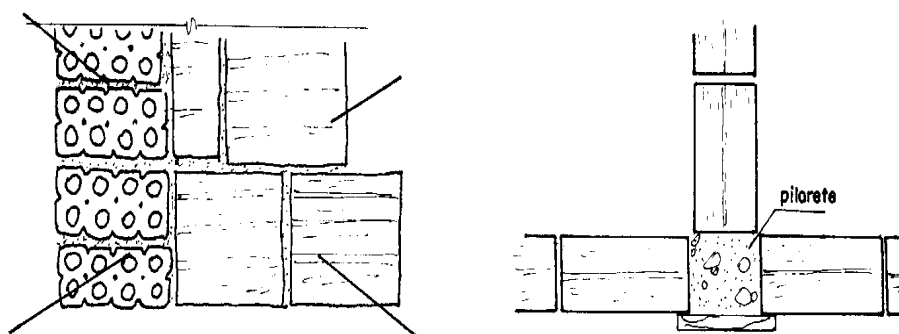


Figura 2 - Exemplo de amarração nas alvenarias de bloco cerâmico furado.

As argamassas, junto com os elementos de alvenaria, são os componentes que formam a parede de alvenaria não armada, sendo a sua função:

- unir solidamente os elementos de alvenaria;

- distribuir uniformemente as cargas;
- vedar as juntas impedindo a infiltração de água e a passagem de insetos.

As argamassas devem ter boa trabalhabilidade. Difícil é aquilatar esta condição, pois são fatores subjetivos que a definem. Ela pode ser mais ou menos trabalhável, conforme o desejo de quem vai manuseá-la. Podemos considerar que ela é trabalhável quando se distribui com facilidade ao ser assentada, não "agarra" a colher do pedreiro; não endurece rapidamente permanecendo plástica por tempo suficiente para os ajustes (nível e prumo) do elemento de alvenaria BAUER (1994).

Após assentamento devem-se fazer as seguintes verificações:

- Junta de argamassa entre os blocos completamente cheios;
- Painéis de paredes perfeitamente a prumo e alinhadas, pois, do contrário, será necessário uma grande espessura de revestimento;
- Fiadas em nível para se evitar o aumento de espessura de argamassa de assentamento.
- Desencontro de juntas para uma perfeita amarração.

2.6. VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Uma das principais vantagens para optar em executar uma obra em alvenaria estrutural, é a ideia de economia, uma vez que não há o uso de madeira para formas de vigas nem pilares, reduzindo assim custo com material e mão de obra dos carpinteiros, resultando em baixo volume de concreto e ferragem se comparado à alvenaria tradicional, sendo este o principal objetivo deste trabalho: a verificação real do custo das duas formas de execução (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Como a aplicação do revestimento cerâmico é feita diretamente sobre os blocos de concreto na alvenaria estrutural, não há necessidade de reboco,

emboço ou chapisco, reduzindo o custo com esses materiais e a mão de obra para sua execução. O mesmo acontece quando a parede é revestida com gesso ou apenas rebocada, como a aplicação desses revestimentos é diretamente nos blocos, não há necessidade de chapisco, e a espessura média diminui, trazendo redução de gastos com materiais, mãos de obra, e tempo de execução (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Por possuir uma técnica de execução simplificada, a alvenaria estrutural ganha rapidez na execução, é claro que a mão de obra tem que ser qualificada para que essa rapidez não se transforme em prejuízo, com a redução de mão de obra e alguns tipos de materiais como já vimos acima, e a facilidade de projeto, detalhamento e supervisão da obra, tornam a alvenaria estrutura um método executivo com menor custo e menor prazo de entrega (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Porém, na alvenaria convencional, segundo Clímaco (2005), temos a questão de que ela é facilmente adaptável às formas, por ser lançado em estado semifluído, o que abre enormes possibilidades para a concepção arquitetônica. Podemos ter mais economia nas construções pela possibilidade de obtenção de materiais nas proximidades da obra, facilidade e rapidez na construção com o uso de peças pré-moldadas, estruturais ou não, e de tecnologias avançadas para a execução de formas e escoramentos.

A alvenaria convencional apresenta boa durabilidade e custos de manutenção baixos, quanto atendidos os requisitos das normas técnicas. Também apresenta boa resistência a choques, vibrações e altas temperaturas, sendo que a resistência à compressão nas estruturas de concreto aumenta com a idade BAUER (1994).

2.7. DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Existem limitações nos projetos arquitetônicos de alvenaria estrutural em função dos vãos das paredes e restrições em caso de reformas por possuírem função estrutural, pois as paredes da edificação não podem ser removidas. Por esse motivo é impossível fazer modificações nas paredes sem substituí-las por outro elemento de mesma função, sendo assim impossível efetuar modificações na disposição arquitetônica original resultando em projeto arquitetônico mais restrito (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Também devido ao elevado grau de precisão exigido na execução da alvenaria estrutural, a equipe deve possuir treinamento e qualificação, o que demanda tempo e recursos financeiros, no entanto, por não permitir improvisações no canteiro de obra, este sistema limita a função do pedreiro (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Na alvenaria convencional verifica-se como desvantagem o consumo elevado de formas de madeira, escoramento e execução lenta. As normas técnicas determinam prazos mínimos para a retirada de formas e respectivos escoramentos, para as diferentes peças estruturais. Também se verifica dificuldades em adaptações posteriores. Alterações significativas na edificação exigem revisão de projeto estrutural, o que implica, muitas vezes, a necessidade de reforço na estrutura e considerado como grande desvantagem é a quantidade de entulho e consequentemente desperdícios de material para a obra, pois para a execução das instalações elétricas e hidráulicas é necessário fazer “rasgos” nas paredes para embutir as tubulações. A parede de bloco cerâmico ainda exige maior mão de obra, pois precisa de acabamentos como reboco para que depois possa ser executado o acabamento (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

Ainda neste tipo de execução, a fissuração é inerente à baixa resistência a tração. A tendência à fissuração se inicia na moldagem das peças, pela retração do concreto, característica intrínseca à sua composição, e persiste

durante toda vida útil da estrutura, pelas condições ambientais e de utilização, movimentação térmica, etc (ABCP, Comunidade da construção, 2011).

3. METODOLOGIA

Esse trabalho trata-se de um estudo de caso transversal, com informações reais e práticas obtidas após visitas periódicas em uma construtora que utiliza a alvenaria estrutural em suas obras e outra que utiliza alvenaria convencional, obtendo dados para elaboração de orçamentos, cronogramas e verificando as vantagens e desvantagens de cada método.

A obra “A” visitada (figura 5) é a construção de um edifício de dois pavimentos, com oito apartamentos no total, padrão médio, localizada no município de Quatro Barras - PR com alvenaria estrutural, e a obra “B” (figura 6) é a construção de um edifício também com dois pavimentos, totalizando oito apartamentos, padrão médio, localizada no município de Campina Grande do Sul - PR, utilizando alvenaria convencional.

Abaixo, seguem as plantas baixa do pavimento térreo das obras visitadas e fotos da vista geral das obras, respectivamente: pavimento utilizando alvenaria estrutural (figura 3) e pavimento utilizando alvenaria convencional (figura 4).

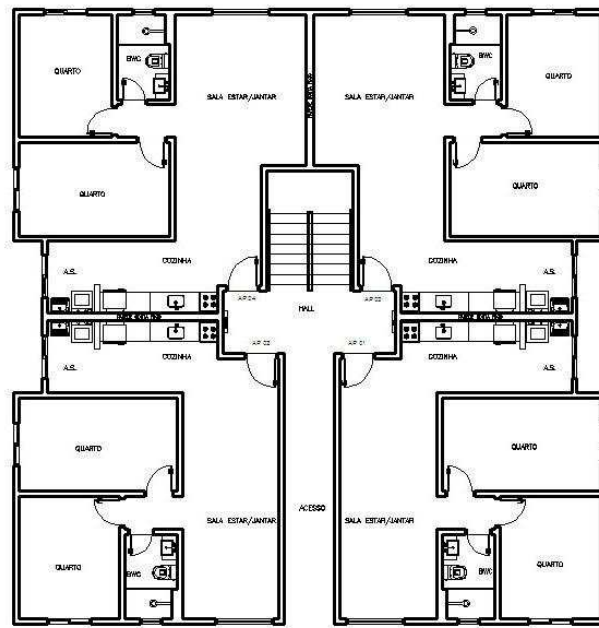
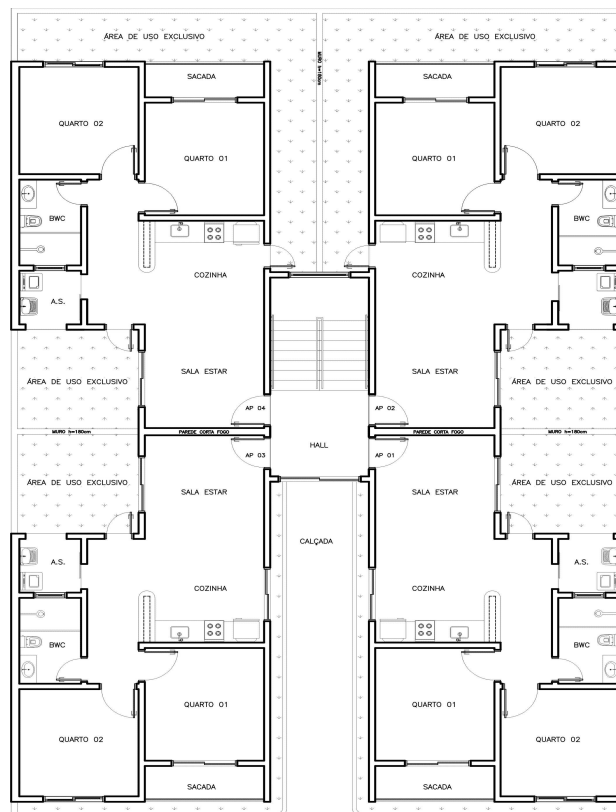


Figura 3 - Planta baixa obra alvenaria estrutural.



PLANTA PAV. TÉRREO

Figura 4 - Planta baixa obra alvenaria convencional.



Figura 5 - Obra utilizando alvenaria estrutural.



Figura 6 - Obra utilizando alvenaria convencional.

Com o intuito de comparar as diferenças dos processos construtivos, fizeram-se o acompanhamento das etapas de levantamento de paredes, instalações hidráulicas, instalações elétricas, revestimentos de paredes internas e externas, além da mão de obra e do prazo de execução de cada uma delas, obtendo assim os quantitativos e o custo das etapas. Todos estes procedimentos foram acompanhados na execução das duas obras dentro de um período de quatro meses.

Analizando projetos similares de edifícios de dois pavimentos que totalizam oito apartamentos, fizemos o levantamento dos quantitativos com as informações obtidas nas visitas, levando em conta a elaboração deste projeto executado em alvenaria convencional e também outro projeto similar elaborado para execução com alvenaria estrutural.

Dentro das etapas necessárias para a execução de uma edificação, várias não interferem na maneira de executar, seja em alvenaria convencional ou alvenaria estrutural como, por exemplo, as instalações de esquadrias metálicas e de madeiras. Nos dois métodos existem os locais exatos para a colocação destas esquadrias, sendo da mesma dimensão, forma e com o mesmo material, não sendo necessário, neste estudo de comparação de custos, analisarem estas etapas devido à mesma necessidade de mão de obra e custo de material. Da mesma maneira, não interferem no estudo, várias outras etapas, como terraplanagem, fundações, forro, pintura e todas as outras listadas no quadro 1, inserida logo abaixo.

No mesmo quadro, apresentamos as demais etapas que desta vez são executadas de forma diferente e, por vezes, com materiais diferentes, interferindo no custo, na qualificação da mão de obra e no tempo necessário para a execução.

Quadro 1- Etapas necessárias para a execução de uma obra.

PRINCIPAIS ETAPAS DAS OBRAS EM ESTUDO:		
1	Serviços Técnicos	NÃO ANALISADA
2	Serviços Preliminares	NÃO ANALISADA
3	Instalações provisórias e equipamentos	NÃO ANALISADA
4	Administração e Fiscalização	NÃO ANALISADA
5	Terraplanagem	NÃO ANALISADA
6	Fundações	NÃO ANALISADA
7	Estrutura	ANALISADA
8	Levantamento de Paredes e Painéis	ANALISADA
9	Esquadrias metálicas	NÃO ANALISADA
10	Esquadrias madeira	NÃO ANALISADA
11	Forro e Cobertura	NÃO ANALISADA
12	Impermeabilização	NÃO ANALISADA
13	Revestimentos Internos	ANALISADA
14	Revestimentos Externos	ANALISADA
15	Pintura	NÃO ANALISADA
16	Piso	NÃO ANALISADA
17	Instalações hidráulicas	ANALISADA
18	Instalações elétricas	ANALISADA
19	Serviços complementares	NÃO ANALISADA

4. ESTUDO DE CASO

4.1. MÃO DE OBRA E TEMPO DE EXECUÇÃO

Através das visitas nas obras estudadas neste trabalho, foram realizados acompanhamentos das execuções das etapas citadas no quadro 1 acima. Em cada uma destas etapas, verificou-se o tempo necessário para a execução e as dificuldades pertinentes de cada método que influenciam na rapidez da mão de obra. Desta forma, foram obtidas todas as informações em função homem/hora, verificando a quantidade necessária de empregados para executar cada etapa e a quantidade de horas gastas com a execução, que estão expostos nos itens seguintes.

4.1.1. Levantamento de paredes e painéis

Verificou-se que tanto os blocos de concretos, como os blocos cerâmicos foram transportados do canteiro de obra até o local de assentamento, utilizando carrinhos apropriados, mas com diferença de peso entre os blocos e quantidade devido as grandes diferenças de dimensões. Os blocos de concreto são maiores e mais pesados, precisando uma quantidade maior de viagens para transportá-los, mas nada que apresentasse grandes diferenças no tempo de execução que pudessem interferir nos resultados analisados neste trabalho. As ferragens, necessárias para manter a estrutura e solicitadas dentro de cada projeto, foram cortadas e dobradas na própria obra, também sem grandes interferências no tempo de execução de cada método.

4.1.1.1. Levantamento de paredes e painéis em alvenaria convencional

Dentro do método utilizando alvenaria convencional (figuras 7 e 8), foram utilizados dois pedreiros, dois serventes, um carpinteiro e um armador para levantar todas as paredes de um pavimento.

A metragem total, na obra observada, para todas as paredes de um pavimento, foi de 409,50 m² de alvenaria, em um tempo de execução necessário de cento e vinte horas trabalhadas.

Neste período foram realizadas as etapas de montagem das ferragens, montagens das formas e concretagem das vergas e contra vergas, e também todas estas etapas para as vigas e pilares, para então executar o levantamento das paredes.

O concreto utilizado foi produzido na obra, utilizando betoneira para misturar os materiais (cimento, areia, brita e água), e a argamassa utilizada no levantamento das paredes foi preparada pelos serventes, também no local, utilizando cimento, cal e areia.



Figura 7 - Levantamento da alvenaria convencional.



Figura 8 - Alvenaria convencional.

4.1.1.2. Levantamento de paredes e painéis em alvenaria estrutural

No acompanhamento do levantamento das paredes dentro do método de alvenaria estrutural (figuras 9 e 10), onde estas mesmas paredes fazem o papel de vigas e responsáveis pela manutenção da estrutura da edificação, verificou-se que para levantar toda a alvenaria projetada para um pavimento, consumiram-se setenta e seis horas trabalhadas e, para isto, trabalharam três pedreiros e dois serventes. A metragem total de alvenaria nesta obra acompanhada para um pavimento era de 441,88 m².

Neste serviço e tempo de execução descrito estão inclusos o grauteamento das canaletas e colunas, que é a inserção de concreto dentro dos blocos, nas quantidades e locais definidos em projeto, e também as montagens de gabaritos que são necessários para possibilitar as instalações de janelas, portas e ferragens dentro das canaletas, que são realizados posteriormente.

Para este método de execução, observou-se a utilização de argamassa pronta (figura 11), adquirida no comércio local, como opção pela empresa observada, à utilização de argamassa produzida no local. Para tal, adicionaram somente água ao produto ao invés de utilizar a mistura de cimento, cal, água e areia, como normalmente se observa em outras obras. Conforme informações dos responsáveis pela empresa, esta opção foi escolhida com o intuito de reduzir insumos e prazos de execução, fornecendo agilidade na preparação da argamassa e diminuindo os riscos de inserir argamassa com resistência reduzida devido erros de traços na mistura dos materiais.

Quanto à contratação das equipes responsáveis por estas execuções, os responsáveis pela empresa nos informaram que optaram por realizarem contratações com pagamento atribuídos à execução, ou seja, pagando somente a metragem quadrada executada, ao invés de pagar os empregados por horas trabalhadas. Informaram-nos que esta opção de contratação foi em função do mercado atual de mão de obra, que estaria atuando desta forma, como também

traz maiores vantagens para a empresa, já que os pagamentos somente são realizados quando existe a produção do serviço contratado.



Figura 9 - Levantamento da alvenaria estrutural.



Figura 10 - Alvenaria estrutural.



Figura 11 - Argamassa pronta.

4.1.2. Revestimento de paredes

Para a execução dos serviços de revestimentos externos é necessária a montagem de andaimes, etapa que por muitas vezes influencia bastante no tempo e custo de execução. Como esta etapa foi executada da mesma maneira nas duas obras analisadas, não interferindo nos resultados finais de cada método, não a consideramos neste estudo e nos cálculos de tempo de execução e custo.

4.1.2.1. Revestimento das paredes em alvenaria convencional

Os 441,88 m² de paredes internas e externas do pavimento na obra que utilizou alvenaria convencional foram revestidos com reboco dentro de um tempo de execução de trinta e seis horas, utilizando para isto quatro pedreiros e quatro serventes (figuras 12 e 13).

Neste tempo foram realizadas as etapas de chapisco, emboço e preparação da argamassa com cal, cimento, água e areia, todas executadas previamente ao reboco, pois diferente da opção da alvenaria estrutural, a empresa que executou a alvenaria convencional não optou por argamassa pronta.



Figura 12 - Revestimento da parede interna em alvenaria convencional.



Figura 13 - Revestimento da parede externa em alvenaria convencional.

4.1.2.2. Revestimento das paredes em alvenaria estrutural

Para revestir os 441,48 m² das paredes internas e externas levantadas em alvenaria estrutural com reboco foram utilizados somente um pedreiro e um servente, dentro de um tempo de quarenta horas (figuras 14 e 15).

Para o serviço, assim como a argamassa utilizada no levantamento das paredes, a empresa optou em utilizar argamassa pronta, que é recebida ensacada na obra e preparada somente adicionando água dentro das argamasseiras (figura 16), na proporção definida pelo fabricante.

A argamassa foi aplicada diretamente sobre os blocos sem a utilização de chapisco ou qualquer outra forma de acabamento, fato que pode ser considerado como uma vantagem sobre o método convencional, pois elimina etapas do revestimento, diminui o número de funcionários e também o tempo de execução.



Figura 14 - Revestimento da parede interna em alvenaria estrutural.



Figura 15 - Revestimento da parede externa em alvenaria estrutural.



Figura 16 - Argamasseira.

4.1.3. Instalações hidráulicas

As instalações hidráulicas foram executadas de forma diferente em cada método construtivo.

Na alvenaria convencional foi necessário realizar quebras na parede, para formar aberturas na alvenaria e então embutir as instalações (figura 17).

Para o serviço foi utilizado um servente e um encanador para executar todas as instalações hidráulicas em um pavimento térreo de quatro apartamentos e o tempo total para a execução fechou em quarenta horas.

Este serviço também teve a opção de ser terceirizado pelos mesmos motivos encontrados pelos responsáveis pela empresa no levantamento das paredes.



Figura 17 - Instalações hidráulicas em alvenaria convencional.

Na alvenaria estrutural a instalação hidráulica foi executada sem a necessidade de aberturas na alvenaria, pois as tubulações são aparentes (figura 18) e revestidas com acabamento em drywall (shafts). Neste sistema foram utilizados somente dois encanadores para fazer todas as instalações hidráulicas de um pavimento térreo com quatro apartamentos e o tempo de execução foi de doze horas.

Esta etapa também utilizou mão de obra terceirizada na execução, contratada pela empresa por um valor global, pagando o valor negociado após a finalização dos serviços.



Figura 18 - Instalações hidráulicas em alvenaria estrutural.

4.1.4. Instalações elétricas

Esta etapa engloba todas as passagens de eletrodutos e fiações nas paredes até a colocação dos acabamentos elétricos antes da pintura.



Figura 19 - Instalações elétricas em alvenaria convencional.

Na alvenaria convencional as instalações elétricas foram executadas com a necessidade de aberturas de rasgos na alvenaria realizando novas quebras nas paredes (Figuras 19 e 20). Estas aberturas são necessárias para embutir as instalações elétricas e para executar todo o serviço foram necessários dois serventes e um eletricista para fazer um pavimento térreo com quatro apartamentos. O tempo necessário foi de cento e setenta e seis horas trabalhadas.

Da mesma forma que outras etapas, a mão de obra também foi terceirizada e o pagamento realizado de forma global.

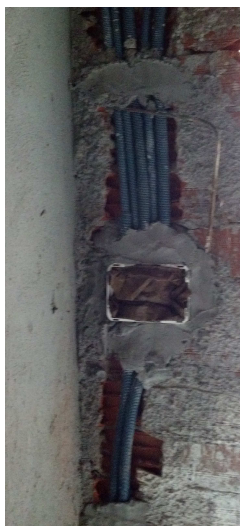


Figura 20 - Detalhe instalações elétricas em alvenaria convencional.



Figura 21 - Instalações elétricas em alvenaria estrutural.

Na alvenaria estrutural não há a necessidade de quebrar a parede para realizar aberturas na alvenaria, pois os eletrodutos são embutidos durante o levantamento das paredes dentro dos vazados dos blocos (Figuras 21 e 22).

Porém, em alguns pontos, como os locais para tomadas e interruptores, a instalação é realizada quebrando a parede, mas em quantidade muito menor se comparado com a quantidade de quebras realizadas na alvenaria convencional.

Para as instalações elétricas nas paredes utilizadas como alvenaria estrutural, teve-se a necessidade de somente dois eletricitistas para executar todo o serviço para o pavimento térreo, que engloba quatro apartamentos.

O tempo gasto para estas instalações foi de cento e quatro horas e da mesma maneira que o método convencional, a mão de obra também foi terceirizada na execução e contratada por um valor global.

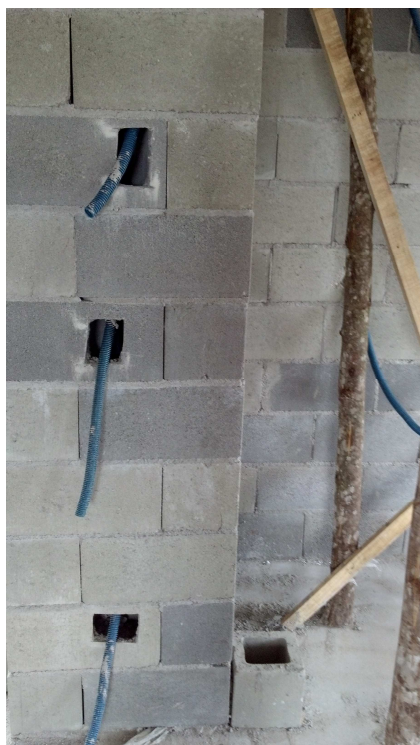


Figura 22 - Detalhe instalações elétricas em alvenaria estrutural.

4.2. COMPARATIVO DE MATERIAL

Nesse item foi feito a análise dos quantitativos dos materiais empregados nas etapas verificadas neste trabalho, executadas com alvenaria convencional e com alvenaria estrutural.

4.2.1. Levantamento de paredes e painéis

O quadro 2 abaixo apresenta o quantitativo de materiais usado em cada serviço na metragem total de parede por pavimento. O quadro 3 seguinte apresenta o quantitativo de materiais usado para os mesmos serviços, desta vez por metro quadrado.

Quadro 2 - Quantitativo de materiais por pavimento executado.

Descrição	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	Material para 441,48 m ²		Material para 409,50 m ²	
	ud	Qtde	ud	Qtde
Cimento	kg	2.860,79	kg	3.557,21
Brita zero	m ³	8,83	m ³	-
Brita 01	m ³	-	m ³	5,36
Massa pronta 4MPa	kg	14.568,84	kg	-
Cal	kg	-	kg	755,53
Aço 4,2mm	kg	-	kg	495,40
Aço 8mm	kg	83,88	kg	129,40
Aço 10mm	kg	163,35	kg	572,00
Aço 12,5mm	kg	167,76	kg	-
Arame recozido	kg	11,92	kg	35,80
Areia	m ³	8,83	m ³	9,64
Bloco 19x19x39	ud	5.695,09	ud	-
Tijolo 9x14x19	ud	-	ud	13.718,25
Prego	kg	6,18	kg	50,04
Madeira	m ³	0,41	m ³	6,95

Quadro 3 - Quantitativo de materiais por metro quadrado.

	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	Material para 1,00 m ²		Material para 1,00 m ²	
Descrição	ud	Qtde	ud	Qtde
Cimento	kg	6,4800	kg	8,6867
Brita zero	m ³	0,0200	m ³	-
Brita 01	m ³	-	m ³	0,0131
Massa pronta 4MPa	kg	33,0000	kg	-
Cal	kg	-	kg	1,8450
Aço 4,2mm	kg	-	kg	1,2098
Aço 8mm	kg	0,1900	kg	0,3160
Aço 10mm	kg	0,3700	kg	1,3968
Aço 12,5mm	kg	0,3800	kg	-
Arame recozido	kg	0,0270	kg	0,0874
Areia	m ³	0,0200	m ³	0,0235
Bloco 19x19x39	ud	12,9000	ud	-
Tijolo 9x14x19	ud	-	ud	33,5000
Prego	kg	0,0140	kg	0,1222
Madeira	m ³	0,0009	m ³	0,0170

4.2.2. Revestimento de paredes

Abaixo segue quadro 4 com o quantitativo de materiais usado em cada serviço na metragem total de parede por pavimento. O quadro 5 apresenta os mesmos quantitativos, porém por preço unitário do metro quadrado.

Quadro 4 - Quantitativo de materiais por pavimento executado.

	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	Material para 441,48 m ²		Material para 409,50 m ²	
Descrição	ud	Qtde	ud	Qtde
Cimento	kg	-	kg	1.842,75
Massa pronta	kg	3.531,84	kg	-
Cal	kg	-	kg	921,38
Areia	m ³	-	m ³	5,22

Quadro 5 - Quantitativo de materiais por metro quadrado.

	ALVENARIA ESTRUTURAL		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	Material para 1,00 m ²		Material para 1,00 m ²	
Descrição	ud	Qtde	ud	Qtde
Cimento	kg	-	kg	4,5000
Massa pronta	kg	8,0000	kg	-
Cal	kg	-	kg	2,2500
Areia	m ³	-	m ³	0,0128

4.2.3. Instalações hidráulicas

Como a quantidade de material utilizado para executar as instalações hidráulicas independe da forma de execução, não foram considerados estes custos dentro deste comparativo dos materiais.

4.2.4. Instalações elétricas

Da mesma forma, o material utilizado para executar as instalações elétricas independe da forma de execução, não sendo necessário, portanto, fazer a comparação.

4.3. ANÁLISE DE CUSTO DE MATERIAL

Neste item foram obtidos os custos pagos para cada quantidade de materiais pelas construtoras visitadas durante a execução dos serviços.

4.3.1. Levantamento de Paredes e Painéis

Quadro 6 - Custo material por pavimento (alvenaria convencional).

ALVENARIA CONVENCIONAL				
Material para alvenaria no pavimento			409,50	m ²
Descrição	ud	Qtde	Preço Unit. (R\$)	Preço total (R\$)
Cimento	kg	3.557,21	0,34	1.209,45
Brita	m ³	5,36	37,00	198,39
Cal	kg	755,53	0,28	207,77
Aço 8mm	kg	129,40	3,06	395,96
Aço 10mm	kg	572,00	2,88	1.647,36
Aço 4,2mm	kg	495,40	2,71	1.342,53
Arame recozido	kg	35,80	4,48	160,38
Areia	m ³	9,64	52,00	501,45
Tijolo 9x14x19	ud	13.718,25	0,29	3.978,29
Prego	kg	50,04	5,45	272,72
Madeira	m ³	6,95	320,00	2.224,00

Quadro 7 - Custo material por m² (alvenaria convencional).

Total para 1 m ²				
Descrição	ud	Qtde	Preço Unit. (R\$)	Preço total (R\$)
Cimento	kg	8,6867	0,34	2,95
Brita	m ³	0,0131	37,00	0,48
Cal	kg	1,8450	0,28	0,51
Aço 8mm	kg	0,3160	3,06	0,97
Aço 10mm	kg	1,3968	2,88	4,02
Aço 4,2mm	kg	1,2098	2,71	3,28
Arame recozido	kg	0,0874	4,48	0,39
Areia	m ³	0,0235	52,00	1,22
Tijolo 9x14x19	ud	33,5000	0,29	9,72
Prego	kg	0,1222	5,45	0,67
Madeira	m ³	0,0170	320,00	5,43
			TOTAL / m ²	29,64

Quadro 8 - Custo material por pavimento (alvenaria estrutural).

ALVENARIA ESTRUTURAL				
Material para alvenaria no pavimento			441,48	m ²
Descrição	ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Cimento	kg	2.860,79	0,34	972,67
Brita zero	m ³	8,83	37,00	326,70
Argamassa pronta 4MPa	kg	14.568,84	0,27	3.933,59
Aço 8mm	kg	83,88	3,06	256,68
Aço 10mm	kg	163,35	2,88	470,44
Aço 12,5mm	kg	167,76	2,71	454,64
Arame recozido	kg	11,92	4,48	53,40
Areia	m ³	8,83	52,00	459,14
Bloco 19x19x39	ud	5.695,09	2,75	15.661,50
Prego	kg	6,18	5,45	33,68
Madeira	m ³	0,41	320,00	132,80

Quadro 9 - Custo material por m² (alvenaria estrutural).

Total para 1 m ²				
Descrição	ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Cimento	kg	6,4800	0,34	2,20
Brita zero	M ³	0,0200	37,00	0,74
Argamassa pronta 4MPa	kg	33,0000	0,27	8,91
Aço 8mm	kg	0,1900	3,06	0,58
Aço 10mm	kg	0,3700	2,88	1,07
Aço 12,5mm	kg	0,3800	2,71	1,03
Arame recozido	kg	0,0270	4,48	0,12
Areia	M ³	0,0200	52,00	1,04
Bloco 19x19x39	ud	12,9000	2,75	35,48
Prego	kg	0,0140	5,45	0,08
Madeira	M ³	0,0009	320,00	0,30
			Total /m ²	51,54

4.3.2. Revestimento de paredes

Quadro 10 - Custo material por pavimento (alvenaria convencional).

ALVENARIA CONVENCIONAL				
Material para reboco no pavimento			409,50	m ²
Descrição	Ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Cimento	Kg	1842,75	0,34	626,54
Cal	Kg	921,38	0,28	257,99
Areia	M ³	5,22	52,00	271,50

Quadro 11 - Custo material por m² (alvenaria convencional).

Total para 1 m ²				
Descrição	ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Cimento	kg	4,5000	0,34	1,53
Cal	kg	2,2500	0,28	0,63
Areia	M ³	0,0128	52,00	0,66
			TOTAL / m ²	2,82

Quadro 12 - Custo material por pavimento (alvenaria estrutural).

ALVENARIA ESTRUTURAL				
Material para reboco no pavimento			441,48	m ²
Descrição	Ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Argamassa pronta	Kg	3531,84	0,54	1907,19

Quadro 13 - Custo material por m² (alvenaria estrutural).

Total para 1 m ²				
Descrição	Ud	Qtde	Preço Unit.	Preço total
Argamassa pronta	Kg	8,0000	0,54	4,32
			TOTAL / m ²	4,32

4.3.3. Instalações hidráulicas

Não foi analisado o custo do quantitativo de materiais para instalações hidráulicas, pois a quantidade de material para os dois métodos aqui estudados é a mesma.

4.3.4. Instalações elétricas

Também não foram analisados os custos destes quantitativos necessários para as instalações por serem independentes da forma de execução.

4.4. ANÁLISE DE CUSTO DE MÃO DE OBRA

4.4.1. Custo de mão de obra no levantamento de paredes e painéis

Analisando a quantidade de funcionário e as horas trabalhadas na alvenaria convencional para assentamento de 409,50m² de alvenaria, obteve-se a quadro a seguir, chegando a um custo de mão de obra de R\$ 21,68 por metro quadrado de alvenaria convencional assentada.

Quadro 14 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria convencional.

ALVENARIA CONVENCIONAL					
Função	Quantidade	Hora trabalhadas	Quantidade * Hora	Custo Hora (Conforme anexo A)	Total
Profissional	4	120	480	R\$ 11,19	R\$ 5.371,20
Servente	2	120	240	R\$ 14,62	R\$ 3.508,80
Custo para 409,50 m ²					R\$ 8.880,00
Custo por m ²					R\$ 21,68

Para a alvenaria estrutural, a construtora que visitamos optou para contratação com pagamento atribuído à produção, em função da quantidade de

bloco estrutural assentado, pagando um valor de R\$ 20,00 por unidade de metro quadrado.

4.4.2. Custo de mão de obra no revestimento de paredes

Para executar na alvenaria convencional o reboco de 409,50m² de alvenaria, analisando a quantidade de funcionário e as horas trabalhadas, obteve-se a quadro a seguir, chegando a um custo de mão de obra de R\$ 9,08 por metro quadrado de reboco na alvenaria convencional.

Quadro 15 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria convencional.

ALVENARIA CONVENCIONAL - REBOCO					
Função	Quantidade	Hora trabalhadas	Quantidade * Hora	Custo Hora (Conforme anexo A)	Total
Profissional	4	36	144	R\$ 11,19	R\$ 1.611,36
Servente	4	36	144	R\$ 14,62	R\$ 2.105,28
Custo para 409,50 m ²					R\$ 3.716,64
Custo por m ²					R\$ 9,08

Na alvenaria estrutural, a execução de reboco em 441,48m² de alvenaria, teve um custo de mão de obra de R\$ 2,34 por metro quadrado de reboco, conforme a quadro a seguir.

Quadro 16 - Custo da mão de obra na execução da alvenaria estrutural.

ALVENARIA ESTRUTURAL - REBOCO					
Função	Quantidade	Hora trabalhadas	Quantidade * Hora	Custo Hora (Conforme anexo A)	Total
Profissional	1	40	40	R\$ 11,19	R\$ 447,60
Servente	1	40	40	R\$ 14,62	R\$ 584,80
Custo para 441,48 m ²					R\$ 1.032,40
Custo por m ²					R\$ 2,34

4.4.3. Instalações hidráulicas

Para execução dos serviços hidráulicos na alvenaria estrutural a empresa optou pela terceirização da mão de obra, contratando o serviço em um valor global de R\$ 1.760,00 para execução de quatro apartamentos em um pavimento. Portanto para a execução dos oito apartamentos do edifício com dois pavimentos, a construtora teve custo de R\$ 3.520,00 para a mão de obra das instalações hidráulicas.

Na alvenaria convencional a construtora também optou para terceirização do serviço, porém nesse caso foi feito o pagamento por ponto de água fria e esgoto, sendo os custos R\$ 48,00 e R\$ 57,60 respectivamente. Como são 56 pontos de água e 32 pontos de esgoto no edifício de dois pavimentos com oito apartamentos, a construtora pagou R\$ 4.531,20.

4.4.4. Instalações elétricas

Para execução dos serviços elétricos na alvenaria estrutural a empresa optou pela terceirização da mão de obra, contratando o serviço em um valor global de R\$ 4.856,00 para execução de quatro apartamentos em um pavimento.

Portanto para a execução dos oito apartamentos do edifício com dois pavimentos, a construtora teve custo de R\$ 9.712,00 para a mão de obra.

Na alvenaria convencional a construtora também optou para terceirização do serviço, porém nesse caso foi feito o pagamento por ponto, sendo o custo por cada ponto de R\$ 70,00. Como são 192 pontos no edifício de dois pavimentos com oito apartamentos, a construtora pagou R\$ 13.440,00.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. CUSTO DO MATERIAL

Seguem os valores totais do custo dos materiais utilizados nas obras analisadas, para os levantamentos das alvenarias e revestimentos internos e externos. Não estão descritos os custos dos materiais para instalações hidráulicas e instalações elétricas devidos estes valores não apresentarem diferenças em função do tipo de execução.

5.1.1. Custo do material para assentamento da alvenaria.

Para cada metro quadrado de parede levantada, foram obtidos os seguintes custos de materiais:

Alvenaria convencional: R\$ 29,64 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 51,54 /m².

5.1.2. Custo do material para revestimento das paredes.

Para cada metro quadrado de revestimento de parede, tanto interno, quanto externo, foram obtidos os seguintes custos de materiais:

Alvenaria convencional: R\$ 2,82 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 4,32 /m².

5.2. CUSTO DA MÃO DE OBRA

Os valores abaixo são referentes aos custos pagos pelas empresas visitadas para a mão de obra dos serviços de levantamentos das alvenarias,

revestimentos internos e externos, instalações hidráulicas e instalações elétricas, sem levar em conta a maior dificuldade de encontrar mão de obra capacitada para a execução de alvenaria estrutural e eventuais cursos necessários para tal.

5.2.1. Custo da mão de obra para assentamento da alvenaria

Para cada metro quadrado de parede levantada, foram obtidos os seguintes custos de mão de obra:

Alvenaria convencional: R\$ 21,68 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 20,00 /m² (terceirizada).

5.2.2. Custo da mão de obra para revestimento das paredes

Para cada metro quadrado de revestimento de parede, tanto interno, quanto externo, foram obtidos os seguintes custos de mão de obra:

Alvenaria convencional: R\$ 9,08 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 2,34 /m².

5.2.3. Custo da mão de obra para instalações hidráulicas

A mão de obra para instalações hidráulicas teve seu custo avaliado por quantidade de apartamentos por pavimento, independente da metragem quadrada, apresentando os seguintes valores para cada pavimento (quatro apartamentos):

Alvenaria convencional: R\$ 2.265,60 /pavimento.

Alvenaria estrutural: R\$ 1.760,00 /pavimento.

5.2.4. Custo da mão de obra para instalações elétricas

Assim como as instalações hidráulicas, a mão de obra para instalações elétricas teve seu custo avaliado por quantidade de apartamentos por pavimento, independente da metragem quadrada, apresentando os seguintes valores para cada pavimento (quatro apartamentos):

Alvenaria convencional: R\$ 6.720,00 /pavimento.

Alvenaria estrutural: R\$ 4.856,00 /pavimento.

5.3. CUSTO TOTAL

Custos totais (material + mão de obra), verificados nas empresas visitadas, para os serviços de levantamentos das alvenarias, revestimentos internos e externos, instalações hidráulicas e instalações elétricas, sendo que este dois últimos foram considerados como totais somente a mão de obra devido o custo de material ser o mesmo nos dois tipos de execução verificados neste trabalho.

5.3.1. Custo total para assentamento da alvenaria

Para cada metro quadrado de parede levantada, foram obtidos os seguintes custos:

Alvenaria convencional: R\$ 51,32 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 71,54 /m².

5.3.2. Custo total para revestimento das paredes

Para cada metro quadrado de revestimento de parede, tanto interno, quanto externo, foram obtidos os seguintes custos:

Alvenaria convencional: R\$ 11,90 /m².

Alvenaria estrutural: R\$ 6,66 /m².

5.3.3. Custo total para instalações hidráulicas

O custo total para a execução dos oito apartamentos, independente da metragem quadrada, sem considerar os materiais:

Alvenaria convencional: R\$ 4.531,20.

Alvenaria estrutural: R\$ 3.520,00.

5.3.4. Custo total para instalações elétricas

O custo total para a execução dos oito apartamentos, independente da metragem quadrada, sem considerar os materiais:

Alvenaria convencional: R\$ 13.440,00.

Alvenaria estrutural: R\$ 9.712,00.

5.3.5. Resumo referente ao custo total

Abaixo, os quadros 17 e 18, com as informações resumidas dos itens acima.

Quadro 17 - Custo total levantamento de paredes (mão de obra + material).

ETAPAS	ALVENARIA CONVENCIONAL		ALVENARIA ESTRUTURAL	
	MATERIAL (R\$/m ²)	MÃO DE OBRA (R\$/m ²)	MATERIAL (R\$/m ²)	MÃO DE OBRA (R\$/m ²)
LEVANTAMENTO DE PAREDES E PAINÉIS	29,64	21,68	51,54	20,00
REVESTIMENTO DE PAREDES	2,82	9,08	2,34	4,32

Quadro 18 - Custo total para instalações (mão de obra).

ETAPAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	ALVENARIA ESTRUTURAL
	MÃO DE OBRA (R\$/8 AP)	MÃO DE OBRA (R\$/8 AP)
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	4.531,20	3.520,00
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	13.440,00	9.712,00

5.4. TEMPO DE EXECUÇÃO

O quadro 19 possui os valores medidos nas obras visitadas para o tempo de execução referente ao levantamento das paredes, por metro quadrado. E a quadro 20 possui os valores do tempo de execução total para todos os serviços, haja vista as instalações hidráulicas e elétricas não possuem medições por metragem.

Também apresentamos nos dois quadros, a quantidade de empregados que foram necessários para a execução, simbolizando os profissionais pela letra “P” e os serventes, ajudantes destes profissionais, pela letra “S”.

Quadro 19 - Tempo de execução por metro quadrado.

ETAPAS	ALVENARIA CONVENCIONAL		ALVENARIA ESTRUTURAL	
	TEMPO DE EXECUÇÃO (m ² /h)	MÃO DE OBRA UTILIZADA	TEMPO DE EXECUÇÃO (m ² /h)	MÃO DE OBRA UTILIZADA
Levantamento de paredes	3,41	4P, 2S	5,81	3P, 2S
Revestimento de paredes	12,27	4P, 4S	11,03	1P, 2S

Quadro 20 - Tempo de execução total.

ETAPAS	ALVENARIA CONVENCIONAL		ALVENARIA ESTRUTURAL	
	TEMPO EXECUÇÃO 8 APARTAMENTOS (h)	MÃO DE OBRA UTILIZADA	TEMPO EXECUÇÃO 8 APARTAMENTOS (h)	MÃO DE OBRA UTILIZADA
Levantamento de paredes	240,00	4P, 2S	152,00	3P, 2S
Revestimento de paredes	72,00	4P, 4S	80,00	1P, 2S
Instalações hidráulicas	80,00	1P, 1S	24,00	2P
Instalações elétricas	352,00	1P, 2S	280,00	2P

“P” = Profissional.

“S” = Servente.

Em relação ao tempo de execução, observou-se uma velocidade maior da execução da alvenaria estrutural em aproximadamente 28% mais veloz em comparação com a alvenaria convencional. Tal velocidade deve-se a não execução de chapisco e ao preparo da argamassa na etapa de revestimento, sendo desnecessária a abertura de rasgos para instalações hidráulicas e elétricas.

5.5. RESUMO DO CUSTO TOTAL E TEMPO DE EXECUÇÃO

Apresentamos no quadro 21 o resumo dos custos obtidos nas obras para as etapas avaliadas e o tempo necessário para as execuções. Desta forma podemos observar que, apesar do custo da alvenaria estrutural ser um pouco maior que a alvenaria tradicional, o tempo de execução menor em quase 30% traz enormes vantagens e por muitas vezes grandes reduções de custo devido o giro do capital financeiro, como também exigiu contratação de menos pessoas, e consequentemente menor risco de problemas de falta de pessoal e risco de passíveis trabalhistas.

Quadro 21 - Custo total + tempo de execução.

ETAPAS	ALVENARIA CONVENCIONAL			ALVENARIA ESTRUTURAL		
	CUSTO (R\$/OBRA)	TEMPO DE EXECUÇÃO (DIAS)	MÃO DE OBRA UTILIZADA	CUSTO (R\$/OBRA)	TEMPO DE EXECUÇÃO (DIAS)	MÃO DE OBRA UTILIZADA
Levantamento de paredes	21.015,54	30	4P, 2S	31.612,10	19	3P, 2S
Revestimento de paredes	4.873,05	9	4P, 4S	2.942,92	10	1P, 2S
Instalações hidráulicas	4.531,20	10	1P, 1S	3.520,00	3	2P
Instalações elétricas	13.440,00	44	1P, 2S	9.712,00	35	2P
TOTAL	43.859,79	93,00	10P, 9S	47.787,02	67,00	9P, 4S

“P” = Profissional.

“S” = Servente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com todas as informações reunidas neste trabalho, numa visão simplista, verificou-se que ainda o custo final para o construtor que trabalha com alvenaria convencional é menor que o custo final para executar com alvenaria estrutural.

Desta forma, o construtor que possui poucos recursos para iniciar uma obra e que não esteja levando em consideração o prazo de execução, terá mais vantagens se escolher o método convencional, haja vista que não terá grandes dificuldades em encontrar mão de obra, devido não necessitar grandes capacitações.

Assim, o empresário que busca reunir todas as vantagens e deseja obter o máximo de retorno num investimento, e tem condições e estrutura para trabalhar, acabará por escolher a construção com alvenaria estrutural. Apesar do custo um mais elevado, o tempo de execução é menor, ou seja, o retorno

financeiro tem plenas condições de chegar antes se ele tem na mão o produto a ser vendido antes do que se construísse no modo convencional.

Deve-se considerar também que ele será beneficiado com os benefícios da racionalização de insumos e da possibilidade de obter uma melhor logística no canteiro de obras quando executada a alvenaria estrutural.

Os revestimentos de parede possuem a planicidade dos blocos e o assentamento no prumo. Consequentemente a parede tem necessidade de receber apenas uma fina camada de argamassa de revestimento. Somando-se a isso, para a aplicação da mesma, basta a mistura com água, simplificando os procedimentos.

A alvenaria estrutural é, na prática, o caminho mais fácil para se ter o domínio do processo de industrialização na construção civil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
NBR 6023 – Informação e Documentação: Referência- Elaboração.
Rio de Janeiro, 1982.

ALVENARIA ARMADA – Arq. Carlos Alberto Tauil, Eng. Cid Luiz Racca, 4ª edição, PROJETO EDITORES, 1988.

ARAÚJO, Fábio Elias. Técnicas construtivas de edifícios residenciais em alvenaria estrutural não armada de blocos vazados de concreto. 2001. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BAUTH - ARTEFATOS DE CIMENTO E OLARIA. Disponível em http://www.bauth.com.br/alv_estrutural.htm. Acesso em 24/07/2012 às 20 horas

E-CIVIL. Disponível em <http://www.ecivilnet.com/apostilas/alvenaria>. Acesso em 15/08/2012 às 20:32 horas.

HENDRY, A.W. Engineered design of masonry bulidings: fifty years development in Europe. 2002. Unicersity os Edinburgh, Scotland.

MANZIONE, L. Projeto e execução de alvenaria estrutural. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2004. 116 p.

PCC 2515 – Alvenaria Estrutural – Apresentações Escola Politécnica da USP – Prof. Luiz Sérgio Franco, 2004.

RICHTER, Cristiano. Alvenaria Estrutural Processo Construtivo Racionalizado. Curso de extensão. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2007.

SANTOS, M. D. F. dos. Alvenaria estrutural: contribuição ao uso. Dissertação (Mestrado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

8. ANEXOS

Anexo A:

Quadro custo hora do profissional – salário Sintracon-PR piso junho/2012

Função	Salário	13º Sal	Férias	1/3 Férias	Total Salário	Impostos
Servente	888,80	74,07	74,07	24,69	1.061,62	796,22
Profissional	1.249,60	104,13	104,13	34,71	1.492,58	1.119,43
Função	TOTAL Sal + Imp	Benefícios	Total	Horas Trab.	Total Hora	
Servente	1.857,84	604,20	2.462,04	220,00	11,19	
Profissional	2.612,01	604,20	3.216,21	220,00	14,62	