

## ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE CUSTO DA CONSTRUÇÃO EM PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL

### *ANALYSIS AND COMPARISON OF COST OF CONSTRUCTION IN CONCRETE WALL AND STRUCTURAL MASONRY*

LOPES, Alex Iury da Silva<sup>1</sup>

**Resumo:** A Engenharia Civil busca a cada dia métodos construtivos inovadores, visando praticidade e principalmente a redução dos custos. Os métodos construtivos apresentados neste artigo, alvenaria estrutural e paredes de concreto moldados in loco, não são necessariamente novos ou inovadores, mas pelo atual cenário do mercado da construção civil no Brasil, vêm sendo cada vez mais usados. Neste documento serão esclarecidas as diferenças de ambos os sistemas apresentados, assim como os materiais que essas técnicas utilizam, as vantagens e desvantagens da utilização de cada um deles. Serão demonstrados dados que comparam os valores de cada um dos modelos em um exemplo prático.

**Palavras-chave:** Engenharia Civil, Métodos construtivos, Alvenaria estrutural, Concreto, Construção civil.

**Abstract:** Civil Engineering seeks innovative construction methods every day, aiming at practicality and mainly the reduction of costs. The constructive methods presented in this article, structural masonry and molded concrete walls in loco, are not necessarily new or innovative, but by the current scenario of the civil construction market in Brazil, are being increasingly used. This document will clarify the differences of both systems presented, as well as the materials that these techniques use, the advantages and disadvantages of the use of each of them. Will be demonstrated data comparing the values of each of the models in a practical example.

**Keywords:** Civil Engineering, Constructive methods, Structural masonry, Concrete, Civil construction.

---

## **1. INTRODUÇÃO**

O planejamento de uma obra na construção civil é a primeira atividade realizada pelo engenheiro responsável. Através desta etapa, o profissional elabora planos para a direção da obra, assim como divide o trabalho em etapas, busca as licenças necessárias, verifica a viabilidade da construção, o preço, entre outros tópicos; tudo isso atrelado à visão que o cliente possui para o que ele almeja e o quanto ele está disposto a pagar.

Neste artigo os tópicos viabilidade e custo estarão em foco, visando mostrar com clareza e lucidez as principais questões em relação à alvenaria estrutural e ao processo construtivo de paredes de concreto, comparando os resultados obtidos.

A alvenaria estrutural é uma metodologia simples e comum na construção civil, e consiste de blocos ou tijolos unidos entre si por um material colante, em formato laminar, calculado para suportar as devidas cargas solicitadas (LORDSLEEM JÚNIOR et al., 1998).

A parede maciça de concreto moldada in loco pode ser definida como o elemento de vedação vertical de formato laminar, obtido por moldagem no seu local definitivo de utilização. Ela é caracterizada pela possibilidade de, ao ser solicitada, distribuir os esforços por toda a parede (LORDSLEEM JÚNIOR et al., 1998).

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Alvenaria Estrutural**

A alvenaria estrutural tem suas origens na Pré-História. É assim um dos mais antigos sistemas de construção da humanidade.

As primeiras alvenarias eram em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol e, por falta do conhecimento das características resistentes dos materiais e dos processos de cálculo, apresentavam grandes espessuras em suas obras mais imponentes, valendo por muitos séculos até a evolução que culminou no processo hoje utilizado (ROMAN et al., 1999).

A alvenaria estrutural é um sistema racionalizado que vem se perpetuando no mercado devido aos diversos benefícios que pode apresentar. Este sistema unifica etapas da obra, resultando em uma construção mais rápida, econômica, sem desperdícios e com alto padrão de qualidade (ROMAN et al., 1999).

O sistema construtivo em alvenaria estrutural parte de uma premissa básica que é transformar toda a alvenaria da edificação na estrutura portante da mesma (AMORIM, 2003).

No sistema em alvenaria estrutural as paredes cumprem a função de integrar a vedação e a estrutura. Ao cumprir esta dupla função, há uma redução significativa nas etapas e no tempo de execução da alvenaria estrutural, já que toda a estrutura convencional é eliminada (MANZIONE, 2007).

## **2.2 Materiais para a Alvenaria Estrutural**

O sistema construtivo alvenaria estrutural utiliza basicamente quatro componentes principais: blocos estruturais, argamassa de assentamento, graute e armadura. Além destes, também são utilizados frequentemente elementos pré-moldados, tais como vergas e contravergas, de modo a racionalizar o processo construtivo, facilitando o trabalho dos assentadores, diminuindo desperdícios e retrabalhos, e aumentando a produtividade dos mesmos (CAMACHO, 2006).

Os blocos estruturais são as unidades básicas da alvenaria estrutural, sendo responsáveis pelas características de resistência da estrutura. Os mais utilizados são os blocos de concreto, cerâmicos e sílico-calcários; essas unidades podem ser maciças ou vazadas (RAMALHO et al., 2003).

A escolha pelo tipo de bloco dependerá do local, dos recursos disponíveis e das características da edificação, determinando qual tipo de bloco será mais viável economicamente e se adaptará melhor ao projeto. A alvenaria estrutural, apesar de suas diferenças construtivas, devem apresentar as características básicas de resistência à compressão, absorção de água, durabilidade e estabilidade (ROMAN et al., 1999).

A argamassa de assentamento é o elemento responsável pela ligação das unidades de alvenaria em uma estrutura única, sendo composta geralmente por cimento, areia e cal (ROMAN et al., 1999).

O graute é um micro concreto de alta plasticidade, que tem por função principal aumentar a resistência à compressão da alvenaria estrutural por meio do aumento da seção transversal do bloco. Quando utilizado em associação com as armaduras, o graute também é responsável por combater os esforços de tração (MANZIONE, 2007).

As armaduras utilizadas no sistema em alvenaria estrutural são basicamente as mesmas utilizadas nas estruturas convencionais de concreto armado, com a diferença de que serão sempre envolvidas pelo graute, de modo a garantir o trabalho conjunto com o bloco estrutural (RAMALHO et al., 2003).

### **2.3 Parede de concreto moldada in loco**

A parede maciça moldada in loco pode ser definida como um sistema de vedação vertical de formato laminar, obtido por moldagem no seu local definitivo de utilização. Ela é caracterizada pela possibilidade de, ao ser solicitada, distribuir os esforços por toda a parede. Nesse sistema construtivo, a vedação e a estrutura são compostas por esse único elemento sendo que nele podem ser embutidas as instalações elétricas, hidráulicas e as esquadrias (OHACHI, 2002).

A parede de concreto moldada in loco é um sistema construtivo que já era praticado nas décadas de 70 e 80 em outros países, mas não tinha força aqui no Brasil. Com o crescimento populacional em alta e o governo liberando créditos para a população, empresas brasileiras começaram a investir em novos sistemas construtivos que proporcionassem lucro em menos tempo com obras de grande escala (OHACHI, 2002).

O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção que oferece produtividade, qualidade e economia de escala quando o desafio é a redução do déficit habitacional da região. O sistema possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco pavimentos padrão, edifícios de oito pavimentos padrão com esforços de compressão e até com mais de 30 pavimentos - considerados casos especiais e específicos (BORGES, 2011).

Esse sistema de paredes de concreto moldadas in loco visa construções mais rápidas, padronizadas e com menos perda de material, atendendo desde casas térreas até edifícios mais altos (BORGES, 2011). A norma que normatiza o dimensionamento e a execução do sistema está presente na NBR 16055:2012.

O sistema é recomendável para empreendimentos de alta repetitividade, como condomínios horizontais e verticais. Obras que exigem das construtoras, prazos de entrega rápidos, economia, racionalidade e otimização da mão de obra. O curto prazo de exigido atualmente para a entrega das obras é um problema para todas as construtoras envolvidas no ramo (SACHT, 2008).

Segundo MISSURELLI E MASSUDA (2009), o sistema em parede de concreto é um atrativo aos empreendedores, pois o cronograma físico-financeiro consegue ser cumprido devido a sistematização do processo.

## 2.4 Materiais para as paredes de concreto

No sistema construtivo em parede de concreto são utilizados basicamente três materiais na estrutura da edificação: o concreto, as fôrmas e o aço (MISSURELLI E MASSUDA, 2009).

Os tipos de concretos que são mais indicados para essa obra, são os celulares, com agregados leves, convencional e o auto adensável (MISSURELLI E MASSUDA, 2009).

As fôrmas são estruturas provisórias que possuem o objetivo de moldar o concreto fresco, conformando-o assim nas paredes estruturais. A resistência a pressões de lançamento de concreto até a sua solidificação é fator decisivo. Para isso, a escolha correta do sistema de fôrmas é fator primordial. Para esta tarefa, existem alguns tipos de forma que são recomendadas, são elas: Metálica (de aço ou alumínio), plásticas e as metálicas com chapas de madeira compensada (MISSURELLI E MASSUDA, 2009).

A armadura do sistema construtivo parede de concreto é composta por tela soldada posicionada no eixo vertical da parede e reforços de telas ou barras de armadura convencional nos vãos de portas e janelas. As armaduras devem atender a alguns requisitos, são estes: Resistir a esforços de flexo-torção; controlar a retração do concreto; estruturar e fixar as instalações (MISSURELLI E MASSUDA, 2009).

## 3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

No que tange as vantagens dos processos, é perceptível a qualidade e viabilidade de cada um deles. No entanto, são necessárias algumas atenções especiais para a execução do sistema a fim de garantir segurança, economia e praticidade.

Na Tabela 1 é possível analisar alguns motivos para que a opção da alvenaria estrutural seja interessante.

Tabela 1: Tabela descritiva de vantagens da Alvenaria Estrutural.

Vantagem	Descrição
Economia de Formas	Já que as formas se restringem apenas para as lajes.
Redução de Revestimentos	Já que são utilizados blocos de qualidade e sua execução é controlada, ocorre significativa redução dos revestimentos.
Redução de Desperdícios	Paredes possuem função estrutural, logo não podem ser abertas para passagem de instalações

	hidráulicas ou elétricas, ocorrendo, assim, uma diminuição significativa dos desperdícios.
Redução de Serviços Especializados	Tornam-se desnecessários profissionais como armadores e carpinteiros.
Flexibilidade no ritmo de execução da obra	Caso sejam utilizadas lajes pré-moldadas, a sequência de execução da obra torna-se desvinculada ao tempo de cura do concreto, diferentemente do que ocorre nas paredes de concreto.

FONTE: AMORIM (2010)

Entretanto, por ser um método de construção simples, existem algumas limitações que restringem e podem vir a inviabilizar esse método construtivo, estando os mais comuns deles apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela descritiva de desvantagens da Alvenaria Estrutural.

<b>Desvantagem</b>	<b>Descrição</b>
Impossibilidade de adaptação arquitetônica para novo uso da edificação	As paredes não podem ser quebradas, já que elas são as estruturas da edificação.
Restrição Arquitetônica	Por sua limitação de construção, não sobra muita margem para criatividade de diferentes formatos arquitetônicos.
Necessidade de mão de obra qualificada	Requer um treinamento prévio da equipe contratada para o serviço, para a garantia de uso correto das técnicas e materiais.

FONTE: AMORIM (2010)

As paredes maciças de concreto moldadas in loco, também possuem características próprias que atuam em seu favor, no momento do planejamento e escolha do método construtivo a ser adotado, podendo ser vistas na tabela 3:

Tabela 3: Tabela descritiva de vantagens das paredes maciças de concreto

<b>Vantagem</b>	<b>Descrição</b>
Mão de obra	Já que o jogo de fôrma pode ser montado por uma equipe de apenas 20 trabalhadores.
Acabamentos	Por ser um processo monitorado, não é sujeito a improvisações. as paredes não necessitam de revestimento de argamassa, devido ao excelente padrão dos sistemas de fôrmas e do tipo de concreto

	empregado, assim como todas as instalações elétricas e hidráulicas podem ser embutidas nas paredes.
Eliminação das patologias na alvenaria	Como o processo é monitorado e requer um concreto de uma dosagem específica, não é comum o aparecimento de patologias na alvenaria.
Espaço das unidades	A espessura das paredes de concreto é menor em relação à alvenaria convencional, portanto o sistema permite obter ganho de área útil.
Segurança	Por ser racionalizado, o sistema conta com equipamentos que privilegiam a segurança dos operários.
Evita desperdícios	Pelo fato das instalações já estarem embutidas na parede não são necessários cortes na alvenaria para a passagem das mesmas. Assim como evita a quantidade de entulhos já que as formas são geralmente metálicas, e não em madeira como nos métodos convencionais.
Velocidade na execução	Visto que em condições normais de disponibilidade de recursos é possível concluir uma torre de 16 unidades habitacionais em 63 dias, enquanto que na alvenaria estrutural o prazo para a conclusão de uma torre de 32 unidades habitacionais é de 180 dias.
Redução no prazo de entrega da obra	Essa é a principal vantagem do sistema e fator decisivo para sua adoção, visto que o prazo de entrega da obra é substancialmente reduzido quando comparado com outros sistemas.

FONTE: AMORIM (2010)

No entanto, existem alguns fatores que causam desconforto na adoção deste processo construtivo, estando estes citados na Tabela 4.

Tabela 4: Tabela descritiva de desvantagens das paredes maciças de concreto.

<b>Desvantagem</b>	<b>Descrição</b>
Mão de obra	Precisa ser qualificada já que é necessário um treinamento para montar o jogo de fôrmas; no entanto o custo deste treinamento não é alto, sendo disponibilizado pelas próprias empresas fornecedoras das fôrmas.
Impossibilidade de alterações no projeto arquitetônico	Como nesse sistema as paredes possuem função estrutural não é possível realizar mudanças no projeto arquitetônico, visto que isso causaria danos à estrutura.
Alto custo inicial de investimento	Como para a execução do sistema é necessário o aluguel ou aquisição das fôrmas, este processo pode ser bastante oneroso aos construtores. Essa é a principal característica que leva a não adoção desse sistema. Por esse fator, essa solução construtiva só se apresenta viável economicamente nos casos onde a obra seja um

processo industrializado, como por exemplo, na construção de diversas unidades habitacionais.

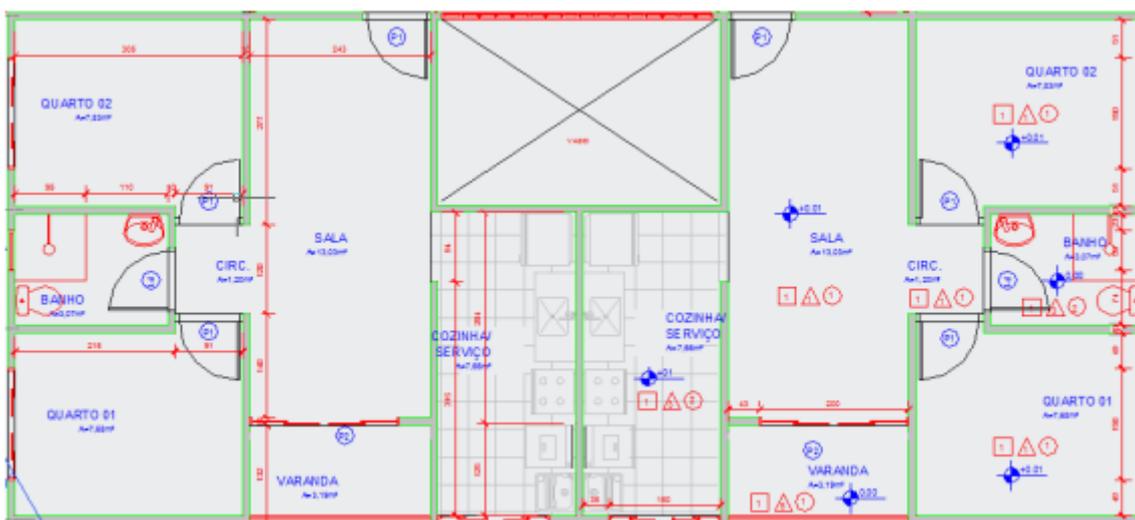
FONTE: AMORIM (2010)

#### 4. RESULTADOS COMPARATIVOS

Utilizando como base um condomínio residencial executado em Goiás no ano de 2014; foram executadas duas unidades residenciais familiares de dimensões idênticas, como ambos os processos construtivos; na Figura 1 é possível ver a planta baixa de duas dessas unidades. Uma foi executada utilizando o método de alvenaria estrutural, enquanto em outra se adotou o método de paredes de concreto moldadas in loco. Com base nos resultados de custo de cada uma é possível destacar as diferenças de forma mais nítida.

Os valores referenciados na Tabela 5 são resultado da execução de apenas uma unidade residencial.

Figura 1 – Projeto arquitetônico de duas unidades habitacionais adjacentes



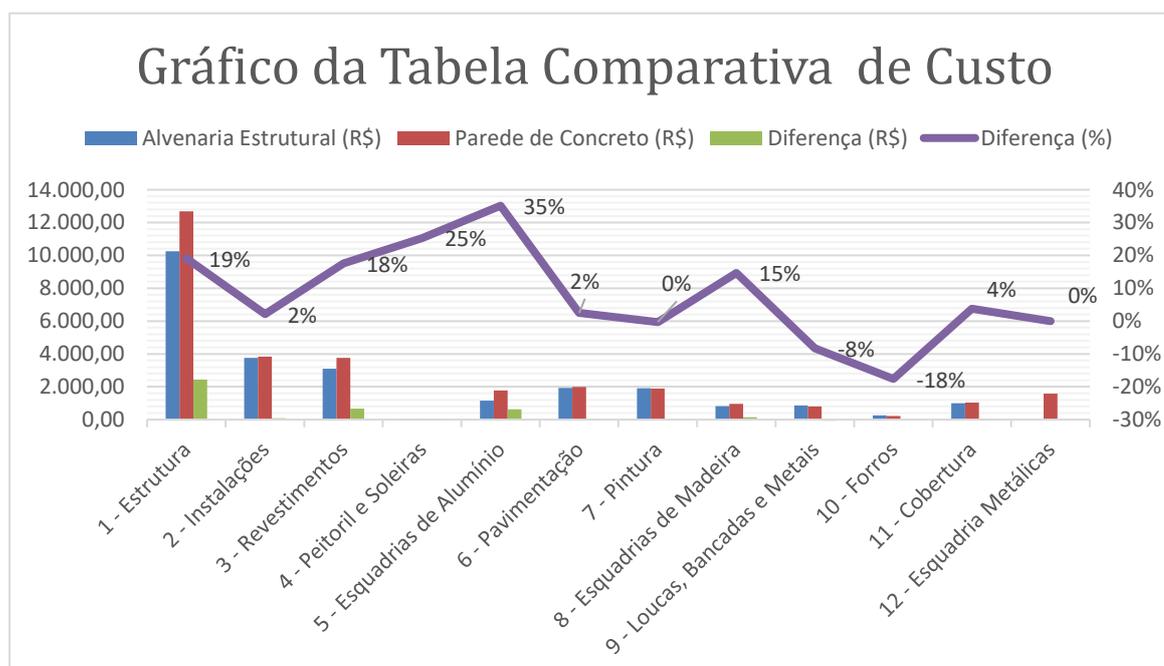
FONTE: BATISTA (2012).

Tabela 5 – Tabela comparativa de custo de execução da obra de ambos os métodos em uma unidade residencial de mesma área

Item	Alvenaria Estrutural (R\$)	Parede de Concreto (R\$)	Diferença (R\$)	Diferença (%)
1 - Estrutura	10.251,20	12.679,67	2.428,47	19%
2 - Instalações	3.754,96	3.836,38	81,42	2%
3 - Revestimentos	3.090,13	3.749,89	659,76	18%
4 - Peitoril e Soleiras	34,02	45,50	11,48	25%
5 - Esquadrias de Alumínio	1.148,12	1.769,71	621,59	35%
6 - Pavimentação	1.937,75	1.986,92	49,17	2%
7 - Pintura	1.904,11	1.898,42	-5,69	0%
8 - Esquadrias de Madeira	819,25	960,00	140,75	15%
9 - Loucas, Bancadas e Metais	868,64	802,10	-66,54	-8%
10 - Forros	268,15	228,00	-40,15	-18%
11 - Cobertura	997,27	1.036,25	38,98	4%
12 - Esquadria Metálicas	-	1.575,00	-	-
<b>Total</b>	<b>25.073,60</b>	<b>30.567,84</b>	<b>5.494,24</b>	<b>18%</b>

FONTE: ADAPTADO DE (SOUSA et al., 2014).

Figura 2 – Gráfico comparativo de custo de execução da obra de ambos os métodos em uma unidade residencial de mesma área



FONTE: Autor

Essa tabela consiste na apresentação dos valores gastos por cada item do sistema construtivo, assim como as diferenças entre eles.

Baseando-se na tabela nota-se que a diferença mais significativa no custo é resultado do valor do item estrutura, uma diferença de R\$ 2.428,47 que é resultado do alto valor gasto com a aquisição das fôrmas. Entretanto essa diferença pode ser recuperada e até mesmo recompensada pela capacidade de reutilização das fôrmas, que segundo alguns fabricantes podem ser de mil vezes, em corretos cenários de utilização e manutenção. Portanto deve ser considerada a capacidade de reutilização das fôrmas antes da escolha final, visto que esse item pode inviabilizar a obra por esse método (SOUSA et al., 2014).

Outro item que faz com que o sistema construtivo por paredes de concreto seja um pouco mais caro é a utilização de esquadrias metálicas, já que estas não foram utilizadas na habitação executada com alvenaria estrutural.

## 5. CONCLUSÃO

Após a centralização de todos os tópicos é possível notar que ambos os sistemas são alternativas viáveis para a construção civil. A alvenaria estrutural apresenta melhores resultados principalmente para edificações de pequeno porte devido a suas limitações construtivas e as paredes maciças de concreto moldadas in loco principalmente e majoritariamente para conjuntos de edificações em grande quantidade devido ao valor de aquisição das formas metálicas.

É possível notar, também, que o custo para execução de uma obra utilizando a alvenaria estrutural é menor que o outro, no entanto essa diferença é bastante diminuída pela quantidade de construções utilizando as paredes de concreto, sem mencionar que a segurança, o ganho de área útil, a isenção de patologias, a velocidade de execução e um melhor acabamento contam pontos a favor do sistema de paredes de concreto.

Vale mencionar que o engenheiro, ou grupo de engenheiros, antes de iniciar a obra deve utilizar todos os métodos orçamentários e de experiência adquirida para decidir pelo sistema construtivo que será mais eficiente para a ocasião.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGEHAB – Agência Goiana de Habitação. **Promoção habitacional**. Documento cedido pela Gerente de Apoio à Gestão e Cooperação Técnica no dia 27 de outubro de 2009.

AMORIM, L. F. **Estudo do processo de planejamento da execução no sistema de alvenaria estrutural em obras de múltiplos pavimentos**. Trabalho de Diplomação. Departamento de Engenharia Civil. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

BATISTA, C. C. **Relatório final: Acompanhamento da execução do residencial Parque Gran Rio - MRV Engenharia**. Estágio supervisionado. Departamento de Engenharia. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2012.

BORGES, F. M. **Sistema Construtivo de Habitação com Parede de Concreto**. Projeto Final, Publicação n° 137-2011, Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 98p. 2011.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **Programa Minha Casa Minha Vida - Recursos FAR**. Brasília, 2014.

CAMACHO, J. D. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Ilha Solteira - São Paulo, 2006.

LORDSLEEM JUNIOR, A. C. (1998 b) **O processo de produção das paredes maciças**. In SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS VEDAÇÕES VERTICAIS – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC, São Paulo, 1998,.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. 2ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2007.

OHASHI, E. A. M. **Sistema de informação para coordenação de projetos de alvenaria estrutural**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Editora PINI, 1ª ed. 3ª tiragem. São Paulo, 2003.

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Editora da UFSC. Florianópolis, 1999.

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

SOUSA, J. V. L. de; ÁVILA, R. A. G. de. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural” – estudo de caso**. UFG. Goiânia, GO, 2014

TÉCHNE – **Como Construir Paredes de Concreto** – Hugo Missurelli e Clovis Massuda – São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.