

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

**ANDERSON SOUZA LIMA
FRANCIELI LUIZE WAGNER**

**VIABILIDADE DE CUSTO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EM
CONCRETO AUTOPORTANTE MOLDADO *IN LOCO* NA CIDADE DE CASCAVEL
- PR**

**CASCAVEL- PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

**ANDERSON SOUZA LIMA
FRANCIELI LUIZE WAGNER**

**VIABILIDADE DE CUSTO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EM
CONCRETO AUTOPORTANTE MOLDADO “*IN LOCO*” NA CIDADE DE
CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Me. Eng. Civil Andréa Resende Souza.

**CASCAVEL –PR
2016**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, que nos deu força para realizar este trabalho, iluminou nossa trajetória para podermos estagiar na mesma empresa, para que, assim, fosse possível a realização deste trabalho em dupla.

À nossa família, que sempre esteve ao nosso lado, apoiando-nos e incentivando-nos em toda a trajetória, pois sem eles nada seria possível.

À professora orientadora, Andréa, pela paciência e pela disponibilidade em sempre nos atender quando tivemos dúvidas, por, além disso, auxiliar-nos em todas as etapas deste trabalho e guiar-nos à melhor forma de execução desta pesquisa.

Aos nossos amigos da faculdade, que nesses anos tivemos o privilégio de conhecer tais pessoas maravilhosas, que sempre nos incentivaram ao conhecimento: nós dividimos vários momentos especiais e, sem dúvidas, criamos vínculos para toda a vida.

À construtora em que fizemos estágio, que nos deu a possibilidade de aprender, na prática, grande parte do nosso conhecimento; ao engenheiro Rodrigo, que sempre teve paciência e empenho em nos ajudar com este trabalho e, em muitas oportunidades, dividiu conosco o seu conhecimento adquirido pela sua experiência na construção civil.

Por fim, agradecemos a todos que, de alguma forma, torceram pelo nosso sucesso e nos apoiaram durante essa caminhada. A vocês, o nosso muito obrigado.

RESUMO

A escolha do método construtivo é uma das partes mais importantes tanto no orçamento quanto no planejamento de uma edificação, pois, a partir dele, tomar-se-á um norte para todos os projetos complementares. O sistema de paredes de concreto autoportante moldado *in loco* designa-se autoportante, pois as paredes tem a função de vedar e de suportar as cargas da edificação e as lajes e as paredes por são maciças. Já o método de alvenaria convencional é um dos métodos mais utilizados, é formada por pilares, vigas e lajes, sendo que os vãos entre esses elementos estruturais são preenchidos com blocos cerâmicos. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo apresentar um estudo comparativo financeiro entre o método de paredes de concreto autoportante moldadas *in loco* e o método de alvenaria convencional, com exceção dos processos de fundações, cobertura, instalações hidráulicas e elétricas e de seus respectivos acabamentos finais. Após o estudo, concluiu-se que o método mais viável financeiramente na cidade de Cascavel – PR é o de paredes de concreto autoportante moldados *in loco*, pois, além de apresentar um menor custo total que seu concorrente, cerca de 460% abaixo, tem como principal fator econômico o seu menor tempo de execução, equivalendo a 198 dias trabalhados de diferença entre os dois sistemas estudados, considerando a mesma equipe de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto autoportante moldado *in loco*. Alvenaria convencional. Métodos construtivos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela eletro soldada.	13
Figura 2: Tela eletro soldada.	Error! Bookmark not defined.
Figura 3: Pinos e buchas espaçadores.....	14
Figura 4: Cunha de travamento de fôrma.	14
Figura 5: Eletrodutos locados em laje.	15
Figura 6: Processo de concretagem.	15
Figura 7: Slump Test.	16
Figura 8: Slump Flow.	17
Figura 9: Adensamento.....	18
Figura 10: Marcação das paredes a partir de eixos de referencia.	20
Figura 11: Assentamento da primeira fiada.....	21
Figura 12: Largura juntas de assentamento da alvenaria.....	21
Figura 13: Levantamento da alvenaria.	22
Figura 14: Detalhe encunhamento.....	22
Figura 15: Vergas e contravergas.	23
Figura 16: Composição de custos unitários.	26
Figura 17: Planta baixa pavimento tipo.....	29
Figura 18: Marcação do piso.	32
Figura 19: Montagem de fôrmas.	33
Figura 20: Montagem da armadura.	34
Figura 21: Colocação dos espaçadores.....	34
Figura 22: Execução das instalações.	35
Figura 23: Comparativo de custos por metro quadrado.	39
Figura 24: Comparativo custo total.	40
Figura 25: Comparativo da produtividade dos sistemas.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custo dos insumos para concreto autoportante.	36
Tabela 2: Custo final dos serviços da estrutura autoportante.	37
Tabela 3: Custo final de alvenaria convencional.	38
Tabela 4: Produtividade alvenaria convencional.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Budget Difference Income (Benefício e Despesas Indiretas)
CEI	Centro de Estatística e Informação
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
NBR	Norma Brasileira
PR	Paraná
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção
TCPO	Tabela de Composições de Preços e Orçamento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	9
1.1 INTRODUÇÃO	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	11
CAPÍTULO 2	12
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.1 Descrição Do Sistema De Paredes De Concreto Moldadas <i>In Loco</i>	12
2.1.1.1 Processo Construtivo	12
2.1.1.2 Vantagens E Desvantagens	18
2.1.2 ALVENARIA CONVENCIONAL	19
2.1.2.1 Execução Da Parede De Alvenaria De Blocos Cerâmicos	20
2.1.2.2 Vantagens E Desvantagens	23
2.1.3 Orçamento Na Construção Civil	24
2.1.4 Levantamento De Custos E Orçamentos	25
2.1.4.1 Estudo Das Condicionantes	25
2.1.4.2 Composição De Custos	25
2.1.4.3 Determinação Do Preço	26
2.1.4.4 Análise Do Tempo De Execução E Das Equipes De Serviços	26
CAPÍTULO 3	28
3.1 METODOLOGIA	28
3.1.1 Tipo De Estudo E Local Da Pesquisa	28
3.1.2 Caracterização Da Amostra	28
3.1.3 Coleta De Dados	29
3.1.3.1 Levantamento Bibliográfico	29
3.1.3.2 Levantamento De Quantitativos	29
3.1.3.3 Dimensionamento Da Mão De Obra	30
3.1.4 Análise Dos Dados	30
CAPÍTULO 4	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1.1 Procedimentos De Cada Etapa Da Execução Do Sistema Autoportante	32
4.1.1.1 Marcação Do Piso Com Ripas	32
4.1.1.2 Jogos De Fôrmas Para Paredes	33
4.1.1.3 Montagem E Travamento Do Conjunto	33
4.1.1.4 Concretagem	35
4.1.2 Comparativo De Custos	35
4.1.3 Produtividade	40
CAPÍTULO 5	43
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
CAPÍTULO 6	44
6.1 SUGESTOES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
REFERÊNCIAS	45

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra em uma situação de déficit habitacional, segundo o Centro de Estatística e Informação – CEI (2016), sendo que, em 2012, mais de 5 milhões de moradias em déficit foram constatadas no país e, só no estado do Paraná, este número alcança 226 mil. Esses dados comprovam a demanda elevada em relação à construção civil brasileira.

Segundo a CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço), com o crescimento da população nacional e dos avanços da tecnologia, faz-se necessária a busca por sistemas construtivos que possibilitem maior produtividade, e economia em meio ao andamento das obras e menor desperdício. A alvenaria convencional, por ser um método não tão eficiente no que se refere a esses aspectos, tem deixado dúvidas em relação à sua viabilidade.

Para Lordsleem Júnior (2000), no Brasil, o sistema de alvenaria convencional é o mais utilizado em detrimento de outros, ao passo que, em Cascavel, no estado do Paraná, não é diferente. Neste município, verifica-se, portanto, que a alvenaria convencional ainda é o método predominante, sendo que este método é caracterizado por mão de obra abundante, por materiais amplamente encontrados, por alta flexibilidade de projeto e por durabilidade superior a qualquer outro material. Cumpre, porém, ressaltar que a alvenaria convencional possui elevado desperdício de materiais e baixa produtividade na execução, desvantagens que as construtoras precisam evitar ao máximo no momento atual, tanto no que se refere a aspectos econômicos do país quanto no que se refere a medidas de sustentabilidade.

Com base nesses aspectos, percebe-se que, ainda, há a necessidade de informação, tanto para os projetistas quanto para a sociedade, acerca de novos sistemas construtivos, para que, posteriormente, se analise fundamentadamente o método que será escolhido e utilizado para a execução de determinada obra. De acordo com o que relata Barros (1996), para que seja, possível a mudança do processo de produção e para que, assim, se consiga atingir melhor desempenho e menores custos, é necessário incorporar novas tecnologias construtivas.

Em meio a uma obra bem planejada e executada, nesse contexto, destaca-se o sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*, o qual garante economia aos sistemas de instalações elétricas e hidros sanitárias, por exemplo, pois evita posteriores quebras nas paredes, diminuindo, assim, a necessidade de mão de obra e considerável redução de resíduos. Este aspecto de contexto sustentável deve ser considerado, pois, segundo Castro (2012), o

setor da construção civil é responsável pela produção de aproximadamente 450 quilos de entulho por habitante/ano no Brasil.

Este trabalho pretendeu, desse modo, avaliar em que proporção é viável utilizar o método de alvenaria convencional em comparação ao concreto autoportante moldado *in loco*, levando em consideração, para tanto, a qualidade desses sistemas, a agilidade e, também, a relação de custo-benefício em uma obra de cinco pavimentos, localizada na cidade de Cascavel-PR.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o custo e tempo de execução do sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* com alvenaria convencional, em um edifício de cinco pavimentos, localizado na cidade de Cascavel – PR.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar o procedimento da execução do concreto autoportante moldado *in loco*;
- Analisar o tempo de execução de uma obra realizada em estrutura autoportante e em alvenaria convencional;
- Quantificar a mão de obra necessária para a execução dos serviços em ambos os processos;
- Levantar os principais insumos dos sistemas construtivos;

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Azeredo (2009), a alvenaria tem como finalidade organizar o espaço interior, proteger de intempéries, oferecer suporte de cargas e isolamento acústico e térmico. De um modo geral, a alvenaria deve oferecer resistência, durabilidade e impermeabilidade às construções. Sendo assim, é uma etapa de extrema importância na execução de uma obra.

No Brasil, atualmente, existe uma grande preocupação das construtoras, em consequência da elevada demanda por edificações, para conseguir entregar as suas obras em

curto espaço de tempo, com baixo custo e melhor qualidade possíveis. Tendo em vista esse aspecto, é necessário que se informe da maneira mais abrangente possível sobre os métodos construtivos existentes e, ainda mais, sobre o método mais utilizado: a alvenaria convencional e o método que, aparentemente, gera mais produtividade: o concreto autoportante moldado *in loco*.

Assim, torna-se fundamental o comparativo entre esses dois sistemas, para que, sirva de auxílio às construtoras que buscam conhecimento sobre esses dois métodos apresentados e para que se possa entender a importância de uma escolha bem estudada.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Qual sistema construtivo é mais viável tecnicamente, levando em consideração o período de execução e o custo, em uma edificação de cinco pavimentos na cidade de Cascavel – PR?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao estudo de viabilidade financeira dos sistemas construtivos de alvenaria convencional e do concreto autoportante moldado *in loco*, abordando o método executivo, a análise de custos e o tempo de execução em uma edificação de cinco pavimentos, com quatro apartamentos por andar de 43 m² de área privativa cada, na cidade de Cascavel – PR.

O estudo restringiu-se em analisar o custo e o tempo de execução apenas da parte de supra-estrutura, ou seja, ao levantamento da alvenaria e à parte estrutural da obra – pilares, vigas e lajes – não se considerando, portanto, a infraestrutura, as instalações elétricas e hidráulicas, ao acabamento e cobertura. Também não foi considerado o BDI, por se tratar de uma análise de custo dos sistemas construtivos.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Descrição Do Sistema De Paredes De Concreto Moldadas *In Loco*

Segundo a revista *Téchne* (2011), o sistema é composto por paredes que fazem a função de vedação e sustentação das cargas, vez que são moldadas no próprio local da edificação, com espessuras de 10 centímetros. Essas paredes são armadas com telas metálicas eletro soldadas, centralizadas nas paredes. As lajes são maciças, tais como as paredes, e possuem configuração de espessura e de armadura. A fundação varia de acordo com o local de sua implantação.

2.1.1.1 Processo Construtivo

a) Fundação;

O tipo de fundação varia de acordo com o tipo de empreendimento, de solo, de clima e de local, visando sempre à segurança, à estabilidade, à durabilidade e, por fim, ao alinhamento necessário para a locação das paredes (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

b) Armaduras;

Após eleito o tipo de fundação, a armadura de estrutura adotada será a de tela eletro soldada, posicionada verticalmente e centralizada na parede – conforme demonstra a Figura 1 – ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento do projeto. Treliças ou barras são utilizadas em pontos tais como vergas e contra vergas e portas, de acordo com o retratado pela Figura 2 (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 1: Tela eletro soldada.



Fonte: Autor (2016)

Figura 2: Tela eletro soldada



Fonte: Autor (2016)

c) Fôrmas;

Todo conjunto de formas deve ser, além de acompanhado pelo projeto, checado, no que se refere à presença de todos os materiais constituintes, considerando-se que o material deve ser armazenado de forma correta, conforme indica o fornecedor, a fim de maximizar sua vida útil (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

A montagem, ainda, deve seguir rigorosamente o projeto, com uma sequência que pode variar de acordo com o nivelamento da laje, com a marcação de paredes e com o piso (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Segundo Venturinni (2011), os painéis possuem furos por onde transpassam pinos e buchas (Figura 3), que, por sua vez, delimitarão a espessura das paredes que variam entre 8 e 15 cm, conforme projeto.

Figura 3: Pinos e buchas espaçadores.



Fonte: Autor (2016)

O posicionamento correto desses pinos é de suma importância, pois eles ainda serão utilizados para travar as formas pelo lado externo, através de cunhas (Figura 4). Após a desforma, os furos deixados pelos pinos são preenchidos com uma argamassa especial.

Figura 4: Cunha de travamento de fôrma.



Fonte: Autor (2016)

d) Lajes;

Para Venturini (2011), o sistema de concretagem possibilita que a laje e as paredes sejam concretadas de forma simultânea. Após o posicionamento das formas, escoramentos, eletrodutos e tubos hidráulicos (Figura 5), o nível da laje deve ser conferido, para evitar

futuros problemas no pavimento superior.

Figura 5: Eletrodutos locados em laje.

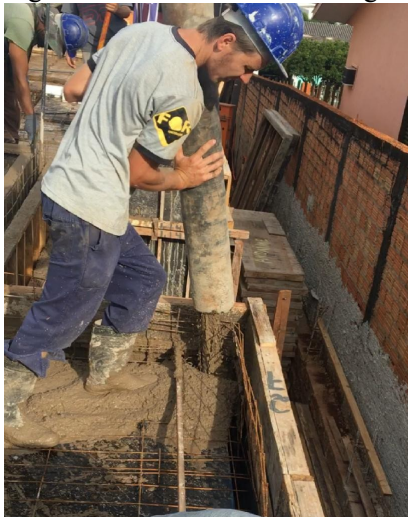


Fonte: Autor (2016)

e) Concretagem;

A aplicação do concreto nas formas (Figura 06) deve seguir o planejamento rigorosamente, levando em conta as características do concreto, a geometria das formas e o layout do canteiro de obra (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 6: Processo de concretagem.



Fonte: Autor (2016)

A concretagem, com toda sua modulação, é fundamental para que a estrutura executada atenda ao projeto estrutural, garantindo, desse modo, qualidade e durabilidade à obra (MISSURELI, 2009).

Concretos dosados em centrais e fornecidos ao canteiro através de caminhões, betoneira são, sem dúvidas, mais eficientes, resultando em melhores controles de agregados, medidas em peso, volume e, principalmente, na garantia da concreteira (MISSURELI, 2009).

O tempo de transporte, desde o início da mistura, a partir da primeira adição de água, até a entrega na obra, é muito importante para o desempenho dela, não podendo, por isso, ser superior a 90 minutos. Esse tempo deve ser definido de modo que o adensamento final não ocorra após o início da pega do concreto lançada anteriormente, evitando, assim, a formação de junta fria.

De acordo com Faria (2009), um passo importante se dá na verificação através do abatimento (*slump*), representado na Figura 7, ou do espalhamento (*flow*) limite (Figura 8), conforme nota fiscal. Caso tais passos não sejam cumpridos, deve ser adicionada água nos limites especificados pela ABNT NBR 7212 (1984) desde que:

- O abatimento seja maior ou igual a 10 mm;
- O abatimento seja corrigido em até 25 mm;
- O abatimento, depois da adição, não ultrapasse o limite máximo especificado;
- O tempo entre a primeira adição de água aos agregados e o início do lançamento seja maior que 15 minutos.

Figura 7: Slump Test.



Fonte: Autor (2016)

Figura 8: Slump Flow.



Fonte: TECHNE (2006)

Segundo a revista *Téchne* (2009), o cronograma para a concretagem deve:

- Iniciar por um dos cantos da construção até as paredes próximas estarem cheias;
- Seguir o mesmo procedimento no canto oposto;- Levar em consideração que o procedimento é o mesmo para os outros dois pontos;
- Observar pontos nas linhas elevadas (telhado);
- Lançar o concreto o mais próximo possível de sua posição final;
- Utilizar bomba para lançamento do concreto, o que reduz a probabilidade de falhas de concretagem;
- Não deve haver interrupções com duração superior a 30 minutos.

Nesse sentido, destaca-se que é muito importante que, durante o lançamento, o concreto seja vibrado com equipamento adequado (Figura 09). Este passo deve ser cuidadosamente observado, para que a mistura preencha todos os espaços da forma, de maneira a evitar a formação de nichos ou segregação dos materiais (MISSURELI, 2009).

Figura 9: Adensamento.



Fonte: Autor (2016)

f) Desforma;

Quando o concreto adquire uma resistência de 1 MPa, prevista para 12 horas após a concretagem, inicia-se a desforma. Neste procedimento, primeiramente são retiradas as cunhas de travamento, seguidas pelos pinos e, finalmente, pelos painéis. A remoção dos painéis também deve seguir a ordem numérica dos mesmos, pois é a mesma com que eles serão locados na laje superior. Na laje, os painéis podem ser retirados, com exceção dos painéis que se localizam escorados abaixo da mesma. Esses painéis só serão retirados após quatro dias a contar da concretagem (VENTURINI, 2011).

g) Cura do concreto;

A cura do concreto deve iniciar o quanto antes, minorando a possibilidade do surgimento de fissuras, principalmente nas lajes. O método mais utilizado é o de cura por molhagem, ou seja, é necessário que o concreto esteja em contato (em regiões quentes e com grande incidência de ventos nesse período) (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011) contínuo com a água por, pelo menos, três dias, sendo molhado por pelo menos cinco vezes ao dia.

2.1.1.2 Vantagens E Desvantagens De Paredes De Concreto

De acordo com Sacht (2008), o sistema de concreto autoportante tem como vantagens: a racionalização das vedações, baixo índice de desperdícios e mão de obra reduzida, ocorre também, alta produtividade, pelo fato da existência de uma sequencia

definida de etapas na obra. Sacht (2008) também considera o aumento da qualidade dos serviços assim como no acabamento superficial, as vedações possuem função estrutural e por terem uniformidade nas paredes, sendo possível o revestimento ser mais superficial. Outros pontos positivos também é a mão de obra reduzida e o aumento da área útil da edificação, levando em consideração paredes mais finas quando comparadas ao do sistema convencional.

Sacht (2008) cita algumas desvantagens, como o elevado custo das formas para a execução, a necessidade de equipamentos de grande porte para o transporte das formas ou do volume de concreto, a limitação do projeto arquitetônico assim como as modificações devido à função estrutural e o aumento de patologias, principalmente as fissuras.

Para Alves e Peixoto (2011), há uma diminuição no tempo da obra e, conseqüentemente, a diminuição do custo da mão de obra.

2.1.2 ALVENARIA CONVENCIONAL

Segundo Azeredo (2009), a alvenaria é constituída por pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, que podem ser ou não ligados por meio de argamassa. Deve oferecer, ainda, durabilidade, resistência e impermeabilidade. A alvenaria convencional tem como finalidade a vedação, constituída de blocos cerâmicos, atendendo às condições de resistência e de durabilidade, ao passo que a impermeabilização é conquistada a partir de produtos específicos.

A revista *Téchne* (2006) define alvenaria de vedação como a alvenaria que não necessita de dimensionamento para suportar ações além do seu peso próprio. Por isso, ela se faz responsável apenas para a proteção da edificação de intempéries e para a divisão de ambientes internos. Devido ao fato de a alvenaria de vedação não ser dimensionada, as soluções construtivas – a exemplo de passagem para instalações, de embutimentos para caixas e de preenchimento de vazios – são resolvidas durante a execução. Os desperdícios de materiais são evidentes na execução. Eventuais erros neste processo apenas são verificados através da conferência do prumo, sendo que, como solução para este problema, há preenchimento com massa, o que aumenta a carga permanente atuante na edificação.

Para Barros (2009), a alvenaria de vedação é conceituada como montagem de elementos que têm como função a separação de ambientes, ou seja, que atuem de maneira a contemplar o fechamento das áreas entre as estruturas.

Para Silva, Gonçalves e Alvarenga (2006), a alvenaria convencional é caracterizada por grande desperdício de materiais, causado pelo transporte dos mesmos e do retrabalho, já que a parede será seccionada para as instalações elétricas e hidráulicas.

Segundo IPT (1988), a função dessa alvenaria é “o preenchimento dos espaços entre componentes da estrutura, podendo ser empregadas na fachada da obra ou na criação de espaços internos, isolamento térmica e acústica dos ambientes e na segurança física dos usuários em caso de incêndio”.

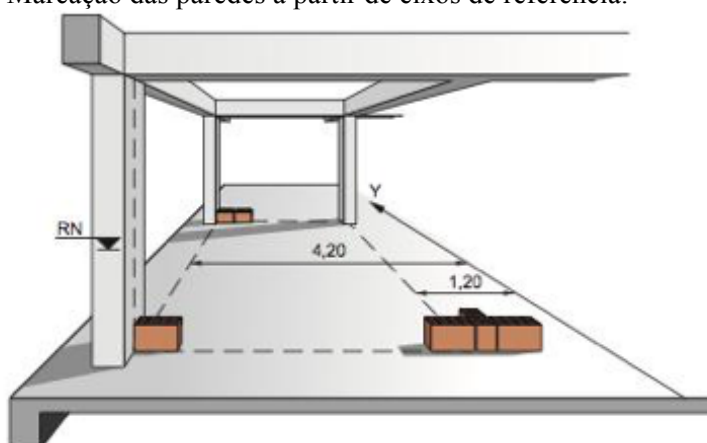
Materiais cerâmicos são utilizados pelo homem desde 4000 a.C. e têm como característica a facilidade de fabricação e a grande durabilidade, sendo sua matéria-prima a argila que existe em grande abundância, conforme explicam Silva e Fortes (2009).

2.1.2.1 Execução da parede de alvenaria de blocos cerâmicos

Para Hass e Martins (2011), a alvenaria convencional é um sistema totalmente artesanal, por ter todas as suas etapas executadas *in loco*, o que torna o processo muito demorado.

Segundo IPT (2009), é recomendado que o início da execução da alvenaria se dê, no mínimo, após 28 dias da concretagem do pavimento em questão. O assentamento da primeira fiada deve ser locado a partir das transferências de cota e dos eixos de referência, conforme a Figura 10.

Figura 10: Marcação das paredes a partir de eixos de referência.



Fonte: IPT (2009)

Após a marcação das paredes, é executada a primeira fiada, em meio à qual a argamassa de assentamento da primeira fiada deve ser a mesma utilizada para toda a parede,

devendo ser sua espessura de 1 a 3 centímetros. O início do assentamento se dá pelas extremidades, com o auxílio de uma linha guia (PINI, 2008), conforme se depreende da Figura 11.

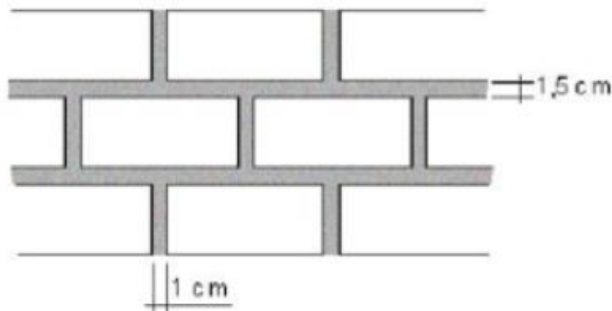
Figura 11: Assentamento da primeira fiada.



Fonte: PINI (2008)

Segundo o que aconselha a NBR 8545 (1984), as juntas horizontais devem possuir, no mínimo, 15 milímetros e as juntas verticais, 10 milímetros. O sistema deve conter juntas verticais descontínuas, para que seja possível a amarração desse elemento, assim como demonstra a Figura 12.

Figura 12: Largura juntas de assentamento da alvenaria.



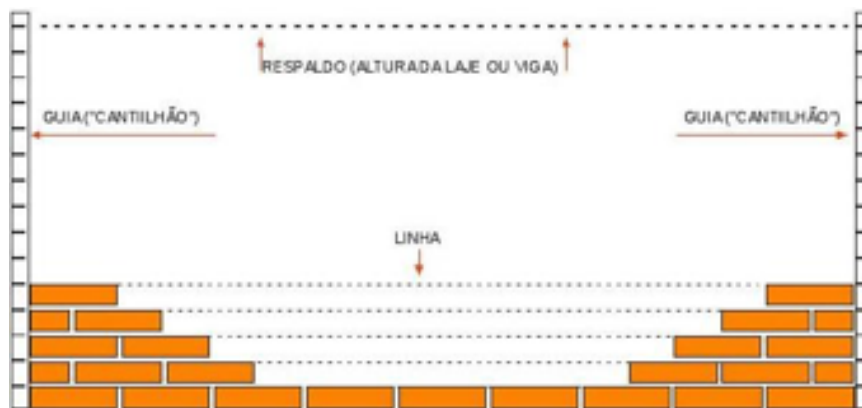
Fonte: Barros (2009)

Em seguida, deverão ser assentados os blocos cerâmicos da fiada superior. Nesse sentido, destaca-se o posicionamento de Yazigi (2010), segundo o qual, a amarração de paredes uma nas outras ou com elementos estruturais é feita através de telas soldadas ou de pequenas barras de aço de 6,3 milímetros, que trabalham no meio da argamassa de assentamento transferindo cargas, sendo este um processo que visa a evitar fissuras.

Inicia-se o levantamento da alvenaria sempre pelos cantos principais ou pelas ligações com quaisquer outros elementos da edificação. É necessária, ainda, a utilização de escantilhão como guia das juntas horizontais, assim como demonstra a Figura 13. Após a elevação dos cantos, utiliza-se, como guia, uma linha esticada, geralmente de *nylon*, para que sejam garantidos o prumo e o nivelamento das fiadas (YAZIGI, 2010).

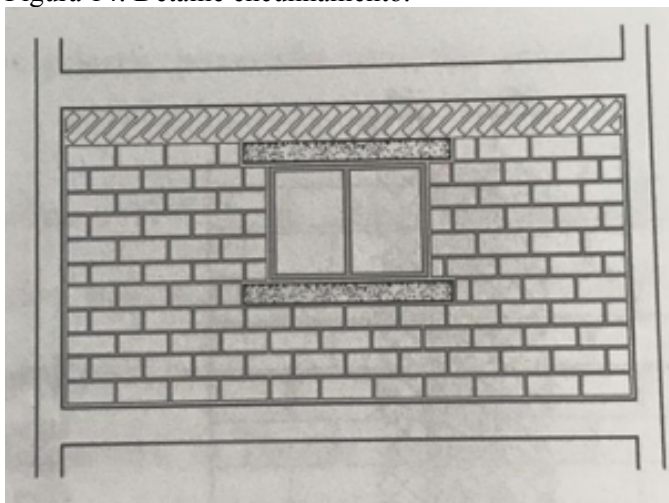
Após a aplicação de chapisco ou de argamassa colante no elemento estrutural, deve ser feito o encunhamento, ilustrado na Figura 14. Recomenda-se, nesse contexto, o assentamento inclinado de tijolos de barro cozido, utilizando-se argamassa relativamente fraca. Isso faz com que as deformações estruturais que seriam transmitidas à parede sejam totalmente amortecidas (THOMAZ, 2001).

Figura 13: Levantamento da alvenaria.



Fonte: IBDA (2012)

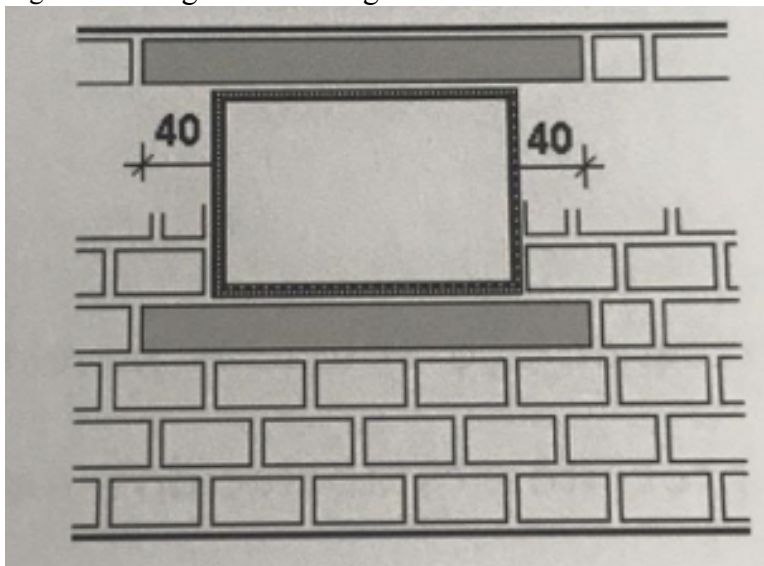
Figura 14: Detalhe encunhamento.



Fonte: Thomaz (2001)

De acordo com a NBR 8545 (1984), em locais de vãos na alvenaria (portas e janelas), deve-se utilizar vergas e contravergas. Esta estratégia objetiva sustentar o peso da alvenaria do vão, limitando-se a 2,4 metros de comprimento. No que se refere a vãos com medidas maiores, dever-se-á calcular uma viga específica para o local. As contravergas são utilizadas em vãos de janelas e servem para evitar fissuras a 45° das extremidades das janelas. Conforme referida NBR, vergas e contra-vergas devem ter altura mínima de 10 centímetros, devendo ser, além disso, 40 centímetros maiores que os vãos, conforme o demonstrado em Figura 15.

Figura 15: Verga e contraverga.



Fonte: Thomaz (2001)

Para Thomaz (2001), vergas, contravergas e cintas de amarração devem ser armadas, recomendando-se, no mínimo, duas barras com diâmetro de 6 milímetros, sendo possível que sua execução se dê com concreto normal ou com micro concreto.

2.1.2.2 Vantagens e desvantagens

Conforme descreve Sabbatini (1989), a alvenaria de vedação tradicional tem como principal vantagem a boa relação custo-benefício entre os outros sistemas de vedação disponíveis, pelo que se torna um material de construção econômico, tendo em vista os investimentos iniciais e de manutenção. Além disso, a alvenaria convencional tem várias outras vantagens como:

- Bom isolamento térmico e acústico;

- Boa estanqueidade à água;
- Excelente resistência mecânica ao fogo;
- Facilidade e baixo custo dos componentes;
- Excelentes versatilidade e flexibilidade;
- Ótima aceitação do usuário;
- Boa a excelente durabilidade;
- Facilidade de composição de elementos de qualquer forma e dimensão;
- Não tem limitações de uso em relação às condições ambientais.

Segundo a revista *Techne* (2006), a alvenaria de vedação tradicional possui muitas desvantagens, sendo as principais:

- Retrabalho: para instalações hidráulicas e elétricas e para embutimentos de caixas, as paredes são seccionadas e, bem como são feitos remendos para o preenchimento de vazios, com o auxílio de argamassa.
- Desperdícios de materiais: ocasionados pelo transporte dos blocos cerâmicos e pela quebra destes elementos na execução.
- Falta de controle da execução: erros de execução são verificados apenas por meio da conferência de prumo, sendo que eventuais falhas podem ocasionar desperdício de argamassa e acréscimo nas ações permanentes na estrutura.

Outras desvantagens desse sistema são a baixa produtividade, a deficiência na limpeza e a higienização e a elevada massa de materiais por unidade de superfície

2.1.3 Orçamento na construção civil

Limmer (1996) define orçamento como a determinação dos gastos necessários à execução de um projeto, seguindo um plano de elaboração previamente estabelecido. Tais gastos são representados por termos quantitativos.

Os principais objetivos de um orçamento são: definir o custo de execução de cada serviço ou atividade; servir de base para o faturamento da empresa; servir como parâmetro na avaliação dos rendimentos dos sistemas empregados na execução do projeto; e, por ser um instrumento de controle da execução do projeto, permitir a elaboração de coeficientes técnicos confiáveis, de acordo com Limmer (1996).

Para Mattos (2006), a soma dos custos diretos – mão-de-obra de operários, material, equipamentos –, dos custos indiretos – equipes de supervisão e de apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas, etc. – e de impostos e de lucros resulta no preço de venda, o que determina o orçamento. Por isso, o preço definido pelo construtor não deve ser tão baixo a ponto de não gerar lucro e nem tão alto a ponto de não ser competitivo com a concorrência.

Levantamento de custos e orçamentos

A elaboração de um orçamento é baseada em três etapas: estudo das condicionantes (condições de contorno), composição de custos e determinação do preço (MATTOS, 2006).

2.1.3.1 Estudo das condicionantes

Segundo Mattos (2006), é a partir desta fase que serão identificados os serviços constantes da obra com suas respectivas quantidades, e o nível de interferência entre esses serviços e a sua dificuldade na execução.

Esta etapa compreende os seguintes passos: leitura e interpretação dos projetos e das especificações técnicas, leitura do edital, que é o documento que rege a licitação, e visita técnica à obra

2.5.1.2 Composição de custos

Mattos (2006) ensina que o custo total de uma edificação é dado pela soma do custo orçado para cada serviço integrante da obra. Por esse motivo, todos os serviços precisam ser quantificados, de modo que assim se realiza uma das principais etapas: o levantamento de quantitativos. Este levantamento engloba os cálculos de dimensões fornecidas no projeto ou estimativas.

Para Cordeiro (2007), a composição de custos unitários é elaborada a partir da especificação do serviço a ser executado, de sua unidade de medida e dos insumos (materiais e mão de obra) utilizados para sua execução, conforme demonstrado abaixo, na Figura 16.

Figura 16: Composição de custos unitários.

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Cimento	kg	306,00	0,36	110,16
Areia	m ³	0,901	35,00	31,54
Brita 1	m ³	0,209	52,00	10,87
Brita 2	m ³	0,627	52,00	32,60
Pedreiro	h	1,000	6,90	6,90
Servente	h	8,000	4,20	33,6
Betoneira	h	0,350	2,00	0,7
Total				226,37

Fonte: Mattos (2006)

Conforme se depreende da análise da tabela, os materiais representam cerca de 60% do custo da construção, tendo seu valor determinado m³ por seu consumo e pelo preço. Quanto ao consumo, ao se considerarem perdas, é comum ter em mente uma margem de 5%. Referida margem depende do treinamento da mão de obra, ao passo que o preço depende da situação em que o mercado se encontra, das condições de comercialização do produto, da quantidade a ser adquirida, da imagem da empresa perante os fornecedores e da distância de transporte do fornecedor à obra, consoante ao que dispõe Limmer (1996).

Segundo Mattos (2006), os custos diretos representam o custo orçado dos serviços levantados. Nesse sentido, a empresa pode obter as composições de custos em publicações especializadas, sendo que a mais completa e difundida no mercado é a TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos), da Editora PINI.

2.5.1.3 Determinação do preço

Sobre o custo direto, é necessário aplicar um fator que englobe o lucro, os custos indiretos e os impostos incidentes. Este fator de majoração é o BDI – Benefícios e Despesas Indiretas –, representado em percentual.

2.5.1.4 Análise do tempo de execução e das equipes de serviços

Segundo Limmer (1996), a mão de obra representa 40% do custo total da edificação, considerando-se, ainda, que o seu custo (CMO) pode ser estimado a partir do custo por

unidade de tempo (CUT), por sua produtividade (PMO) e pela quantidade de um determinado tipo de serviço (QS) a ser executado, ou seja, o que consta na Equação 1.

$$CMO = \frac{CUT \times QS}{PMO} \quad (1)$$

onde:

CMO = Custo da mão de obra

CUT = Custo por unidade de tempo

PMO = Produtividade da mão obra

QS = Tipo de serviço

A produtividade da mão de obra pode ser obtida por meio de revistas, de livros especializados ou de observações e registro direto da quantidade de mão-de-obra e do tempo gasto para a execução do serviço.

O custo por unidade de tempo é o salário por hora do operário, variando a partir do grau de especialização do mesmo, da situação do mercado e do acréscimo dos encargos sociais e trabalhistas detalhados em lei. O salário-hora pode ser determinado a partir do levantamento da região geográfica em que se localiza a obra (LIMMER, 1996).

Para o dimensionamento da mão de obra, pode ser utilizada a quantidade de homem-hora necessária para cada atividade. A partir do índice, é possível apontar o número de trabalhadores para um determinado tempo de serviço.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Este trabalho alcança os moldes de uma pesquisa quantitativa. Segundo Fonseca (2002), esse tipo de estudo se centra na objetividade, pelo que a pesquisa só pode ser compreendida a partir de dados brutos. Ainda, tem como finalidade fornecer dados para que seja possível a verificação da viabilidade econômica do sistema construtivo de concreto autoportante moldado *in loco* em comparação ao de alvenaria convencional.

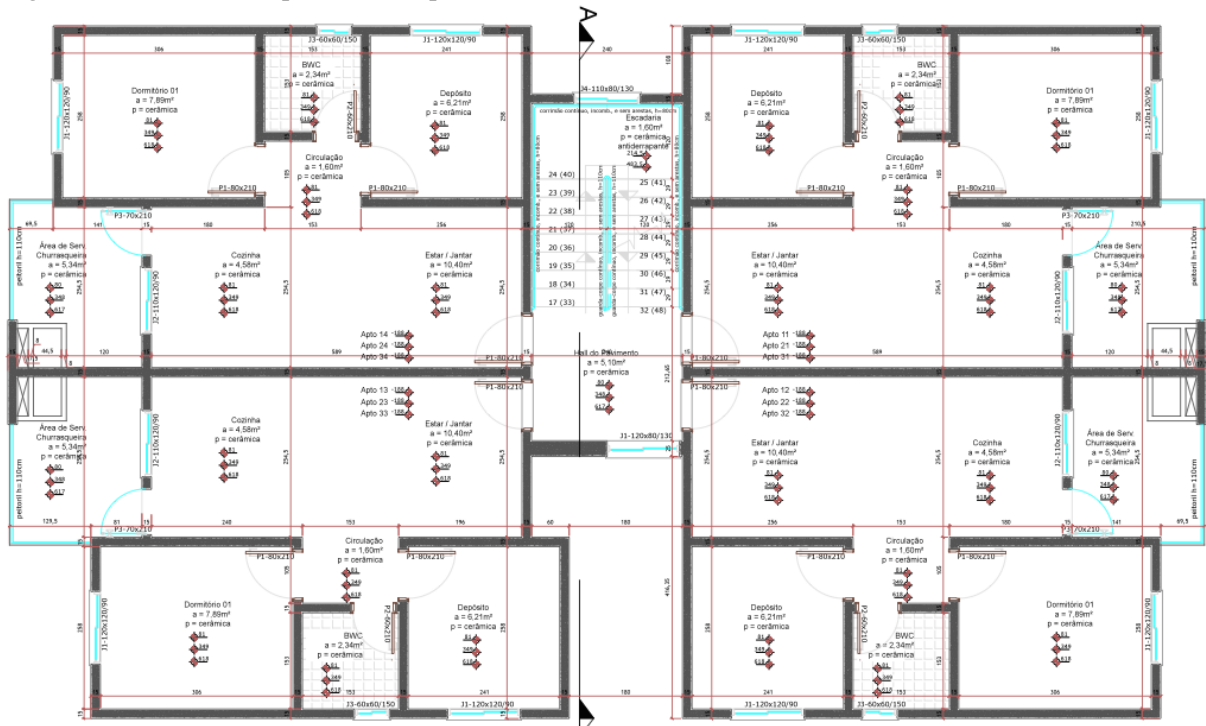
Esta pesquisa é de caráter comparativo, sistema de alvenaria convencional e estrutura autoportante, para executar um edifício de 5 pavimentos, composto, por 4 apartamentos por andar, localizado na cidade de Cascavel – PR.

3.1.2 Caracterização da amostra

O Edifício analisado está localizado na cidade de Cascavel – PR, constituído de uma área total de 1075,25 m², com 18 apartamentos, sendo dois no térreo e quatro no pavimento tipo. Possui um salão de festas no térreo e uma garagem por apartamento. Na Figura 17 está ilustrada a planta baixa do pavimento tipo.

Para o sistema de alvenaria convencional é considerada uma proposta de projeto estrutural (Apêndice A), sendo o critério de dimensionamento a experiência do engenheiro civil da construtora em que executa-se a obra e o mesmo projeto arquitetônico utilizado para o sistema de paredes de concreto. Assim foram analisadas as seguintes etapas para o método de concreto: marcação das paredes no piso, confecção das formas, montagem das formas e concretagem; já para o sistema de alvenaria convencional as etapas consideradas foram: levantamento da alvenaria e execução de pilares, vigas e lajes.

Figura 17: Planta baixa pavimento tipo.



Fonte: Construtora, 2016.

3.1.3 Coleta de dados

A coleta de dados necessários para a análise feitas nesta pesquisa se deu pelas seguintes etapas:

3.1.3.1 Levantamento bibliográfico

Este trabalho foi baseado em bibliografias que abordem os temas alvenaria convencional, concreto autoportante moldado *in loco* e orçamento na construção civil, utilizando-se, para isso, de livros, artigos científicos e dissertações, em meio aos quais se pretendeu obter informações sobre a técnica desses sistemas e sobre os custos de sua execução.

3.1.3.2 Levantamento De Quantitativos

Primeiro foi obtido, por meio do projeto arquitetônico cedido pela construtora (Anexo A) e de uma proposta de projeto estrutural para o sistema de alvenaria convencional

elaborado pelos autores (Apêndice A), a quantidade em metro quadrado de alvenaria convencional necessária para execução do edifício, assim como a quantidade de elementos estruturais para esse sistema.

Após serem feitos os quantitativos dos serviços, foi levantado o quantitativo dos insumos, através da composição feita pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices na Construção), julho/2016.

Já para o sistema construtivo de concreto autoportante moldado *in loco*, o levantamento de insumos foi realizado a partir de visitas à obra, registrando o quantitativo de insumos para a execução de um metro quadrado desse método.

Após gerar uma planilha com todas as etapas de execução e seus respectivos insumos, inseriu-se nela os valores dos mesmos. Esses valores foram retirados do SINAPI, julho/2016, sendo que insumos que não estavam cadastrados foram obtidos e fornecidos pelo departamento de compras da construtora.

3.1.3.3 Dimensionamento da mão de obra

No sistema de alvenaria convencional, foi elaborado, por meio das composições do custo unitário do SINAPI, julho/2016, e adequado ao quantitativo de serviços, assim como a equipe da construtora.

Para o método de concreto autoportante moldado *in loco*, foram retirados dados da mão de obra utilizada para cada etapa de serviço, os quais foram inseridos na planilha dos quantitativos de insumos. Os valores atribuídos à mão de obra, foram cedidos pela construtora, sem considerar os encargos sociais.

Para comparar os dois sistemas, foram coletados, também, dados relativos ao tempo de execução. Os resultados foram expostos em gráficos comparativos.

3.1.4 Análise dos dados

Após obter todos os dados necessários, foram elaboradas planilhas orçamentárias de custos de mão de obra e materiais para um edifício de cinco pavimentos.

Analisou-se, também, a viabilidade econômica do sistema de concreto autoportante moldado *in loco*, através de planilhas e de gráficos comparativos ao sistema de alvenaria convencional. Esse comparativo teve o intuito de expor dados concretos de custos dos dois métodos.

Os gráficos objetivaram, ainda, ilustrar um comparativo de tempo de execução e de custo da obra, ao passo que as tabelas detalharam a mão de obra e as etapas necessárias para a execução de cada método.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 Procedimentos de cada etapa da execução do sistema autoportante

4.1.1.1 Marcação do piso com ripas

Essa etapa é de extrema importância, por ser um gabarito das fôrmas onde foram concretadas as paredes. A partir da Figura 18, demonstra-se de que maneira, foi executada essa marcação, sendo que a mesma contém 140,2 metros de ripas por pavimento tipo e 701 metros para o edifício inteiro, as quais são fixadas ao contrapiso por meio de pregos.

Figura 18: Marcação do piso.



Fonte: Autor (2016)

4.1.1.2 Jogos De Fôrmas Para Paredes

Após serem feitos todos os gabaritos, iniciou-se a montagem das fôrmas. Para tanto, foi utilizado o mesmo jogo de um pavimento para todos os demais. Assim, fez-se a montagem de 757,10 m² de fôrmas.

Esse procedimento teve início a partir de um projeto de fôrmas, confeccionadas pelos carpinteiros no próprio canteiro de obra. Foi utilizada, nesse sentido, chapa de madeira compensada plastificado de 18 mm, ripas pinus refiladas e escoras de eucalipto, conforme Figura 19.

Figura 19: Montagem de fôrmas



Fonte: Autor (2016)

4.1.1.3 Montagem e travamento do conjunto

A montagem do conjunto se deu, primeiramente, pela parte externa da edificação, após as fôrmas estarem montadas e travadas, foi executada a armação, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 20: Montagem da armadura



Fonte: Autor (2016)

Na etapa de armação, é de extrema importância a utilização de espaçadores, para que se tenha o espaço necessário entre a armadura e a fôrma, de acordo com o que se pode observar na Figura 21.

Figura 21: Colocação dos espaçadores



Fonte: Autor (2016)

Para as instalações hidráulicas foram locadas ripas de 5x2,5 cm nos locais das prumadas e nos pontos de água fria. Já para instalações elétricas, foram locados conduítes conforme a Figura 22.

Figura 22: Execução das instalações



Fonte: Autor (2016)

Finalmente, foi realizado o travamento do conjunto, com o auxílio de perfis retangulares de 30x50 cm e de correntes para travamentos de cantos.

4.1.1.4 Concretagem

A concretagem se deu pelo uso de concreto usinado, F_{ck} 15 MPa, extremamente fluido. Para garantir que o concreto preencha todos dos espaços na fôrma das paredes, foi utilizado vibrador de imersão para adensamento.

A mão de obra utilizada para essa etapa, assim como para as anteriores (marcação do piso, jogo de formas para paredes e montagem e travamento do conjunto) , foi composta pela equipe da construtora, que são quatro oficiais e quatro serventes.

4.1.2 Comparativo De Custos

Para ser possível o comparativo de custos, foi elaborado uma sugestão de projeto estrutural (Apêndice A) para o método construtivo de alvenaria convencional. Assim por meio do projeto, foram levantados os quantitativos de cada insumo para as etapas: levantamento de alvenaria, execução de pilares, vigas e lajes.

Já para o sistema de concreto moldado *in loco*, os insumos foram levantados em visitas à obra para as etapas: marcação do piso, execução dos jogos de formas, montagem e travamento do conjunto e concretagem.

O valor da mão de obra com encargos foi retirado do SINAPI em Julho de 2016, para os dois métodos.

Foi realizado uma planilha orçamentária do custo por etapas para o sistema de concreto autoportante moldado *in loco*, conforme apresentado a seguir. Os valores dos insumos foram obtidos pelo SINAPI, conforme a Tabela 2.

Tabela 1: Custo dos insumos para concreto autoportante.

1.	Supraestrutura	Und	Qtd	Preço unitário (r\$)	Total (r\$)
1.1.	Marcação do piso com ripas refiladas de 1x3cm	m	1,00	2,26	0,96
1.1.1	Ripa de madeira não aparelhada 1 x 3* cm, macaranduba, angelim ou equivalente da região	m	2,00	0,85	1,70
1.1.2	Prego de aço polido com cabeça 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	0,01	7,51	0,08
1.1.3	Batedor para marcação*	pç	0,01	28,34	0,28
1.1.4	Martelo*	pç	0,01	19,90	0,20
1.1.5	Mão de obra 1 servente e 1 oficial	h	0,02	46,72	0,96
				material	mão de obra
1.2.	Jogo de formas paredes e lajes	m²	1,00	104,13	r\$ 20,37
1.2.1	Chapa de madeira compensada plastificada para forma de concreto, de 2,20 x 1,10 m, e = 18 mm.	m²	1,00	24,74	24,74
1.2.2	Ripas de pinus refiladas 2,5cm*	m³	0,02	550,00	8,66
1.2.3	Prego de aço polido com cabeça 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	0,04	7,51	0,30
1.2.4	Chapinha antiesmagamento*	pç	6,17	3,50	21,60
1.2.5	Arco de aperto*	pç	6,17	3,50	21,60
1.2.6	Barra roscada parafuso 8mm*	m	0,55	2,89	1,59
1.2.7	Porca garra 8mm*	pç	6,17	0,30	1,85
1.2.8	Cola de torque*	gr	5,00	0,19	0,95
1.2.9	Tubo retangular 30x50*	m	2,78	6,64	18,46
1.2.10	Madeira roliça sem tratamento, eucalipto ou equivalente da região, h = 3 m, d = 8 a 11 cm (para escoramento)	m	0,65	3,22	2,09
1.2.11	Correntes para travamento de cantos*	m	0,33	5,50	1,82
1.2.12	Esticadores para travamentos de cantos*	pç	0,03	16,00	0,48
1.2.13	Mão de obra 2 oficiais + 2 serventes.	h	0,44	46,72	20,37
				material	mão de obra

1.3.	Montagem e travamento do conjunto	m ²	1,00	21,35	12,73
1.3.1.	Prego 18x36 cabeça dupla*	kg	0,03	8,50	0,26
1.3.2.	Prego 15x21*	kg	0,01	7,51	0,08
1.3.3.	Prego de aço polido com cabeça 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	0,00	7,51	0,02
1.3.4.	Desmoldante*	l	0,08	5,83	0,47
1.3.5.	Espaçadores circulares diâmetro 10cm*	pç	3,00	2,00	6,00
1.3.6.	Espaçadores tipo cadeirinha 2cm*	pç	3,00	1,70	5,10
1.3.7.	Arame recozido 18 bwg, 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	0,01	7,70	0,08
1.3.8.	Tela reforçada para concreto 4,2mm - 2,45 x 6m - 15 x 15	m ²	0,92	8,93	8,22
1.3.9	Ferro 6,3mm (1/4") CA 50 2,940kg*	m	1,29	0,87	1,12
1.3.10	Mão de obra assentamento e travamento de painéis, montagem da laje. 2 oficiais + 2 serventes.	h	0,10	107,11	10,19
1.3.11	Eps quadrados 10x10x10 *	m ³	0,00	250,00	0,03
1.3.12	Mão de obra 4 oficiais + 4 serventes.	h	0,02	107,11	2,55
				material	mão de obra
1.4.	Concretagem de paredes e lajes concreto Fck 15 MPa.	m ³	1,00	340,60	36,86
1.4.1.	Concreto Fck 15 MPa.	m ³	1,00	310,00	310,00
1.4.2	Réguas 20x20 ch18. (reutilizável 20 vezes)*	m	0,08	308,00	25,85
1.4.3	Conjunto de suporte de réguas. Base + haste.*	pç	1,68	2,83	4,75
1.4.4	Mão de obra 4 oficiais + 4 servente.	h	0,34	107,11	36,86

* valores cedidos pela construtora.

Fonte: Autor (2016)

Como resultado dessa planilha, chegou-se ao custo total de material e de mão de obra do edifício, conforme a Tabela 03.

Tabela 2: Custo final dos serviços da estrutura autoportante.

Serviço	Qtd	Und	Material (R\$)	M.O (R\$)
Marcação do piso com ripas refiladas de 2,5cm	701,00	m	1.582,51	671,38
Jogo de formas paredes e lajes	757,08	m ²	5.685,67	15.419,06
Montagem e travamento do conjunto	3785,4	m ²	75.329,46	52.556,11
Concretagem de paredes e lajes concreto Fck 15mpa.	270,00	m ³	91.960,87	5.593,34
Total			174.558,51	74.239,91

Fonte: Autor (2016)

Com relação ao sistema de alvenaria convencional, foram retiradas referências das tabelas de composições do SINAPI em Julho de 2016, por meio de análises, a fim de que

fosse possível a divisão de mão de obra e de materiais, conforme o Apêndice A. Os resultados dessas análise estão demonstrados a seguir, na Tabela 04.

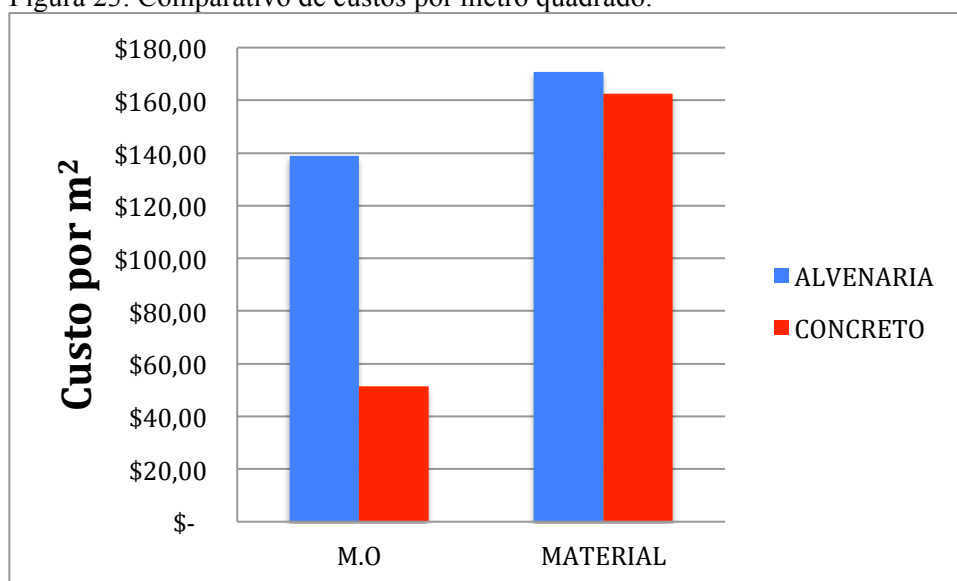
Tabela 3: Custo final de alvenaria convencional

Serviço	Qtd	Un d	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)	M.O (R\$)	Material (R\$)
Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14 x19cm	945	m ²	77,75	73.473,75	58.703,40	14.770,35
Concretagem, montagem e desmontagem de formas e armação de pilares, Fck = 25 MPa	47,73	m ³	1.506,40	71.909,46	34.765,87	37.143,59
Concretagem, montagem e desmontagem de formas e armação de vigas, Fck = 20 MPa, para lajes maciças	48	m ³	1.960,71	94.114,08	41.281,45	52.832,63
Concretagem de lajes, Fck=20 MPa, para lajes maciças	90,95	m ³	1.025,04	93.227,35	14.474,58	78.752,78
Total					149.225,29	183.499,35

Fonte: Autor (2016)

Com os custos estabelecidos para cada método, foi feito o comparativo em forma de gráficos do custo por metro quadrado e dos custos de mão de obra e de materiais. A Figura 23, mostra a comparação dos custos unitários para cada um dos sistemas.

Figura 23: Comparativo de custos por metro quadrado.



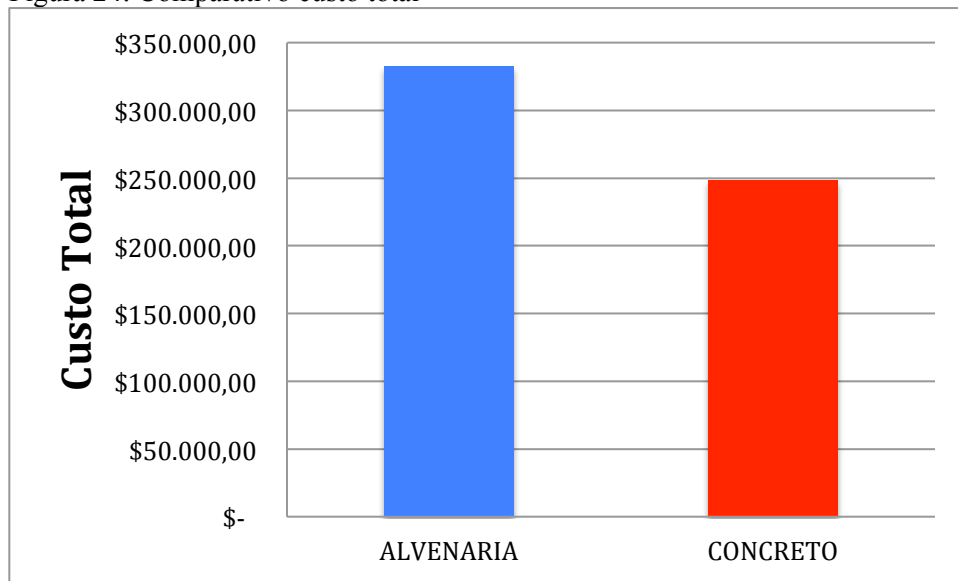
Fonte: Autor (2016)

Pode-se observar o custo elevado da mão de obra da alvenaria convencional em comparação ao concreto autoportante, sendo R\$ 138,91 o valor estimado por metro quadrado para a execução de alvenaria e R\$ 51,46 para a execução de um metro quadrado de concreto autoportante, sendo assim, a primeira escolha 270% mais cara do que a segunda de custo para a mão de obra. As equipes de trabalho consideradas foram as mesmas para os dois sistemas, constituídas por quatro oficiais e de quatro serventes, sendo que, para o método de alvenaria convencional, a equipe foi dividida em um oficial e um servente apenas para levantamento da alvenaria e o demais funcionários para a execução dos elementos estruturais.

No que se refere ao custo de materiais para a execução dos métodos, não houve muita variação, sendo que, para a execução de um metro quadrado de alvenaria convencional é necessário o investimento de R\$ 170,82 e, para o sistema de concreto autoportante, de R\$213,96.

O investimento total para a execução de um edifício de cinco pavimentos na cidade de Cascavel, levando em consideração apenas supraestrutura e a vedação, sem considerar a fundação, acabamentos nem instalações elétricas e hidráulicas, considerando a área total de 1.074,00m² é mostrado na Figura 24.

Figura 24: Comparativo custo total



Fonte: Autor (2016)

Para executar com alvenaria convencional é de R\$ 332.724,65 e, para executar em concreto autoportante, é de R\$ 248.798,42, sendo assim uma diferença de R\$83.926,23, o que significa 134% entre o primeiro valor e o segundo. Assim como foi demonstrado anteriormente, o custo do sistema de concreto autoportante moldado *in loco*, se torna muito mais viável em comparação ao de alvenaria convencional, tanto no que diz respeito ao custo de mão de obra quanto ao que se refere ao do material.

4.1.3 Produtividade

Na obra em estudo, a construtora executa o edifício inteiro de paredes de concreto em 55 dias úteis. Por já possuir mão de obra bem treinada, o tempo de execução foi extremamente curto em comparação ao demandado pelo outro método estudado. Para este cálculo, foi considerada uma equipe de quatro oficiais e quatro servente.

Para o cálculo do tempo de execução do sistema de alvenaria convencional, foi utilizada a composição fornecida pelo SINAPI, no mês de julho de 2016, conforme a Tabela 5. Foram, também, consideradas 9 (nove) horas de trabalho por dia, além de todo o tempo necessário para a vedação do edifício inteiro, considerando um pedreiro e um servente. O tempo para a execução dos elementos estruturais foi desconsiderado, por serem etapas executadas simultaneamente à etapa de levantamento de alvenaria.

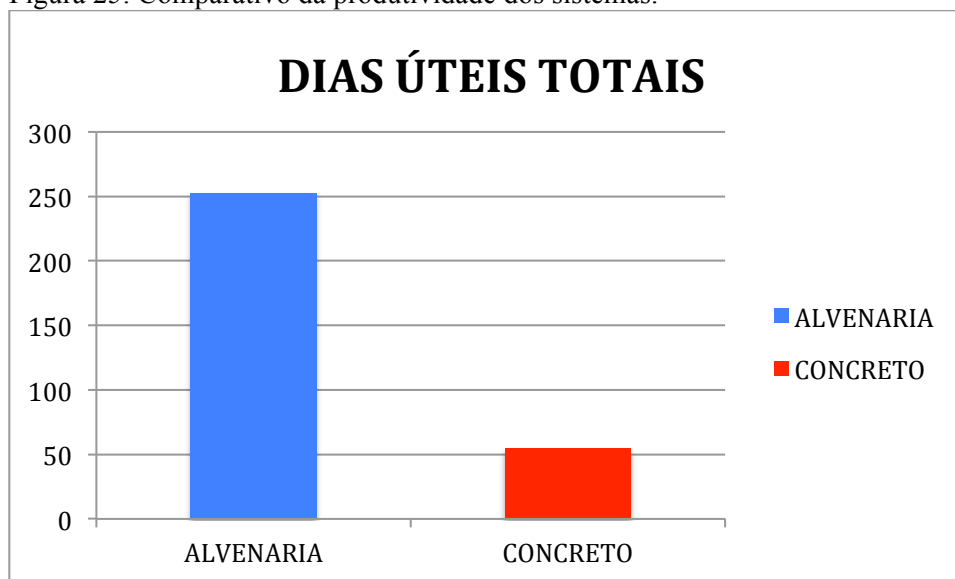
Tabela 4: Produtividade alvenaria convencional

ITEM	Unidade	Consumo unitário	Total
Pedreiro com encargos complementares	h	2,41	2277,45
Servente com encargos complementares	h	1,205	1138,725
		Total de horas	2.277,45
		Dias	253,05

Fonte: Autor (2016)

A Figura 25 mostra o comparativo do prazo de execução dos dois sistemas, com a mesma quantidade de funcionários na obra (4 oficiais e 4 serventes), sendo que, para a execução de elementos estruturais, no sistema de alvenaria convencional, adotou-se 3 oficiais e 3 serventes, que, como citado anteriormente, foram desconsiderados para a análise de prazo para a execução. Obteve-se então que o sistema de alvenaria convencional necessita de 253 dias para a sua execução, já para método de paredes de concreto, em apenas 55 dias trabalhados se faz possível a execução do edifício.

Figura 25: Comparativo da produtividade dos sistemas.



Fonte: Autor (2016)

Para ser possível a execução do sistema de alvenaria convencional no mesmo prazo do concreto autoportante, ou seja, em 55 dias, seria necessário uma equipe de 18 oficiais e 18 serventes. Não seria viável por elevar ainda mais o seu custo, assim como ser necessário uma equipe muito grande na obra, o que facilitaria acidentes e transtornos para a execução.

A maior vantagem do sistema de concreto autoportante é o seu tempo de execução, que garante uma diferença de 198 dias trabalhados, ou seja, 460% a menos em relação ao de alvenaria convencional.

Finalmente, pode-se concluir que o sistema de concreto autoportante moldado *in loco* é o mais vantajoso financeiramente, tanto no que se refere a materiais e a mão de obra quanto no que diz respeito ao tempo de execução, levando-se em consideração, a título de exemplificação prática nesta pesquisa, um edifício de cinco pavimentos localizado na cidade de Cascavel-PR.

Porém deve se atentar ao fato de que esse sistema depende de um treinamento específico de mão de obra, necessita de equipamentos de grande porte para a concretagem e deve ser bem executado pois tem facilidade com o surgimento de patologias, principalmente fissuras.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho de pesquisa elaborou uma análise de custos em meio à construção civil na cidade de Cascavel – PR, trazendo informações sobre o sistema construtivo de concreto autoportante moldado *in loco*. Assim verificou-se a importância de maiores conhecimentos sobre os métodos construtivos já existentes, eis que a possibilidade de economizar investimentos financeiros e de otimizar o tempo.

A escolha de novas tecnologias e de implementação de sistemas se torna essencial em grandes empreendimentos, tendo em vista que os custos e os prazos para entregas são elementos primordiais. Cabe ao engenheiro o conhecimento dos métodos construtivos disponíveis, para assim executar uma obra bem planejada com o maior lucro possível.

O método de concreto autoportante moldado *in loco* se torna mais viável para obras nesse padrão, pois diminui o custo de materiais e de mão de obra, e, além disso, tem como vantagem o menor número de funcionários na obra, reduzindo, desse modo, acidentes sem contar que a sua execução é mais rápida. Por conta desses fatores vem ganhando espaço no mercado. É importante salientar que não foram levados em consideração custos com a fundação, instalações hidráulicas e elétricas, acabamentos e cobertura.

Fazendo um comparativo para a obra em questão, com a utilização desse método foi possível diminuir o prazo de execução da obra em 4,6 vezes em comparação ao prazo de obras realizadas com alvenaria convencional. Além da produtividade notada, outro ponto que deve ser levado em consideração é o baixo desperdício de material, dispensando retrabalhos que ocorrem na alvenaria convencional, por ser tudo embutido e planejado. Isso possibilita que as construtoras racionalizem as suas obras e que entreguem seus imóveis em um menor prazo aos seus clientes.

As desvantagens desse sistema que se destacaram, foram a necessidade de mão de obra especializada – sendo que, muitas vezes, faz-se necessário treinamento aos funcionários e a maior supervisão na parte de execução.

Considera-se, nesse sentido, que o estudo realizado atingiu seus objetivos, os quais demonstram que o sistema construtivo de concreto autoportante moldado *in loco* é mais viável economicamente, hoje, na cidade de Cascavel-PR. Esse trabalho só foi possível pela disponibilidade do engenheiro e da construtora, que já executam esse método há mais de dois anos, fornecendo todos os dados necessários.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No intuito de que pesquisas relacionadas à temática abordada neste trabalho prosperem, sugere-se alguns temas para trabalhos futuros:

- Viabilidade técnica do sistema de concreto autoportante moldado *in loco* para edificações com mais de 6 pavimentos;
- Estudo das patologias existentes no sistema de concreto autoportante moldado *in loco*;
- Análise estrutural e de fundação para obras executadas em concreto autoportante moldado *in loco*;
- Comparativo de tipos de formas utilizadas no sistema construtivo de concreto autoportante moldado *in loco*;
- Comparativo de viabilidade econômica do sistemas de concreto autoportante moldado *in loco* com concreto autoportante pré-moldado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, Fernando Menezes de. **Contribuição ao estudo da aderência entre barras de aço e concretos auto adensáveis**. 2006. (Doutorado em Engenharia). USP: Universidade de São Paulo.

ALVES, C. de O.; PEIXOTO, E. J. dos S.; **Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural e paredes de concreto armado**. Trabalho de conclusão de curso, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia, Belém, PA, 2011

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

_____. NBR 14931: **Execução de estruturas de concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 16055: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 7212: **Execução de concreto dosado em central - procedimento**. Rio de Janeiro, 1984.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O Edifício Até sua Cobertura**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2009.

BARROS, C. **Edificações: Técnicas Construtivas**. Instituto Federal Sul-Rio Grandense, Pelotas – RS, 2009.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 422 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

CASTRO, C. X. **Gestão de resíduos na construção civil**. 53. f Monografia (Curso de

Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço). Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br>>. Acesso em: 04 abril 2016.

Centro de Estatística e Informações – CEI (2016). Disponível em <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em: 02 abril 2016.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Coletânea de ativos. Parede de concreto. 2011.

FARIA, R. **Paredes Maciças”** *Téchne*. v. 143, n. 17, pp 34-38, 2009.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2011.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: IPT, 2009

Parede de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT, 1988.

LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. **Construções de concreto – Princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**. Rio de Janeiro: Interciência, 1982.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio De Janeiro: LTC, 1996.

LORDSLEEM JÚNIOR, C. A. **Execução e inspeção em alvenaria racionalizada**. 3. Ed. São Paulo: O nome da rosa, 2000.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MISSURELI, H.; MASSUDA, C.; **Como construir Paredes de concreto**. In: Técnica. Edição 147, ano 17, p. 74-80, 2009.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira. 1997

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

SABBATINI, F. H.; FRANCO, L. S. **Tecnologia de produção de vedações verticais: notas de aula da disciplina PCC 5012**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldado in loco: avaliação do desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

SILVA, R. C.; GONÇALVES, M. O.; ALVARENGA, R. C. S. S. **Alvenaria Racionalizada**. São Paulo: Técnica. 112.ed., p. 76-80, jul. 2006.

SILVA, L. C. S.; FORTES A. S. **A utilização do drywall como método de redução de cargas e custos em estruturas de concreto armado**. Monografia - Graduação em Engenharia Civil. Salvador: Universidade Católica do Salvador, 2009.

TCPO: Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. 13. Ed. São Paulo: Pini, 2008.

Thomaz, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**. São Paulo: Pini, 2001.

VENTURINI, J. Casas com parede de concreto. **Revista Equipe de Obra**. São Paulo: Pini, n 37, jul. 2011.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 11 ed. São Paulo: Pini, 2010.