



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

**George Luiz Martins Dias Filho**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
COM UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

**Palmas - TO**

**2016**



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

**George Luiz Martins Dias Filho**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
COM UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Prof. M.Sc. Joaquim José de Carvalho.

**Palmas - TO**

**2016**



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.152, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

**George Luiz Martins Dias Filho**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA OBRA RESIDENCIAL  
COM UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

Monografia apresentada com requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Prof. M.Sc. Joaquim José de Carvalho.

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. M.Sc Joaquim José de Carvalho  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. Esp. Denis Cardoso Parente  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc Murilo de Pádua Marcolini  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO  
2016

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve comigo e me apoiou nesta jornada e a todos os amigos que direta e indiretamente contribuíram para essa conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me abençoado em toda essa jornada.

A minha família, meu pai George Luiz Martins Dias, minha mãe Vera Lúcia Galdino Costa, meus irmãos Gabriella Costa Dias e Guilherme Costa Dias, que por mais que estiveram longe durante todo esse período, sempre procuraram estar presente da maneira mais simples que fosse.

A minha tia Maria das Graças, que me acompanhou desde o início e que serei eternamente grato por tudo que fez por mim.

Aos meus amigos e colegas de curso, que me deram força e me ajudaram sempre que precisei.

Ao meu orientador Prof. M.Sc Joaquim José de Carvalho pelo apoio e auxílio durante todo este trabalho.

## RESUMO

A Alvenaria Estrutural é um sistema construtivo, que visa dar maior agilidade, facilidade, simplicidade, comodidade e sustentabilidade, proporcionando uma construção mais limpa e com ganho significativo da mão de obra, já que existe todo um processo de controle e planejamento durante o processo construtivo. Este estudo teve por objetivo analisar a viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Alvenaria Estrutural, considerando uma projeção, sua aplicabilidade em uma obra residencial, em relação ao sistema convencional. Para tanto, teve como objetivos específicos verificar a relação custo/benefício do empreendimento; analisar a viabilidade econômica e as vantagens do sistema construtivo alvenaria estrutural, em uma obra residencial; bem como fazer um estudo comparativo, por meio de tabelas e gráficos, dos custos por etapas de realização da obra residencial no sistema construtivo alvenaria estrutural, em relação ao sistema construtivo convencional. A metodologia desenvolvida para este estudo teve uma abordagem qualitativa e quantitativa, visando identificar as características do processo executivo da edificação e ainda a viabilidade econômica do sistema Alvenaria Estrutural em relação ao sistema convencional, bem como analisar os benefícios sociais que este tipo de sistema construtivo pode trazer para a questão social do déficit habitacional brasileiro. Os resultados do estudo indicaram que o sistema Alvenaria Estrutural é uma alternativa bastante satisfatória, já que financeiramente obteve um custo menor em relação ao sistema convencional, tendo em vista a sua viabilidade econômica nos quesitos de redução de desperdício de material e principalmente na racionalização.

**Palavras-chaves:** Sistema Construtivo. Alvenaria Estrutural.

## **ABSTRACT**

The Structural masonry is a construction system, which aims to give greater flexibility, ease, simplicity, convenience and sustainability, providing a cleaner construction and significant gain of labor, since there is a whole process of planning and control during the construction process . This study aimed to analyze the economic feasibility of the use of constructive masonry structural system considering a projection, its applicability in a residential work, compared to the conventional system. Therefore, we had the following specific objectives to verify the cost / benefit of the enterprise; analyze the economic feasibility and benefits of structural masonry constructive system, in a residential work; and make a comparative study, through tables and graphs, the costs in stages of realization of residential work in constructive structural masonry system, compared to conventional building system. The methodology developed for this study was a qualitative and quantitative approach to identifying the characteristics of the executive process of the building and also the economic viability of structural masonry system in relation to the conventional system, and analyze the social benefits that this type of construction system can bring to the social issue of the Brazilian housing deficit. The study results indicated that the structural masonry system is a very satisfactory alternative, since financially obtained a lower cost compared to the conventional system, with a view to their economic feasibility in waste reduction and material questions mainly on rationalization.

**Keywords:** Constructive System. Structural masonry.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Planilha orçamentária do sistema alvenaria estrutural. ....	50
Tabela 2 – Planilha orçamentária do sistema alvenaria convencional. ....	52
Tabela 3 – Comparação global dos custos. ....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise do sistema construtivo convencional.....	20
Figura 2 - Projeto modulado em um retículo espacial de referência. ....	24
Figura 3 - Família de blocos estruturais. ....	26
Figura 4 - Argamassa de Assentamento. ....	27
Figura 5 - Graute em blocos estruturais de concreto. ....	28
Figura 6 - Armaduras verticais e horizontais. ....	29
Figura 7 - Marcação da 1ª fiada de alvenaria.....	29
Figura 8 - Levantamento da alvenaria.....	30
Figura 9 - Marcação dos pontos da ferragem vertical. ....	31
Figura 10 - Grauteamento da canaleta.....	31
Figura 11 - Instalações Hidro sanitárias.....	32
Figura 12 - Instalações Elétricas. ....	32
Figura 13 - Planta baixa. ....	37
Figura 14 - Planta de cobertura.....	38
Figura 15 - Fachada.....	39
Figura 16 - Planta baixa da modulação 1ª fiada.....	40
Figura 17 - Planta baixa da modulação 2ª fiada.....	41
Figura 18 - Detalhamento viga baldrame – Alvenaria Estrutural. ....	42
Figura 19 – Paginações. ....	43
Figura 20 – Comparação global dos custos – Alvenaria Estrutural e Alvenaria Convencional.....	54
Figura 21 – Custo percentual por etapa – alvenaria estrutural.....	55
Figura 22 – Custo percentual por etapa – alvenaria convencional.....	56

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Objetivos .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
1.2 Justificativa .....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1 Conceito e Historicidade da Alvenaria Estrutural.....	15
2.2 Sistemas Construtivos .....	17
2.2.1 Sistema Convencional.....	18
2.2.1.1 Características Gerais .....	18
2.2.1.2 Método Construtivo.....	18
2.2.2 Sistema Alvenaria Estrutural .....	21
2.2.2.1 Características Gerais .....	21
2.2.2.2 Modulação .....	23
2.2.2.3 Paginação.....	24
2.2.2.4 Racionalização .....	25
2.2.3 Materiais e Componentes da Alvenaria Estrutural .....	25
2.2.3.1 Componentes .....	25
2.2.3.2 Blocos.....	26
2.2.3.3 Argamassa.....	27
2.2.3.4 Graute.....	27
2.2.3.5 Armadura.....	28
2.2.4 Execução da Alvenaria Estrutura .....	29
2.2.4.1 Marcação da 1ª fiada .....	29
2.2.4.2 Levantamento da Alvenaria .....	30
2.2.4.3 Ferragem e Grauteamento .....	30

2.2.4.4 Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Elétricas .....	31
2.2.5 Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Estrutural .....	33
2.3 Viabilidade Econômica.....	33
2.3.1 Projeção de Receitas .....	34
2.3.2 Projeção de Custos .....	34
2.3.3 Análise de Indicadores .....	35
2.3.3.1 Valor Presente Líquido (VLP) .....	35
2.3.3.2 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	35
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Estudo de Caso .....	36
3.2 Procedimentos .....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	45
4.1 Análise da viabilidade econômica e vantagens do método construtivo Alvenaria Estrutural .....	45
4.2 Relação Custo/Benefício do Empreendimento .....	52
4.2.1 Custos da Obra .....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	57
REFERÊNCIAS .....	58

# 1 INTRODUÇÃO

No cenário atual de retomada de crescimento na construção civil e a procura incessante pela redução de custos, têm incentivado as construtoras a aprenderem inovações tecnológicas. Tais estudos resultaram na colocação e racionalização de diferentes sistemas construtivos.

Segundo Keelling (2002), o estudo de viabilidade de projetos é um dos passos mais importantes para o seu sucesso. Apesar disto, muitas vezes é uma etapa negligenciada ou conduzida de forma inadequada.

Ao analisar a viabilidade de um investimento, devem-se considerar 3 (três) aspectos: (1) critérios econômicos: rentabilidade; (2) critérios financeiros: disponibilidade de recursos; e (3) critérios imponderáveis: fatores que não podem ser mensurados em dinheiro (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 1994).

Vê-se, assim, que a análise dos aspectos econômicos e financeiros pode não ser o bastante para a tomada de decisão, devendo a empresa considerar fatores como a sua política ou estratégia, que não são conversíveis em dinheiro (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 1994).

A alvenaria estrutural é utilizada desde a antiguidade, mas atualmente alcança maior racionalização, onde os projetistas compatibilizam os demais subsistemas: instalações, caixilharia, estrutura, vedações, tornando sua produção altamente industrializada, permitindo ainda a redução da utilização de fôrmas, armaduras e produção excessiva de entulhos.

Uma obra de alvenaria bem projetada destaca-se pela total ausência de “rasgos” nas paredes para as instalações elétricas e hidráulicas e também pela diminuição de retrabalhos.

No presente trabalho de pesquisa buscou-se abordar a viabilidade econômica do sistema em alvenaria estrutural, que tem demandado o crescimento sistemático de novas tecnologias na construção civil.

Em razão do exposto, foram elaborados os seguintes objetivos de estudo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O presente estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de uma obra residencial, com utilização do processo construtivo, alvenaria estrutural, em relação ao método convencional expor as vantagens e desvantagens para a realização das mesmas.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Verificar a relação custo/benefício do empreendimento;
- ✓ Analisar a viabilidade econômica e as vantagens do sistema construtivo alvenaria estrutural, em uma obra residencial;
- ✓ Fazer um estudo comparativo, por meio de tabelas e gráficos, dos custos por etapas de realização da obra residencial no sistema construtivo alvenaria estrutural, em relação ao sistema construtivo convencional.

## 1.2 Justificativa

A cultura brasileira baseia-se na construção em alvenaria tradicional, utilizada pela maioria da população. A principal influenciada direta é a grande quantidade de madeira para queima de tijolos e uma indústria de cimento forte. Mas existem outros sistemas construtivos que serão melhor abordados no decorrer deste trabalho.

Cada um destes sistemas construtivos tem seus pontos fortes e fracos, devendo o proprietário, arquiteto ou engenheiro, avaliar qual atenderá a todos requisitos, tanto visuais, estruturais e econômicos de acordo com a localidade da construção da edificação.

Alvenaria Estrutural é o um dos processos construtivos mais antigos que se tem conhecimento que desde a antiguidade vem sendo utilizada. Ao longo dos anos, este processo foi se aperfeiçoando e sendo inserido no mercado construtivo.

Por ter técnicas de execução simplificadas que proporcionam maior rapidez à construção, é importante salientar que a utilização de blocos com diferentes resistências é apenas uma entre várias formas de economizar com a alvenaria estrutural. Os maiores ganhos do sistema estão relacionados com a racionalização oferecida ao construtor, como por exemplo, a redução no número da mão de obra ocupada por, o carpinteiro e o armador.

Este trabalho foi realizado com o intuito de obter um maior conhecimento sobre a alvenaria estrutural, tipo de construção que está retomando seu espaço no setor da construção civil. E procurou ressaltar a importância da análise de investimentos e a sua aplicação a incorporações imobiliárias a preço de custo. Para tanto, foi conduzido um estudo de caso de um empreendimento residencial.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Conceito e Historicidade da Alvenaria Estrutural

A alvenaria é o resultado de uma composição básica, em obra, de tijolos ou blocos unidos entre si por argamassa, constituindo uma estrutura com resistência e estabilidade. Mais especificamente, a alvenaria estrutural é toda a estrutura em alvenaria, predominantemente laminar, dimensionada por procedimentos racionais de cálculo para suportar cargas além do seu peso próprio.

- A alvenaria estrutural condicionada à função das suas armaduras pode se dividir em:
- Alvenaria Estrutural Armada: aquela que possui armaduras colocadas em alguns vazados dos blocos entre tijolos, devidamente envolvidos por graute, para absorver os esforços calculados, além das armaduras construtivas e de amarração;
- Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada: quando parte da estrutura tem paredes com armaduras passivas para resistir os esforços calculados, além das armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, sendo as paredes restantes consideradas não armadas;
- Alvenaria Estrutural Protendida: aquela na qual a armadura é pós-tensionada, sendo, portanto ativa.

O sistema construtivo alvenaria estrutural é um método tradicional, tendo sua origem na Pré-História, com isso se torna um dos mais antigos métodos de construção da humanidade. As primeiras alvenarias em pedras exibiam uma grande espessura em suas obras mais imponentes e eram erguidas segundo regras puramente empíricas e intuitivas, baseadas nos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo. A produção de tijolos em argila passou a ser trabalhada a partir do ano 4.000 a.C..

A alvenaria estrutural começou a se desenvolver inicialmente a partir do simples empilhamento de unidades, blocos ou tijolos. A execução de vãos necessitava se de peças auxiliares, como pedra ou vigas de madeira.

No decorrer do tempo, uma alternativa foi descoberta para a execução dos vãos, os arcos. Estes foram obtidos através do arranjo entre as unidades. Assim

grandes obras de beleza e pontes, foram executadas obtendo maior qualidade à alvenaria estrutural.

Ao longo do tempo obras importantes foram executadas em alvenaria estrutural, como a construção do Parthenon, na Grécia, entre 480 a.C. e 323 a.C. e a construção da Muralha da China, durante o período de 1368 a 1644.

A alvenaria predominou como material estrutural até o final do século XIX, mas por falta de pesquisas e estudos na área, não se tinha conhecimento de métodos de racionalização. De forma empírica eram feitas as teorias de cálculos, com isso não se podia ter muita garantia da segurança da estrutura, impondo um super-dimensionamento das mesmas.

As construções em alvenaria de pedra ou tijolo cerâmico queimado, assentados com barro, betume e mais tarde com argamassas de cal, pozolana e finalmente cimento Portland, predominaram até o início do século XXI.

Na Suíça por volta de 1950, começaram a surgir normas que pudessem calcular a resistência das alvenarias e a espessura necessária das paredes, em bases de cálculo mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente na Suíça

Os anos 60 e 70 foram marcados por intensas pesquisas experimentais e aperfeiçoamento de modelos matemáticos de cálculo, objetivando projetos resistentes não só a cargas estáticas e dinâmicas de vento e sismo, mas também a ações de caráter excepcional, como explosões, retiradas de paredes estruturais.

Nos Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha e muitos outros países, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle, similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, constituindo se num econômico e competitivo sistema racionalizado, versátil e de fácil industrialização, face as reduzidas dimensões do bloco.

Em 1966 os primeiros prédios em alvenaria estrutural no Brasil foram construídos, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”, com 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto. Em 1972 foram construídos quatro edifícios de 12 pavimentos no mesmo conjunto.

Entre 1964 e 1966, estima se que tenha sido executado no Brasil mais de 2 milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural.

A alvenaria não armada foi inaugurada no Brasil no ano de 1977, com a construção em São Paulo de um edifício de 9 pavimentos em blocos sílico-calcário.

O início da década de 80 marca a introdução dos blocos cerâmicos na alvenaria estrutural.

No Brasil a alvenaria estrutural atingiu o auge na década de 80, espalhado através da construção dos conjuntos habitacionais, o sistema foi considerado para baixa renda. Devido ter um potencial de redução de custos, várias construtoras e produtoras de blocos procuraram investir nessa tecnologia em busca de torná-la mais vantajosa.

A alvenaria estrutural passou por um momento de desaceleração, devido várias patologias ter aparecido nesse tipo edificação, através da inexperiência por parte dos profissionais dificultou sua utilização com vantagens.

Apesar disso, por ter grandes vantagens econômicas proporcionadas pela alvenaria estrutural em comparação ao sistema construtivo convencional, várias construtoras continuaram no sistema e incentivaram a busca por soluções para os problemas patológicos observados.

No Brasil, com a instalação de novas fábricas de materiais no mercado da construção, assim como o avanço de pesquisas com a parceria de empresas do ramo, acaba fazendo com que a cada dia novos construtores comecem a utilizar o sistema.

## **2.2 Sistemas Construtivos**

Os principais sistemas construtivos utilizados no Brasil são: alvenaria comum, alvenaria estrutural, tijolo ecológico, light steel framing, paredes de concreto moldadas in loco e construção com container.

Ao se analisar cada um destes sistemas construtivos verifica-se vantagens e desvantagens, fazendo-se necessário a avaliação do proprietário, arquiteto ou engenheiro para ver qual destes sistemas irá atender aos requisitos visuais, estruturais e econômicos de acordo com a localidade da construção da edificação.

## **2.2.1 Sistema Convencional**

### *2.2.1.1 Características Gerais*

O método construtivo mais utilizado na construção civil brasileira é o denominado sistema convencional, cuja principal característica é a vedação (fechamento) e/ou separação dos ambientes e fachadas, utilizando-se também vigas e pilares moldados por formas de madeira.

Desta maneira, utiliza-se alvenaria comum, que são tijolos cerâmicos ou de concreto, que embora não tenham função estrutural, normalmente são utilizados para dividir os ambientes, sendo, portanto, necessário à colocação de vigas e pilares formados com vergalhões de ferro amarrado, que são preenchidos com concreto a base de brita, areia grossa e cimento, formando uma estrutura de sustentação (ALVES, 2014).

As principais vantagens desse sistema é que os materiais são encontrados em qualquer loja de construção a um custo relativamente baixo e fácil disponibilidade de mão de obra. Além disso, aceita por todas as modalidades de financiamento imobiliário (ALVES, 2014).

Em relação às desvantagens, tem-se o tempo de construção que é maior e após a conclusão da obra é bastante comum o surgimento de patologias como trincas e fissuras. Além disso, pode acontecer de a edificação ficar com paredes tortas ou fora de esquadro; grande utilização de madeiramento para pilares, vigas, vergas e lajes; alta geração de entulho (ALVES, 2014).

### *2.2.1.2 Método Construtivo*

Normalmente, a maioria das construções convencionais gera bastante entulho devido à quebra de blocos do sistema, já que normalmente as paredes são erguidas e depois é que são rasgadas para receberem a tubulação, sendo assim, esta é a principal desvantagem econômica e ambiental. Segundo estimativas de estudos realizados, o prejuízo com mão de obra e materiais fica em torno de 20 a 30% (ALVES, 2014).

É o método construtivo mais adotado no Brasil para obras residenciais. Funciona como um esqueleto formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas. As paredes servem apenas como fechamento e separação de ambientes.

Todo o peso é absorvido pelo sistema pilares, lajes e vigas, e por isto pode-se dizer que as paredes não possuem função estrutural.

Um ponto forte é que não há restrição quanto às medidas do projeto, o que permite maior liberdade criativa, não há limites para futuras reformas, e podem ser especificadas esquadrias fora do tamanho padrão. Como ponto fraco, este método possui um tempo de execução um pouco maior e um custo mais elevado em comparação com o sistema de alvenaria estrutural. (Ver figura 1).

O sistema construtivo mais utilizado para a construção de casas populares e em obras de médio e grande porte é o de alvenaria de tijolos cerâmicos. Esse tipo de construção é bastante difundido na maioria dos estados brasileiros devido à grande quantidade de matéria-prima e de mão de obra, o que colabora para reduzir os custos quando comparado com outros sistemas construtivos (OLIVEIRA, 2012).

**Figura 1** - Análise do sistema construtivo convencional.**Fonte:** Selecta Soluções em Blocos (2016).

<b>CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL</b>
Separação entre estrutura e vedação: – Estrutura: vigas, pilares e lajes em concreto armado com ferragem; – Vedação: tijolos comuns, blocos cerâmicos vazados.
Retirada de formas e escoramentos após o mínimo de 21 dias.
Para a execução da alvenaria, leva uma quantidade maior de massa de assentamento.
São necessárias formas de madeira para pilares e vigas.
As tubulações elétricas e hidráulicas são instaladas após a alvenaria ser executada, o que leva à necessidade de se cortar as paredes para embutir a tubulação, o que gera desperdício de materiais, mão de obra e maior quantidade de entulho.
Necessita de chapisco interno e externo para execução de reboco.
Tem menor percentual de industrialização/racionalização e maior uso de mão de obra, o que leva mais tempo.

## 2.2.2 Sistema Alvenaria Estrutural

É um sistema onde é dispensado o uso de vigas e colunas, que transportam as cargas de forma concentrada, as substituindo por blocos com capacidade para resistir a compressão, que são capazes de transmitir o seu peso próprio, o peso da laje e as cargas dos pavimentos superiores até a fundação.

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que se utilizam as paredes da construção para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira (ROMAN; MUTI; ARAÚJO, 1999).

### 2.2.2.1 Características Gerais

A alvenaria estrutural é um método construtivo muito utilizado atualmente na construção de casas populares, por se tratar de um sistema econômico, rápido e seguro quando comparado com a alvenaria convencional. Na alvenaria estrutural segundo Fernandes e Filho (2010) “as paredes 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 às cargas laterais que tem origem na ação do vento”. Segundo Manzione (2004) a alvenaria estrutural suporta e organiza os outros subsistemas da edificação, instalações elétricas e hidrossanitárias, esquadrias, revestimentos e cobertura, podendo se entendida como um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade.

Esse sistema apesar de hoje ser muito utilizado, no passado não foi muito divulgado, pois existia pouco embasamento teórico e prático que definissem o sistema, já que a maioria do material existente era em língua estrangeira, resultando em um assunto não muito comentado nas escolas de engenharia e criando assim uma reprovação desse método pelos engenheiros do passado (FERNANDES; FILHO, 2010).

Segundo Franco (1992) apud OHASHI, (2002), a alvenaria estrutural é conceituada como um processo construtivo que se caracteriza pelo emprego de paredes de alvenaria e lajes enrijecidas, como principal estrutura suporte dos edifícios, dimensionadas segundo métodos de cálculo racionais e de confiabilidade determinável. Neste processo construtivo, as paredes constituem-se ao mesmo tempo nos subsistemas de estrutura e vedação.

Para o Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural (NEPAE, 2000), a alvenaria estrutural é um sistema construtivo racionalizado, no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, projetados segundo modelos matemáticos preestabelecidos.

Descreve-se algumas definições básicas para entendimento do que é um sistema construtivo e o que define alvenaria estrutural. Segundo a NBR 10837/1989 (ABNT, 1989):

- a) material – constituinte dos componentes da obra;
- b) componentes – ente que compõe os elementos da obra, constituídos por material natural ou de fabricação industrial;
- c) elemento – parte da obra suficientemente elaborada, constituída da reunião de um ou mais componentes;
- d) alvenaria estrutural não armada de blocos vazados de concreto – aquela constituída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que há armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, não sendo esta última considerada na absorção dos esforços calculados;
- e) alvenaria estrutural armada de blocos vazados de concreto – aquela constituída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuamente com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração;
- f) estrutura de alvenaria parcialmente armada de blocos vazados de concreto – aquela em que algumas paredes são constituídas, segundo as recomendações da alvenaria armada, com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que contém armaduras localizadas em algumas cavidades preenchidas com graute, para resistir aos esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidades construtivas ou de amarração, sendo as paredes restantes consideradas não armadas.

Conforme Oliveira (2002), “um conjunto de componentes agrupados forma um elemento e um conjunto de elementos constitui um subsistema” e, ainda, “edifício pode ser definido como um sistema formado por um conjunto de subsistemas, constituídos de elementos combinados para servir um objetivo comum”.

Assim o sistema em alvenaria estrutural leva para a construção civil a idéia de planejamento da linha de produção, que evita o desperdício e busca diminuir o tempo de execução.

#### *2.2.2.2 Modulação*

A modulação é fundamental para a economia e a racionalização da edificação em alvenaria estrutural. Modular um arranjo arquitetônico significa acertar suas dimensões em planta e também o pé-direito da edificação, através das dimensões das unidades, com o objetivo de reduzir ao máximo os cortes e ajustes na execução das paredes. Há dois tipos de modulação: a horizontal e a vertical, tal como ilustra a Figura 02 (BONACHESKI, 2006 apud KALIL, 2007).

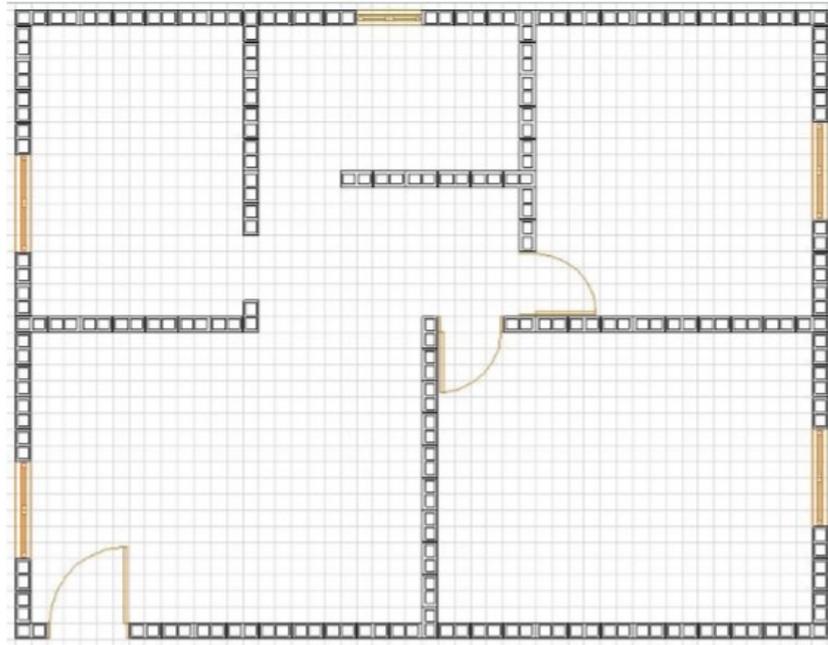
Os detalhes construtivos fornecidos pelo projetista devem conter todas as informações necessárias para a confecção das alvenarias estruturais. As medidas modulares dos blocos são uma das principais exigências, pois são de fundamental importância para a racionalização da construção. (COÊLHO, 1998).

Ainda segundo Coêlho (1998) o projeto deve ser modulado objetivando, assim facilitar sua execução até no que diz respeito à utilização de outros produtos padronizados além de minimizar o custo da construção. Todas as dimensões horizontais precisam ser fornecidas em múltiplo a metade do comprimento do bloco, enquanto que na vertical as medidas devem ser fornecidas em múltipla da altura nominal do bloco. (Ver figura 2).

É importante que haja uma interação do projetista estrutural com o arquiteto durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico, pois a escolha da modulação define as dimensões possíveis a serem utilizadas no projeto (ACCETTI, 1998).

**Figura 2** - Projeto modulado em um retículo espacial de referência.

**Fonte:** ROMAN, 2000.



### 2.2.2.3 Paginação

É de consenso comum no meio técnico de que a modulação das edificações em alvenaria estrutural não deve ficar restrita apenas ao plano horizontal, sendo representada as particularidades de cada parede também no plano vertical. A esta representação se dá o nome de paginação (KATO; BENTES, 2002).

Para ROMAN; MUTI; ARAÚJO (1999), a paginação é o detalhamento das paredes uma a uma, onde são representadas: janelas (com vergas e contravergas), portas, instalações, etc.

Surge então uma característica significativa da alvenaria estrutural, levando-se em consideração a modulação e paginação: a transparência do processo. Esta transparência é vista como a característica que clareia a produção, tirando as decisões das mãos de pessoas que podem não estar aptas a tomá-las (KATO; BENTES, 2002).

Outro ponto importante é que através da transparência do processo pode-se buscar maior participação dos operários, visto que os mesmos passam a ter maior intimidade com que estão fazendo, tirando o poder centralizador, que as vezes é prejudicial, das mãos do mestre de obra (Kato; Bentes, 2002).

#### 2.2.2.4 Racionalização

FRANCO (1992), em sua tese de doutorado, cita vários autores que definem racionalização como:

“Racionalização é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio-econômica própria.” ( SABBATINI apud FRANCO, 1989).

“Aplicação mais eficiente de recursos para obtenção de um produto dotado de maior efetividade possível”. (ROSSO apud FRANCO, 1980).

“Baseia-se no esforço para aumento do desempenho e produtividade pela aplicação de todas as possíveis medidas para incrementar a produção, para garantir a melhor utilização dos materiais, equipamentos e mão-de-obra, no canteiro de obras e no processo de produção”. (TESTA apud FRANCO, 1972).

Segundo FRANCO e AGOPYAN (1994) a alvenaria estrutural tem grande potencialidade de racionalização, principalmente pelos aspectos pela facilidade de absorção de um sistema de coordenação modular e padronização de seus processos.

Para ROMAN (1996), a alvenaria estrutural permite uma racionalização total, desde a fase de projeto até os procedimentos de obra.

### 2.2.3 Materiais e Componentes da Alvenaria Estrutural

#### 2.2.3.1 Componentes

As unidades estruturais, blocos; as armaduras, construtivas ou de cálculo; o graute e a argamassa são os principais componentes aplicados na construção de estruturas em alvenaria estrutural. É igualmente indispensável o uso de peças pré-fabricadas como: vergas, contra-vergas, coxins e acessórios em geral, com a intenção de agilizar o processo construtivo.

### 2.2.3.2 Blocos

Os blocos são componentes vibro prensados e criados de uma mistura de cimento Portland, agregados e água. Devem exibir um aspecto homogêneo e compacto, com cantos vivos, sem trincas e com textura áspera para uma apropriada aderência de revestimentos. A resistência do bloco é especificada pelo fck, tendo um índice mínimo para paredes externas com revestimento e internas é 4,5 MPa e com índice mínimo de 6 MPa para paredes externas sem revestimento.

As dimensões dos blocos, podem ser classificadas em dois grupos distintos: blocos modulares (com comprimento igual a duas vezes a largura mais a junta) e blocos não modulares.

A maior vantagem da aplicação dos blocos modulares é a aplicação da técnica de coordenação modular e o corte do uso de blocos com medidas especiais, e conclui-se assim a variedade de componentes na obra e ajudando o trabalho da mão-de-obra. (Ver figura 3).

**Figura 3 - Família de blocos estruturais.**

**Fonte:** MANZIONE, 2002.

	Família 39 (modular)	Família 39 (não-modular)	Família 29 (modular)
Inteiro	19 X 19 X 39 	14 X 19 X 39 	14 X 19 X 29 (929) 
Meio	19 X 19 X 19 	14 X 19 X 19 	14 X 19 X 14 
Canalota	19 X 19 X 39 	14 X 19 X 39 	14 X 19 X 29 
Meia canalota	19 X 19 X 19 	14 X 19 X 19 	14 X 19 X 14 
Jota	—	14 X 19 / 28 X 19 	—
Especial	—	14 X 12 X 31 (834) 	14 X 12 X 44 (944) 
Especial	—	14 X 19 X 51 (1054) 	—

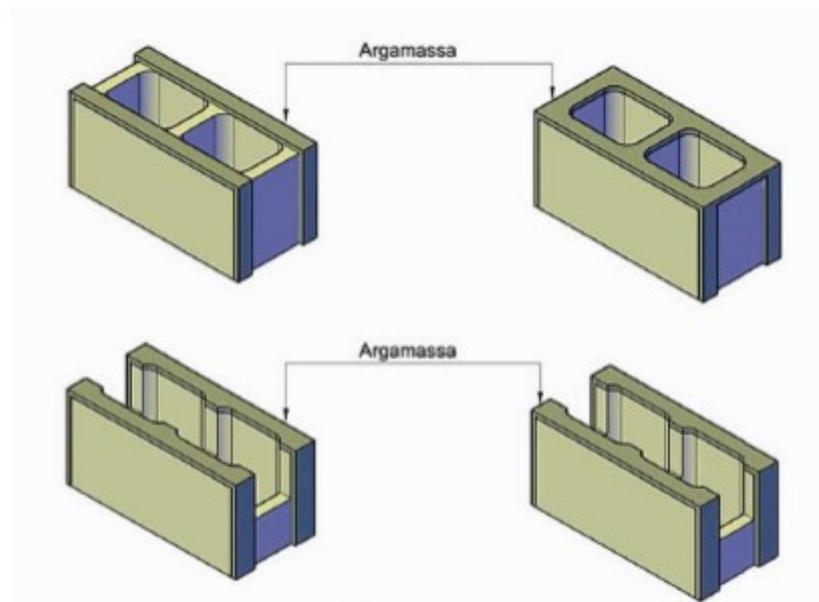
### 2.2.3.3 Argamassa

A argamassa de assentamento deve possuir características que façam a ligação, a interação de um bloco estrutural com o outro, uma característica necessária para argamassa de assentamento para blocos estruturais é a elasticidade, pois assim, permite-se que as tensões sobre os blocos sejam transferidas uniformemente para outra unidade, evitando o aparecimento de fissuras na mesma.

Segundo Ramalho (2003), a argamassa de assentamento também deve possuir como “[...] funções básicas de solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações”. (Ver figura 4).

**Figura 4 - Argamassa de Assentamento.**

**Fonte:** TAUIL, 2010.



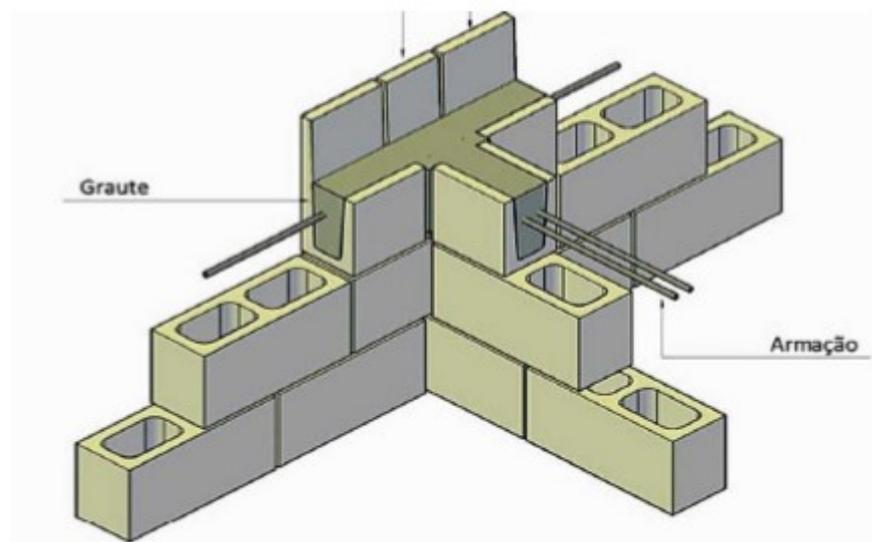
### 2.2.3.4 Graute

O graute é um concreto que em substituição ao agregado graúdo utiliza um agregado de espessura menor possível, além de obter uma alta plasticidade. Com isso, esse tipo de material é fartamente utilizado na alvenaria estrutural porque tem a capacidade de preencher vazios onde se necessita de uma resistência maior a compressão, sem a necessidade de adensamento em vazios que possuam uma

grande taxa de armadura, sem acontecer à segregação dos materiais. O graute é um material com alto poder de resistência a compressão e sendo utilizado em pontos específicos nas paredes de alvenaria estrutural aumenta consideravelmente à capacidade portante da alvenaria a compressão solidarizando as armaduras com o bloco estrutural (RAMALHO, 2003). (Ver figura 5).

**Figura 5** - Graute em blocos estruturais de concreto.

**Fonte:** TAUIL, 2010.

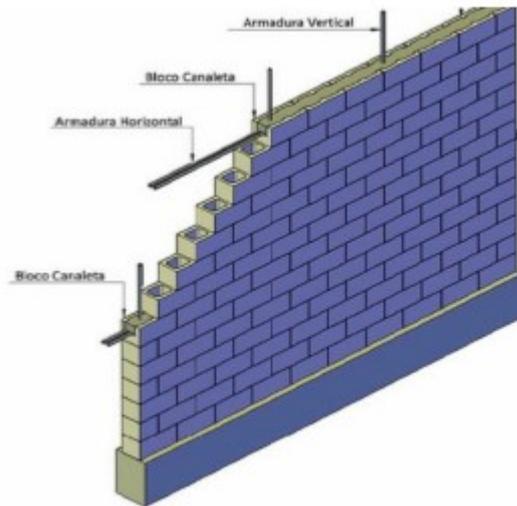


#### 2.2.3.5 Armadura

As armaduras de aço utilizadas no sistema construtivo de alvenaria estrutural, são exatamente as mesmas que se utilizam no sistema construtivo de concreto armado. Sua função também torna-se a mesma, combater os esforços a tração nos pontos que estejam solicitando tal esforço. As armaduras podem estar posicionadas na horizontal e na vertical. No caso da alvenaria estrutural, essas armaduras “serão sempre envolvidas por graute, para garantir o trabalho conjunto com os outros componentes da armadura.” (RAMALHO, 2003, pg.8). (Ver figura 6).

**Figura 6** - Armaduras verticais e horizontais.

**Fonte:** TAUIL, 2010.



## 2.2.4 Execução da Alvenaria Estrutura

### 2.2.4.1 Marcação da 1ª fiada

A primeira fiada deve ser executada com precisão, pois as outras irão ser feitas conforme o posicionamento dos blocos colocados nela. Antes de iniciar a marcação estude bem os projetos de modulação, marque na laje ou cintamento os eixos da alvenaria e da obra, sempre verificando o esquadro e assim iniciar a marcação pelos cantos das paredes externas. (Ver figura 7).

**Figura 7** - Marcação da 1ª fiada de alvenaria.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



#### 2.2.4.2 Levantamento da Alvenaria

Deve-se colocar os escantilhões e esticar as linhas, em seguida coloca-se a argamassa de cada bloco da fiada assentada, na medida certa da junta horizontal, coloque dois cordões verticais de argamassa num dos lados menores do bloco que vai assentar, um de cada lado, na medida certa.

Somente após as etapas anteriormente citadas, assente os blocos estruturais e coloque-o no nível, com a ajuda da linha e da régua com bolha, acertando o prumo e o alinhamento do bloco com a ajuda da régua com bolha. Seguir os mesmo passos para a continuação da elevação das paredes. (Ver figura 8).

**Figura 8** - Levantamento da alvenaria.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



#### 2.2.4.3 Ferragem e Grauteamento

Verificar em projeto os locais de chumbamento e posicionamento da ferragem vertical e horizontal das paredes. A ferragem é colocada solta, tanto verticalmente nos furos, quanto horizontalmente nas canaletas dos blocos. O graute é feito com cimento, areia e pedrisco e deve ter bastante água, para preencher todos os vazios. O graute deve ser lançado nos furos dos blocos no máximo a cada seis fiadas. Nas canaletas, o graute é lançado ao longo da fiada da mesma. (Ver figura 9 e 10).

**Figura 9** - Marcação dos pontos da ferragem vertical.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



**Figura 10** - Grauteamento da canaleta.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



#### **2.2.4.4 Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Elétricas**

As tubulações hidráulicas descem por "shafts" ou em paredes com espessura menor e horizontalmente são colocadas na canaleta, que depois são preenchidas. Os blocos de paredes estruturais não podem ser cortados para a passagem de tubulações. Os furos dos blocos em paredes estruturais não podem ser usados para a passagem de tubulações hidráulicas ou de gás. Os eletrodutos passam pelos furos dos blocos e devem ser colocados à medida que se levanta a parede. Os blocos

com rasgos para caixas de interruptores e tomadas devem ser assentados nos lugares certos, conforme as paginações. Dar especial atenção para o lugar certo de assentamento dos blocos com rasgos para as caixas. (Ver figura 11 e 12).

**Figura 11** - Instalações Hidro sanitárias.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



**Figura 12** - Instalações Elétricas.

**Fonte:** Múltipla Engenharia, 2011.



### **2.2.5 Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Estrutural**

Segundo Camacho (2001) a experiência tem demonstrado que o conveniente emprego da alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas:

- ✓ Simplificação das técnicas de execução;
- ✓ Menor diversidade de materiais empregados;
- ✓ Redução da mão-de-obra;
- ✓ Economia de formas;
- ✓ Maior rapidez de execução;
- ✓ Eliminação de interferências, no cronograma executivo, entre os subsistemas: a existência de apenas um elemento para assumir as múltiplas funções de ambos é bastante vantajosa, não só pela facilidade construtiva que proporciona, mas também por eliminar problemas que surgem nas interfaces entre estes subsistemas.

E o mesmo autor ainda diz que a principal desvantagem é a limitação do projeto arquitetônico pela concepção estrutural, que não permite a construção de obras arrojadas. Outra desvantagem é a impossibilidade de adaptação da arquitetura para um novo uso, assim como o desempenho da alvenaria é altamente influenciado por fatores inerentes à maneira como ela é executada, isso exige controle eficiente tanto de materiais empregados como do componente da alvenaria. Mão de obra qualificada e bem treinada e uma constante fiscalização são imprescindíveis.

### **2.3 Viabilidade Econômica**

O empreendimento, independentemente de seu porte, nasce de uma vontade de se reformar, modificar, acrescentar ou construir algo. Os recursos disponíveis, muitas vezes criam falsas expectativas, em termos do que se pode realizar. É fundamental para qualquer projeto, um estudo que vai quantificar o montante de gastos a serem despendidos, uma grandeza de preços. A viabilidade começa aqui, onde técnicas e métodos de construção, juntamente com os materiais especificados para os serviços, geram estimativas que vão ser confrontadas com os recursos

envolvidos. O desenvolvimento de um projeto deve atingir um nível que se permita calcular uma estimativa definida, onde plantas específicas e detalhes vão possibilitar controle de custos razoáveis. A sofisticação e a urgência de prazos vão ser fatores básicos para se determinar o grau de precisão de um trabalho. (Pessôa, 2009).

### **2.3.1 Projeção de Receitas**

Não existe uma ordem específica de preenchimento dos dados para um estudo de viabilidade, mas sugerimos que inicie-se pela projeção de receita. O prazo de projeção varia de projeto para projeto de acordo com a expectativa de retorno. Ou seja, se você vai abrir uma lanchonete, provavelmente um horizonte de 3 a 5 anos seja suficiente. Já projetos maiores como uma construção de uma hidrelétrica, normalmente tem horizontes de décadas, pois o retorno é de maior prazo. Nesse momento, o importante é conseguir fazer aproximações do tamanho do público-alvo, com premissas de conversões baseadas em dados históricos ou comparativos de mercado. Em casos que nenhuma opção é possível, deve-se fazer o cálculo inverso começando pelos custos já previstos e a receita necessária para obter uma taxa de retorno atrativa. (BORGES, 2012).

### **2.3.2 Projeção de Custos**

A engenharia de custos ao longo dos anos desenvolveu diversos métodos para se determinar a estimativa do custo de produção em obras civis, mas o objetivo maior de cada método é comum, ou seja, determinar uma estimativa de custo baixo de produção para o projeto ou empreendimento a ser realizado. Essa estimativa já se faz necessário na fase inicial de concepção do projeto, fase essa, onde são levantados diversos níveis de decisões a serem tomados em relação ao projeto, portanto o primeiro estudo feito para se determinar a viabilidade de um empreendimento é a estimativa de custo. (Vieira, 2012).

Ainda segundo Vieira (2012), a estimativa de custo é a soma de diversas parcelas ou etapas de produção, onde cada etapa possui um custo total ou unitário, as principais parcelas ou etapas que compõem a estimativa de custo de um empreendimento são:

- ✓ Concepção e compatibilização do projeto como um todo;
- ✓ Planejamento e gerenciamento dos serviços e da mão-de-obra;
- ✓ Levantamento do custo indireto;
- ✓ Estudo financeiro.

### **2.3.3 Análise de Indicadores**

O real benefício do estudo de viabilidade econômica são os indicadores finais.

#### *2.3.3.1 Valor Presente Líquido (VLP)*

Esse indicador aponta quanto o fluxo de caixa livre acumulado da sua projeção total valeria hoje em dia. Para chegar a esse valor, deve-se descontar o custo de capital (também conhecido como taxa de desconto ou WACC). Esse valor deve ser basicamente comparado com o capital investido para saber se o projeto/empresa gerou mais capital do que foi investido. (Borges, 2012).

#### *2.3.3.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)*

A TIR indicada a taxa de retorno do investimento utilizando o mesmo fluxo de caixa livre acumulado do VPL. A diferença é que enquanto o VPL oferecer um indicador absoluto e em moeda, a TIR oferece uma visão de retorno percentual que pode ser mais facilmente comparada à outros investimentos. (Borges, 2012).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia a ser desenvolvida neste trabalho, foi feita uma projeção de uma obra residencial, feita uma abordagem quantitativa, visando identificar a viabilidade econômica do sistema alvenaria estrutural em relação ao sistema convencional.

Esta pesquisa será do tipo descritiva dedutiva, pois tem por finalidade descrever o fenômeno e as características da amostra em estudo, ou seja, a viabilidade econômica dos sistemas construtivos convencional e a alvenaria estrutural.

Para tanto, foram feitas análises comparativas entre os dois sistemas construtivos no que se referem aos custos da mão de obra, vantagens da alvenaria estrutural, bem como o tempo de construção e preço dos insumos.

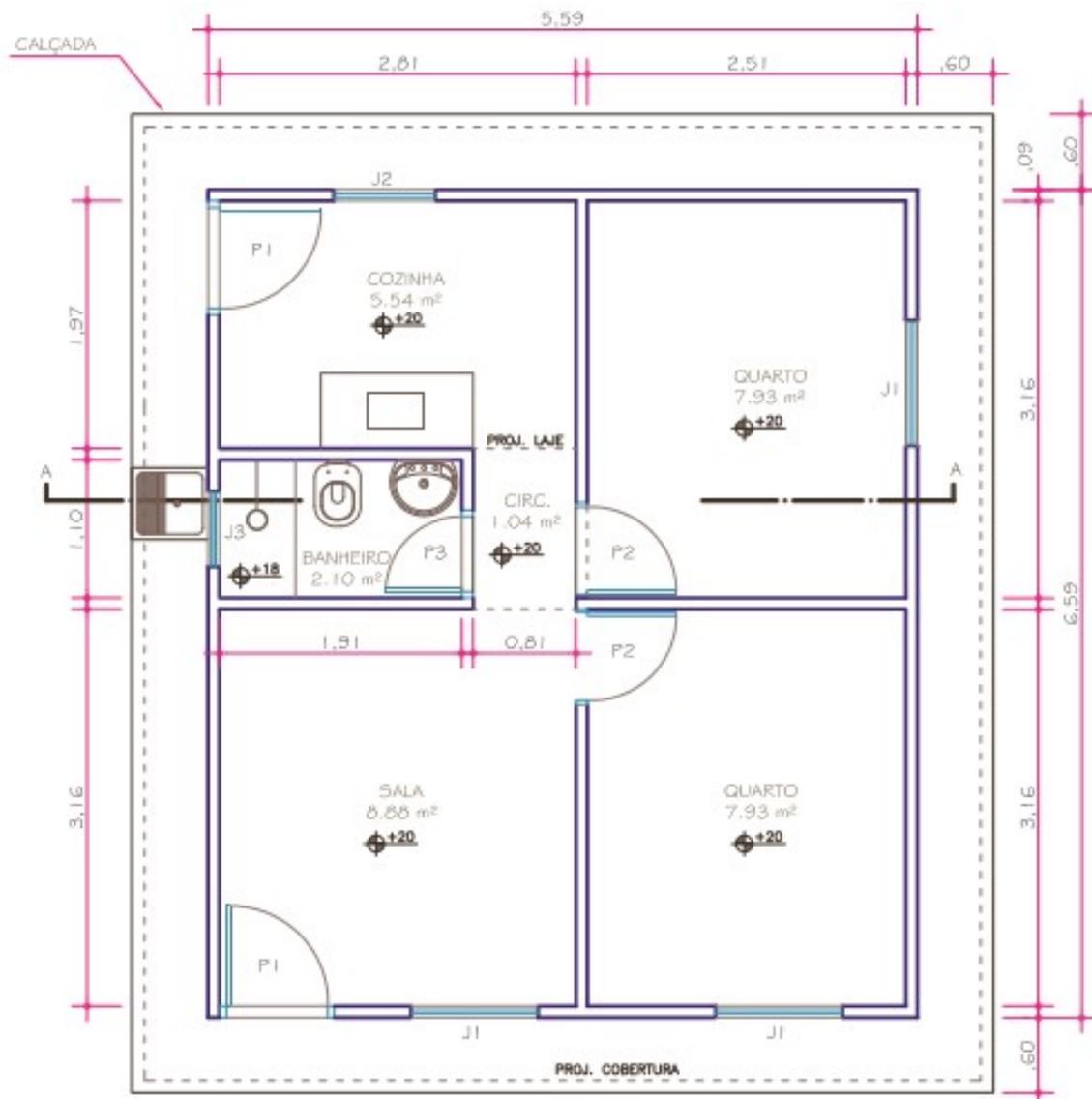
O embasamento teórico a ser utilizado para o desenvolvimento deste estudo será por meio de um levantamento bibliográfico e documental específico sobre sistemas construtivos: o convencional e a alvenaria estrutural.

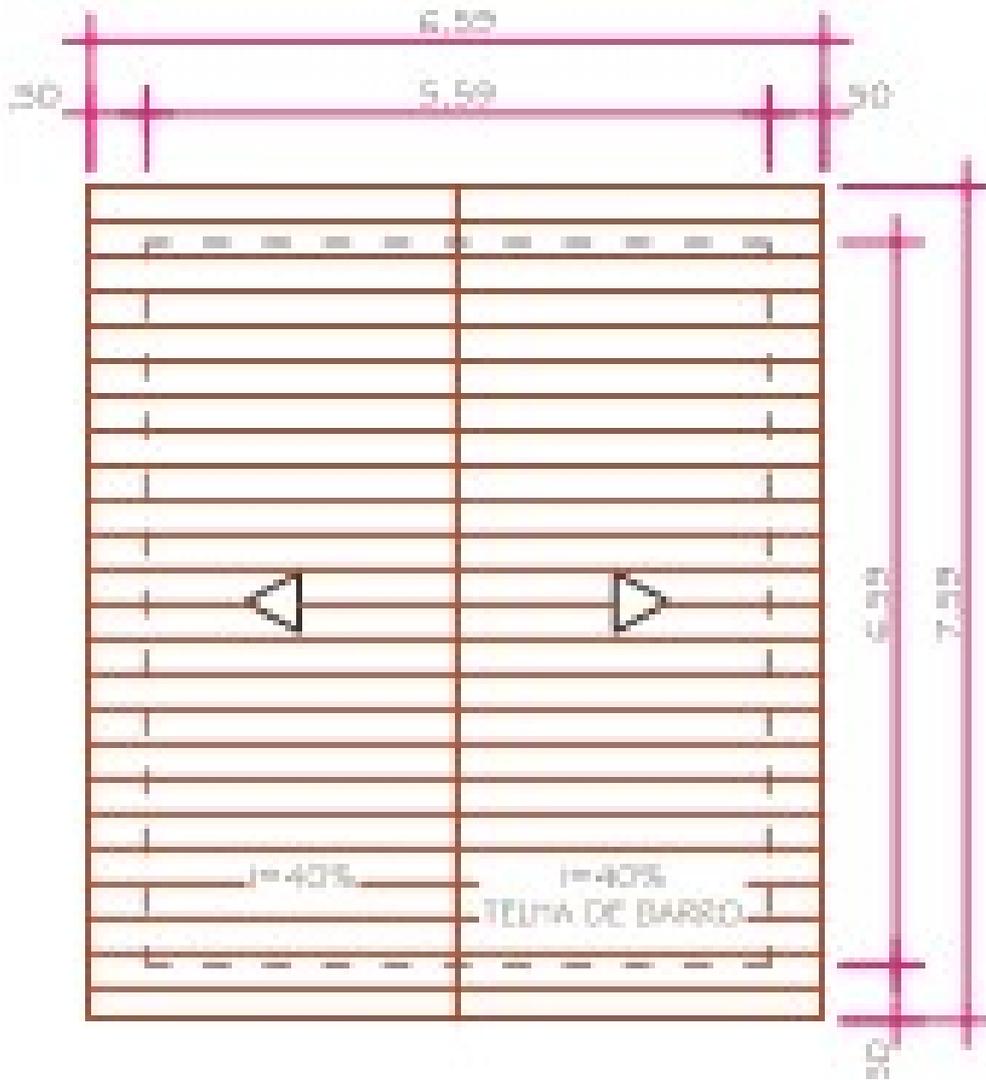
#### **3.1 Estudo de Caso**

Refere-se a uma residência padrão, obtida através do Cadernos CAIXA, Projeto padrão – casas populares, GIDUR/VT, Vitória-ES, onde contém planta baixa, planta de cobertura, fachada, planta baixa da modulação 1ª e 2ª fiada, detalhamento da viga baldrame e paginações. Sendo possível a adaptação do projeto para os dois sistemas construtivos estudados: alvenaria estrutural e alvenaria convencional. A planta baixa base é composta por uma sala de estar, uma cozinha, dois quartos, um banheiro e uma lavandeira localizada na parte externa da residência. São 36,84 m<sup>2</sup> de área construída. (Ver figura 13; 19).

**Figura 13 - Planta baixa.**

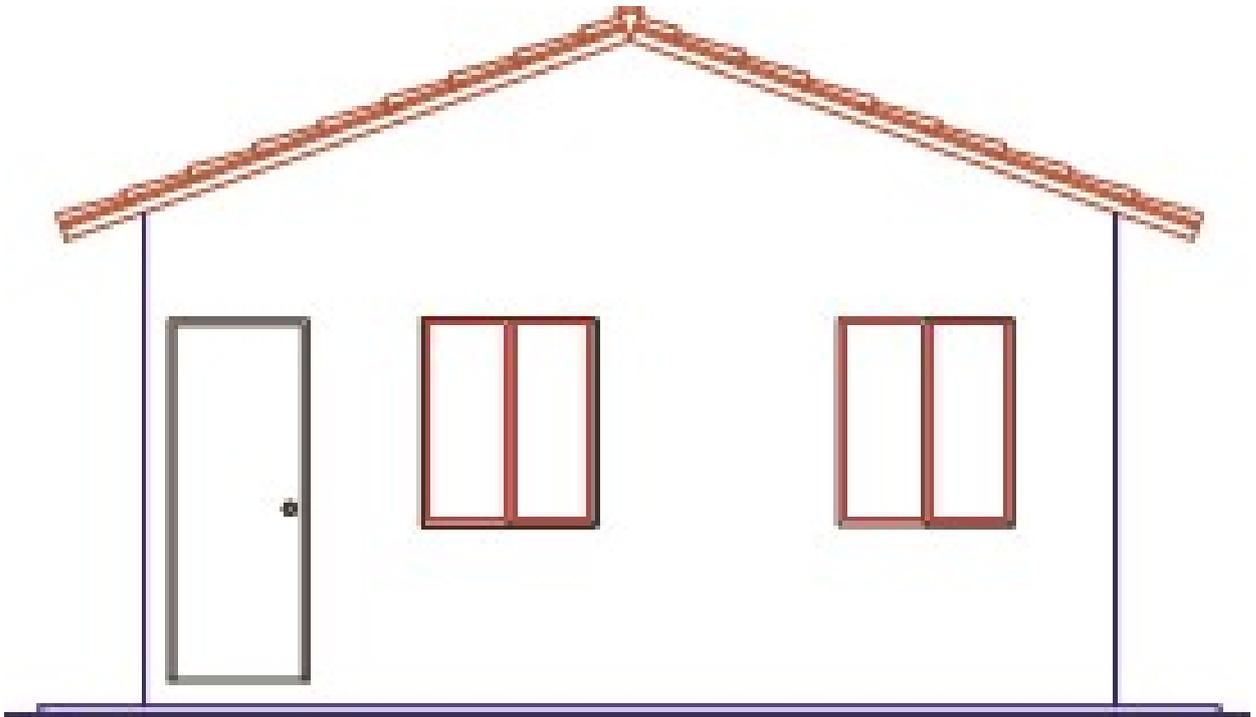
**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.



**Figura 14** - Planta de cobertura.**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.

**Figura 15** - Fachada.

**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.



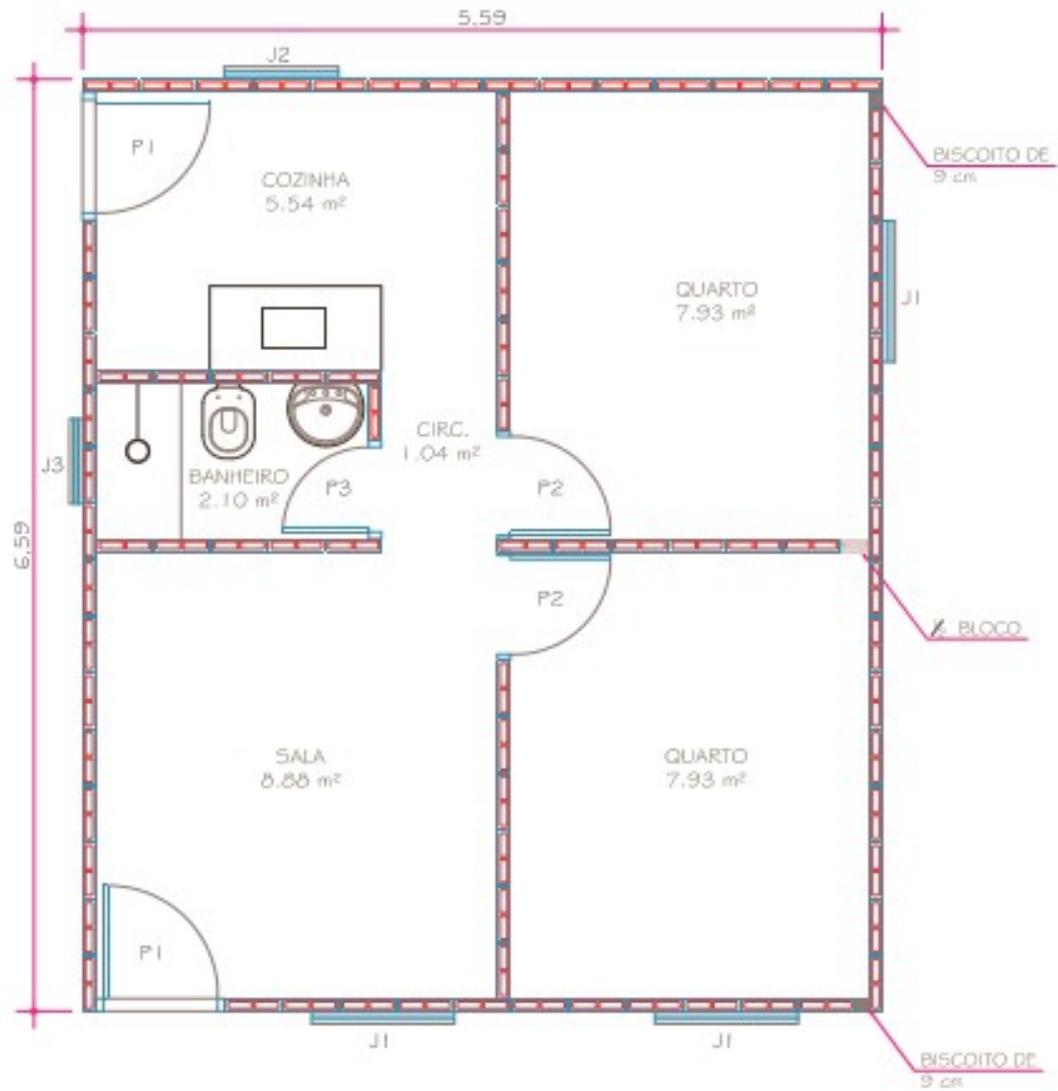
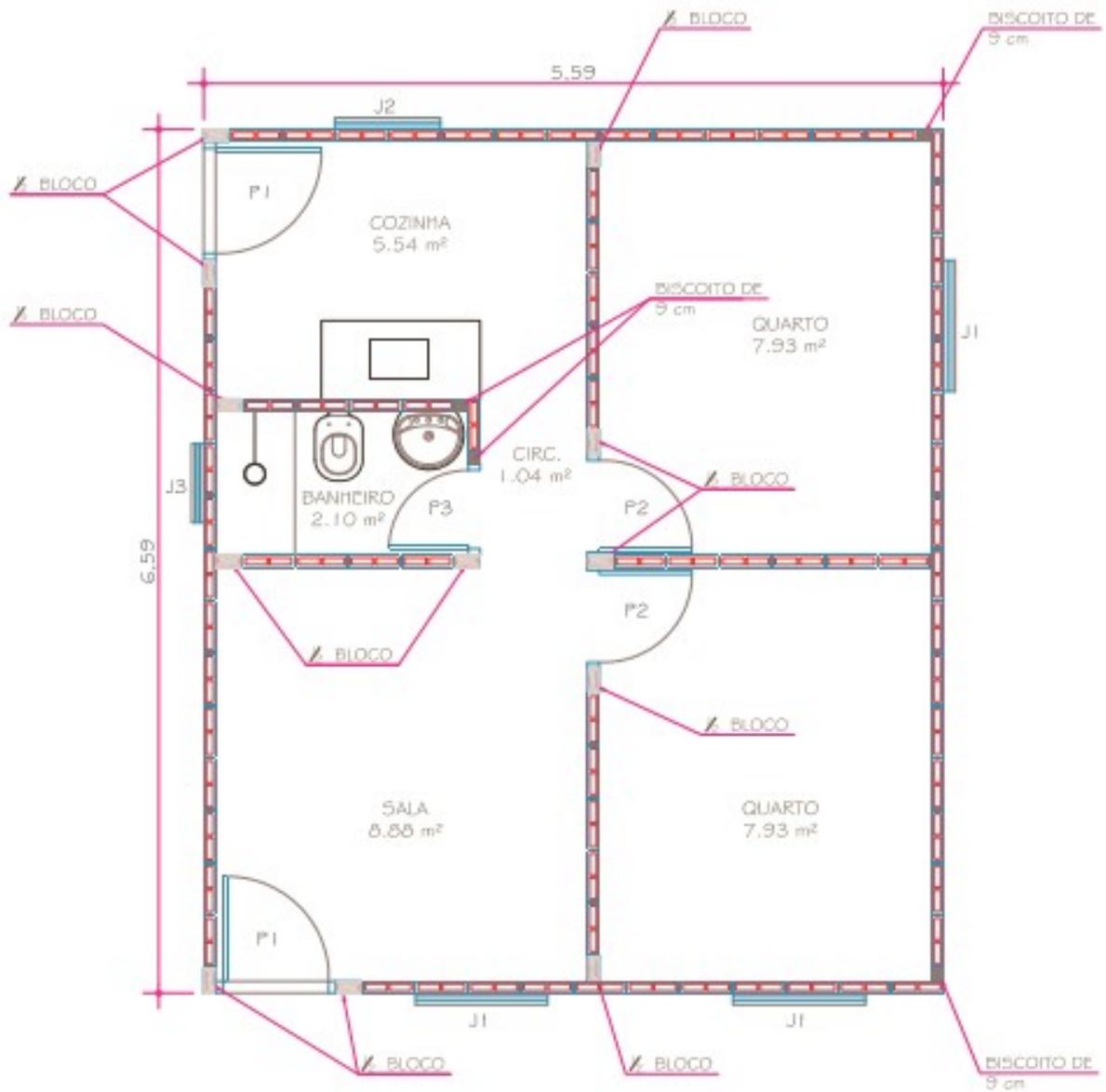
**Figura 16** - Planta baixa da modulação 1ª fiada.**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.

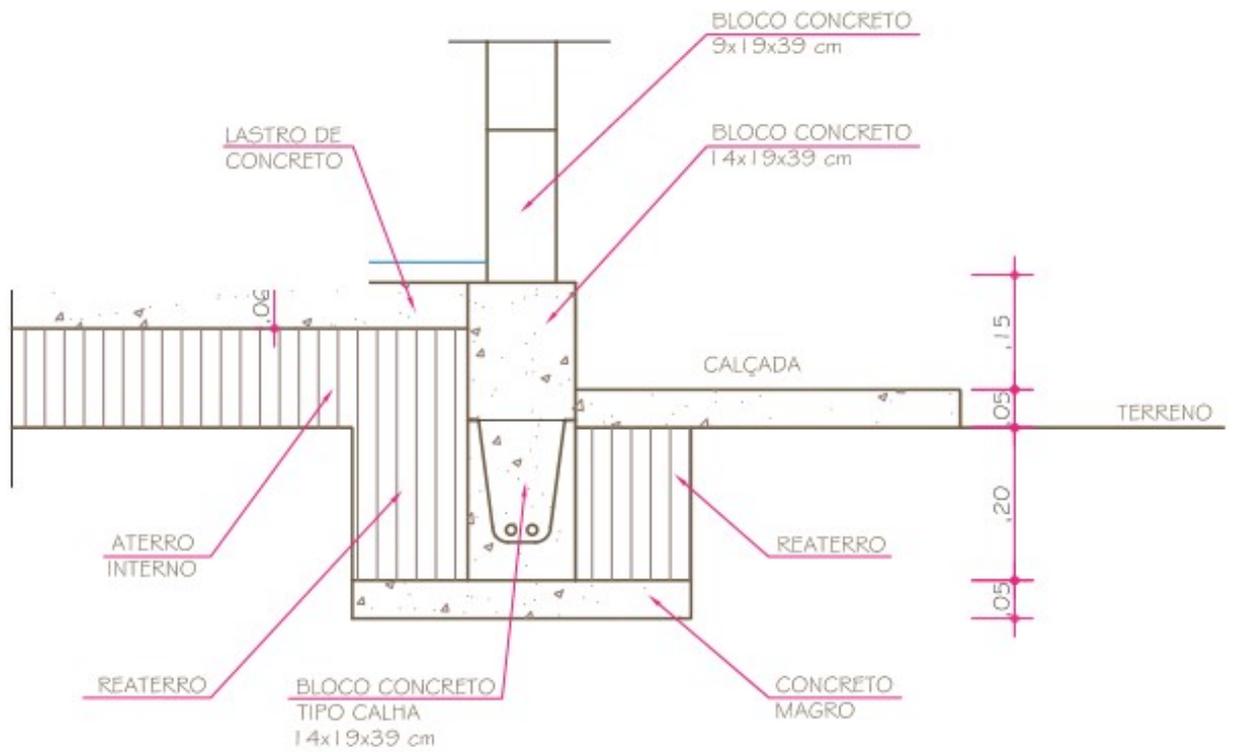
Figura 17 - Planta baixa da modulação 2ª fiada.

Fonte: Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.



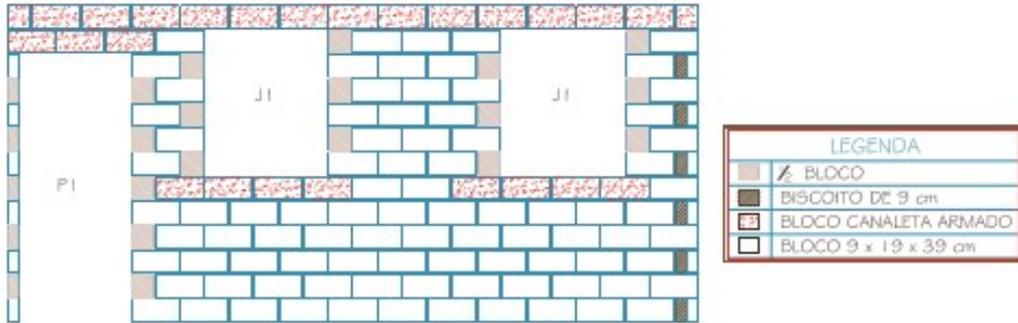
**Figura 18** - Detalhamento viga baldrame – Alvenaria Estrutural.

**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.

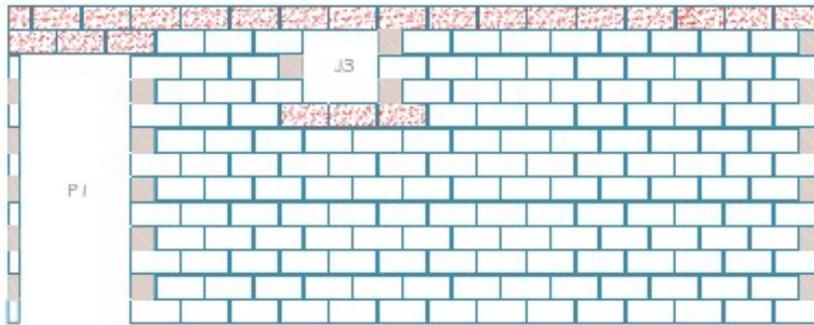


**Figura 19 –** Paginações.

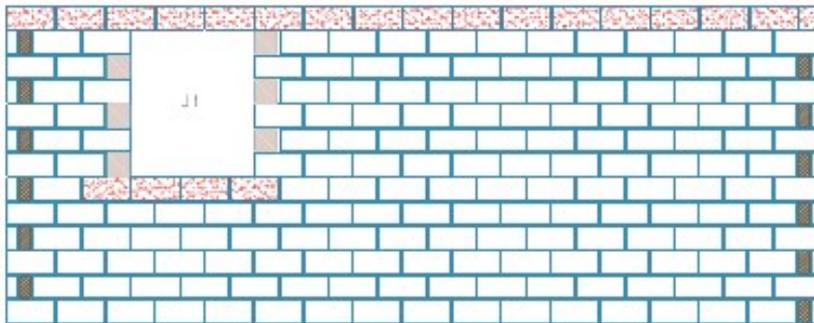
**Fonte:** Cadernos Caixa – GIDUR/VT, 2006.



VISTA FRONTAL  
ESCALA 1/50



VISTA LATERAL DIREITA  
ESCALA 1/50



VISTA LATERAL DIREITA  
ESCALA 1/50

### 3.2 Procedimentos

Para alcançar os objetivos propostos, neste estudo de caso, a estimativa de custos é ferramenta fundamental. Primeiramente foi feito um cálculo em ordem de grandeza para verificar a viabilidade inicial do investimento.

Para tanto, utilizou-se dados parciais e não detalhados do projeto, consultando sites informativos de custos por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de construções de engenharia e arquitetura.

Através do projeto básico, com todos os elementos básicos para cálculos definidos, foi preparado um orçamento básico, que serviu para apresentar preços dos serviços a serem executados.

Após este processo, foi feito o orçamento executivo, onde os preços estão dentro de uma precisão de valores o mais próximo da realidade de mercado.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Este estudo teve por objeto de investigação a projeção de uma obra residencial, no sistema alvenaria estrutural. Trata-se de um projeto piloto, quando então foram analisados os custos do sistema alvenaria estrutural em relação ao sistema convencional.

Dada a relevância do tema para o contexto socioeconômico atual, este estudo teve por objetivo geral realizar um estudo sobre a viabilidade econômica do método construtivo alvenaria estrutural, considerando sua aplicabilidade em uma habitação residencial, comparando com o sistema convencional.

Mediante o exposto, na sequência são apresentados os resultados finais do estudo por ordem dos objetivos específicos propostos no início deste trabalho.

### **4.1 Análise da viabilidade econômica e vantagens do método construtivo Alvenaria Estrutural**

Ao iniciar esta análise da viabilidade econômica da obra vale ressaltar as vantagens do sistema construtivo Alvenaria Estrutural, o qual já é uma realidade em muitas cidades brasileiras.

Atualmente tem sido cada vez mais comum o desenvolvimento de projetos de sustentabilidade que visam causar menos impactos ao meio ambiente e também reduzir os custos de material e mão de obra que estão inseridos nos processos construtivos convencionais.

Nesse contexto, vale ressaltar que as questões relacionadas ao meio ambiente e a sua sustentabilidade passaram a ocupar o centro das discussões em várias partes do mundo com o intuito de conscientizar a sociedade sobre a importância do consumo responsável.

Nesse sentido, governantes, instituições públicas e privadas além de organizações não governamentais passaram a empreender ações para combater o desperdício, desenvolvendo para tanto alternativas sustentáveis de consumo visando assim uma coexistência pacífica entre o ser humano e o meio ambiente.

Dentre as questões relacionadas a alternativas sustentáveis de consumo, destaca-se neste estudo o sistema construtivo Alvenaria Estrutural, que vem atraindo cada vez mais adeptos devido às vantagens custo benefício.

## **Vantagens**

Em relação as vantagens verificadas no sistema construtivo Alvenaria Estrutural, constatou se que em comparação com o sistema Convencional houve redução de 9,23% do custo no valor final de toda obra.

Como já exposto anteriormente, uma das grandes vantagens verificada do sistema de Alvenaria Estrutural é a diminuição da espessura dos revestimentos de parede e conseqüentemente dos custos.

Outro aspecto vantajoso do sistema Alvenaria Estrutural é nas instalações elétricas e hidráulicas, com uma redução de mais de 20% de cada serviço. Além ainda de ser uma obra limpa, com canteiro organizado e com baixíssimo desperdício de material. Finalizando, por meio deste sistema, pode-se quantificar com exatidão todos os quantitativos.

## Planilhas Orçamentárias

Na sequência estão as planilhas orçamentárias analítica com custo total da obra, bem como suas etapas, onde se pode visualizar os custos por etapas do sistema Alvenaria Estrutural em relação ao sistema Convencional.

A planilha orçamentária do sistema Alvenaria Estrutural, foi obtida através do Cadernos CAIXA, Projeto padrão – casas populares, GIDUR/VT, Vitória-ES, onde constava o quantitativo da obra e por via deste foi feito o levantamento de preço, através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referente ao mês de setembro de 2016, localidade Palmas.

A planilha orçamentária do sistema Convencional, foi feita através do software OrçaCasa, PINI, onde foi feito o levantamento do quantitativo da obra e a estimativa de custo, com base de preços pesquisados pela PINI.

### ORÇAMENTO - ALVENARIAL ESTRUTURAL

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>1 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					
1.1	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO COM RASPAGEM SUPERFICIAL	m²	150,00	2,75	412,50
1.2	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE LUZ E FORÇA PARA OBRA - INSTALAÇÃO MÍNIMA	unid	1,00	853,78	853,78
1.3	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA PARA OBRA E INSTALAÇÕES SANITÁRIA PROVISÓRIA, PEQUENAS OBRAS - INSTALAÇÕES MÍNIMA	unid	1,00	408,09	408,09
1.4	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TÁBUA CORRIDAS PONTALETADAS COM REAPROVEITAMNETO DE 3 VEZES	m²	36,84	8,17	300,98
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1975,35</b>
<b>2 FUNDAÇÕES</b>					
2.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0 M < H <= 1 M	m³	3,71	43,51	161,42
2.2	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA COM MAÇO DE 30 Kg	m²	14,84	3,41	50,60
2.3	REATERRO MANUAL APILOADO DE VALAS C/ MATERIAL DE OBRA	m³	3,71	33,00	122,43
2.4	ATERRO INTERNO COMPACTADO MANUALMENTE	m³	2,70	38,50	103,95
2.5	LASTRO DE CONCRETO MAGRO E = 5 cm	m²	0,74	263,71	195,15
2.6	VIGA BALDRAME COMPOSTA DE BLOCOS DE CONCRETO TIPO CALHA 14X19X39 cm NA 1ª FIADA E BLOCOS DE CONCRETO 14X19X39 cm CHEIOS DE CONCRETO 20 MPa, INCL. ARMAÇÃO C/ 2 BARRAS DE FERRO CORRIDOS DIAM. 8.0 mm NA 1ª FIADA E GRAMPOS METÁLICOS NA 2ª FIADA, CONFORME PROJETO	m	37,87	56,63	2144,58
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2778,14</b>
<b>3 ESTRUTURA</b>					
3.1	LAJE PRÉ-MOLDADA P/ FORRO, VÃOS ATÉ 3,5 m / E=8 cm, COM LAJOTAS E CAPA DE CONCRETO FCK=20 Mpa 2cm, INTER-EIXO 38 cm ESP. TOTAL = 10 cm	m²	3,83	75,26	288,25
3.2	VIGA DE TRAVAMENTO / RESPALDO DE ALVENARIA COMPOSTA DE 1 FIADA DE BLOCOS DE CONCRETO TIPO CALHA 9X19X19, CHEIOS DE CONCRETO 20 Mpa, INCL. ARMAÇÃO C/ 2 BARRAS DE FERRO CORRIDOS DIAM. 5.0 mm, CONFORME PROJETO	m	38,02	35,10	1334,50
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1622,75</b>
<b>4 PAREDES E PAINÉIS</b>					
4.1	ALVENARIA 1/2 VEZ DE BLOCOS DE CONCRETO 9X19X39 ASSENTADOS COM ARGAMASSA DE CIMENTO CAL E AREIA TRAÇO 1:0,5:8	m²	94,79	59,10	5602,09
4.2	VERGAS E CONTRA-VERGAS P/ VÃOS DE ESQUADRIAS EM BLOCOS DE CONCRETO TIPO CALHA 9X19X19, CHEIOS DE CONCRETO 20 Mpa, INCL. ARMAÇÃO COM 2 BARRAS DE FERRO CORRIDOS DIAM. 5.0 mm, CONFORME PROJETO	m	13,60	35,10	477,36
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>6079,45</b>
<b>5 COBERTURA</b>					
5.1	COBERTURA COM TELHA DE FIBROCIMENTO UMA ÁGUA, PERFIL ONDULADO, e=6 mm, ALTURA 125 mm, LARGURA ÚTIL 1.020 mm E LARGURA NOMINAL 1.064 mm, INCLINAÇÃO 27%	m²	50,02	26,57	1329,03
5.2	EXECUÇÃO DE ESTRUTURA METÁLICA EM COBERTURA COM TELHA DE FIBROCIMENTO	m²	50,02	30,00	1500,60
5.3	CALHA DE CHAPA GALVANIZADA NUMERO 24 DESENVOLVIMENTO 50 CM	m	30,01	41,22	1237,01
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>4066,64</b>

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>6 IMPERMEABILIZAÇÃO</b>					
6.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE, COM EMULSÃO ASFÁLTICA	m²	30,42	18,37	558,82
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>558,82</b>
<b>7 REVESTIMENTOS DE PAREDE</b>					
7.1	AZULEJO ASSENTADO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA DE CIMENTO COLANTE, JUNTAS A PRUMO	m²	46,74	25,75	1203,56
7.2	REJUNTAMENTO DE AZULEJO 15X15CM, COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA, PARA JUNTAS ATÉ 3MM	m²	46,74	2,87	134,14
7.3	CHAPISCO PARA PAREDE INTERNA OU EXTERNA COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:3, e=5mm	m²	46,74	3,35	156,58
7.4	REBOCO PAULISTA PARA PAREDE INTERNA COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:6, e=20mm	m²	103,86	9,18	953,43
7.5	REBOCO PAULISTA PARA PAREDE EXTERNA COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:2:6, e=20mm	m²	68,28	10,56	721,04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3168,75</b>
<b>8 REVESTIMENTO DE TETO</b>					
8.1	FORRO DE GESSO FIXO MONOLÍTICO COM PLACA PRÉ-MOLDADA, ENCAIXE MACHO-FÊMEA (ESPESSURA: 30MM)	m²	32,38	48,07	1556,51
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1556,51</b>
<b>9 PISOS</b>					
9.1	CONTRAPISO EM CONCRETO COM SEIXO, e=5cm	m³	32,38	22,09	715,27
9.2	CALÇADA DE PROTEÇÃO EM CONCRETO MAGRO, E = 5 cm E LARGURA DE 60 cm	m²	16,06	44,88	720,77
9.3	RODAPÉ CERÂMICO ASSENTADO COM ARGAMASSA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR, TRAÇO 1:2:8, ALTURA 8 cm	m	34,62	21,15	732,21
9.4	PISO CERÂMICO ESMALTADO 30X30 cm, ASSENTADO COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:0,5:5, E=2,5 cm	m²	32,38	61,30	1984,89
9.5	REJUNTAMENTO DE PISO CERÂMICO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA, ESPESSURA DA JUNTA: 6 mm	m²	32,38	6,17	199,78
9.6	PEITORIL DE MÁRMORE NATURAL, ASSENTADO COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRAR TRAÇO 1:1:4 (LARGURA: 15 cm)	m	7,00	74,36	520,52
9.7	SOLEIRA DE MÁRMORE NATURAL DE 15 cm DE LARGURA, ASSENTADO COM ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL HIDRATADA E AREIA SEM PENEIRARTRAÇO 1:1:4	m	0,05	65,09	3,25
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>4876,71</b>
<b>10 ESQUADRIAS</b>					
10.1	PORTA DE MADEIRA ALMOFADADA 0,80 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm	m²	3,36	177,66	596,94
10.2	PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,70 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm	m²	2,94	172,65	507,59
10.3	PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,60 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm	m²	1,26	167,66	211,25
10.4	FECHADURA TIPO CILINDRO COMPLETA + DOBRADIÇAS EM METAL CROMADO P/ PORTA EXTERNA	CJ	2,00	87,85	175,70
10.5	CONJUNTO DE FERRAGENS C/ 1 TARJETA E 3 DOBRADIÇAS FERRO NIQUELADO SIMPLES - PORTAS DOS QUARTOS E BANHEIRO	CJ	3,00	1,37	4,11
10.6	JANELA DE ABRIR 2 FOLHAS DE MADEIRA PARA PINTURA TIPO VENEZIANA/VIDRO, INCL. FERRAGENS 1,00 X 1,20 m	m²	3,60	431,77	1554,37
10.7	BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO, INCL. FERRAGENS, 0,80 X 0,80 m	m²	0,64	172,54	110,43
10.8	BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO, INCL. FERRAGENS, 0,60 X 0,60 m	m²	0,36	159,21	57,32
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3217,70</b>
<b>11 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>					
11.1	ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 20 mm	m	19,00	4,90	93,10
11.2	ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 25 mm	m	6,00	5,43	32,58
11.3	ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 32 mm	m	30,00	6,97	209,10
11.4	CAIXA ELETRODUTO PVC 4 X 2"	unid	15,00	1,37	20,55
11.5	CAIXA ELETRODUTO PVC 3 X 3"	unid	1,00	2,45	2,45
11.6	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO P/ 6 CIRCUITOS	unid	1,00	24,08	24,08
11.7	RECEPTÁCULO DE PORCELANA P/ LÂMPADA INCANDESCENTE	unid	4,00	2,77	11,08
11.8	PLAFONIER EM ABS LINHA POPULAR P/ LÂMPADA INCANDESCENTE	unid	3,00	35,59	106,77
11.9	INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES	unid	2,00	3,72	7,44
11.10	INTERRUPTOR 2 TECLA SIMPLES	unid	2,00	6,67	13,34
11.11	INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES CONJUGADO COM 1 TOMADA UNIVERSAL 2P+T	unid	1,00	11,69	11,69
11.12	TOMADA UNIVERSAL 2P+T	unid	6,00	5,46	32,76
11.13	CONJUNTO DE 2 TOMADAS 2P+T CONJUGADAS	unid	1,00	6,27	6,27
11.14	PLACA DE ACABAMENTO EM BAQUELITE COM FURO CENTRAL P/ PONTO DE CHUVEIRO ELÉTRICO	unid	1,00	0,92	0,92
11.15	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 10A	unid	2,00	9,59	19,18
11.16	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 20A	unid	1,00	9,64	9,64
11.17	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 35A	unid	1,00	9,89	9,89
11.18	FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 1,5 mm²	m	104,00	0,70	72,80
11.19	FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 2,5 mm²	m	49,00	1,07	52,43
11.20	FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 6 mm²	m	27,00	2,54	68,58
11.21	FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 1kV # 10 mm²	m	30,00	4,26	127,80
11.22	PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA MONOFÁSICO EM POSTE DE CONCRETO 5M, COMPLETO, INCLUSIVE ATERRAMENTO E CAIXA P/ MEDIDOR C/DISJUNTOR MONOFÁSICO DE 50A	unid	1,00	796,42	796,42
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1728,87</b>

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>12 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>					
12.1	TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 20 mm	m	20,00	1,72	34,40
12.2	TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm	m	7,00	2,28	15,96
12.3	TÉ PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm	unid	4,00	2,35	9,40
12.4	JOELHO PVC SOLDÁVEL 90° DIAM.= 20 mm	unid	8,00	0,40	3,20
12.5	JOELHO PVC SOLDÁVEL 90° DIAM.= 25 mm	unid	3,00	0,59	1,77
12.6	JOELHO PVC SOLDÁVEL LR C/ BUCHA DE LATÃO DIAM.= 20 mm X 1/2"	unid	5,00	4,43	22,15
12.7	BUCHA DE REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL 25 mm X 20 mm	unid	5,00	0,33	1,65
12.8	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 20 mm X 1/2"	unid	2,00	0,58	1,16
12.9	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 25 mm X 3/4"	unid	4,00	0,65	2,60
12.10	FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 20 mm	unid	1,00	3,60	3,60
12.11	FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 25 mm	unid	3,00	4,65	13,95
12.12	RESERVATÓRIO DE FIBRA DE VIDRO CAPACIDADE 500 L, INCL. TAMPA	unid	1,00	235,00	235,00
12.13	REGISTRO GAVETA BRUTO DIAM.= 3/4" ( 25 mm )	unid	1,00	20,90	20,90
12.14	REGISTRO GAVETA METAL CROMADO DIAM. 3/4"	unid	1,00	51,00	51,00
12.15	REGISTRO PRESSÃO METAL CROMADO DIAM.= 1/2"	unid	1,00	46,53	46,53
12.16	TORNEIRA DE BÓIA P/ RESERVATÓRIO DIAM.= 1/2"	unid	1,00	23,79	23,79
12.17	VASO SANITARIO SIFONADO LOUÇA BRANCA PADRAO POPULAR, COM CONJUNTO PARA FIXAÇÃO PARA VASO SANITÁRIO COM PARAFUSO, ARRUELA E BUCHA	unid	1,00	194,77	194,77
12.18	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E COM TORNEIRA CROMADA PADRÃO POPULAR	unid	1,00	202,08	202,08
12.19	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO 150 X 60 CM, COM CUBA DE EMBUTIR DE AÇO INOXIDÁVEL MÉDIA, VÁLVULA AMERICANA EM METAL CROMADO, SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, ENGATE FLEXÍVEL 30 CM, TORNEIRA CROMADA LONGA DE PAREDE, 1/2 OU 3/4, PARA PIA DE COZINHA, PADRÃO POPULAR	unid	1,00	468,43	468,43
12.20	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO COM COLUNA, 22L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR	unid	1,00	285,31	285,31
12.21	PORTA-PAPEL DE LOUÇA BRANCA OU EM CORES	unid	1,00	49,53	49,53
12.22	PORTA-TOALHA DE LOUÇA BRANCA OU EM CORES	unid	1,00	72,78	72,78
12.23	SABONETEIRA DE LOUÇA BRANCA OU EM CORES, 15 x 15 CM SEM ALÇA	unid	1,00	39,18	39,18
12.24	BRACO OU HASTE COM CANOPLA PLASTICA, 1/2 ", PARA CHUVEIRO SIMPLES	unid	1,00	4,89	4,89
12.25	CHUVEIRO PLASTICO BRANCO SIMPLES 5 " PARA ACOPLAR EM HASTE 1/2 ", AGUA FRIA	unid	1,00	4,20	4,20
12.26	KIT CAVALETE DE PVC ROSCÁVEL DIAM. 3/4" CONFORME PADRÃO DA CONCESSIONÁRIA, INCL. BASE DE PROTEÇÃO EM CONCRETO SIMPLES 20 X 40 X 5 cm	unid	1,00	53,37	53,37
12.27	TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm	m	10,00	8,74	87,40
12.28	TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 50 mm	m	2,00	5,69	11,38
12.29	TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm	m	12,00	3,31	39,72
12.30	CURVA CURTA PVC SIMPLES 90° P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm	unid	3,00	10,37	31,11
12.31	CURVA CURTA PVC SIMPLES 90° P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm	unid	3,00	2,13	6,39
12.32	JOELHO PVC SIMPLES 45 ° P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm	unid	2,00	1,65	3,30
12.33	JOELHO PVC 90° P/ ESGOTO, INCL. ANEL DE BORRACHA DIAM.= 40 mm	unid	3,00	2,32	6,96
12.34	TÉ PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 100 mm	unid	2,00	11,58	23,16
12.35	JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 50 mm	unid	1,00	11,36	11,36
12.36	BUCHA DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 50 X 40 mm	unid	1,00	1,89	1,89
12.37	LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 40 mm	unid	3,00	4,14	12,42
12.38	LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 100 mm	unid	1,00	10,52	10,52
12.39	CAIXA SIFONADA DE PVC 100 X 100 X 50 COMPLETA, INCL. GRELHA E PORTA GRELHA DE PVC BRANCO	unid	1,00	17,78	17,78
12.40	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	unid	1,00	122,91	122,91
12.41	CAIXA DE GORDURA DUPLA EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 60MM COM TAMPA	unid	1,00	118,98	118,98
12.42	CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA	unid	1,00	286,12	286,12
12.43	FOSSA SEPTICA, SEM FILTRO, PARA 4 A 7 CONTRIBUINTES, CILINDRICA, COM TAMPA, EM POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD), CAPACIDADE APROXIMADA DE 1100 LITROS (NBR 7229)	unid	1,00	1.076,81	1076,81
12.44	SUMIDOURO EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESURA 10CM	unid	1,00	1.100,78	1100,78
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>4830,59</b>
<b>13 PINTURA</b>					
13.1	PINTURA ESMALTE 2 DEMÃOS SOBRE FUNDO NIVELADOR ( 1 DEMÃO ) EM ESQUADRIAS DE MADEIRA	m²	41,08	17,81	731,63
13.2	PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDE EXTERNA, COM 3 DEMÃOS, SEM MASSA CORRIDA	m²	68,28	11,35	774,98
13.3	EMASSAMENTO DE PAREDE INTERNA COM MASSA CORRIDA À BASE DE ÓLEO COM 2 DEMÃOS, PARA PINTURA A ÓLEO	m²	136,24	14,00	1907,36
13.4	PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDE INTERNA, COM 3 DEMÃOS, SEM MASSA CORRIDA	m²	103,86	9,77	1014,71
13.5	EMASSAMENTO DE PAREDE EXTERNA COM MASSA ACRÍLICA COM 2 DEMÃOS, PARA PINTURA LÁTEX	m²	68,28	8,74	596,77
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5025,45</b>

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>14 VIDROS</b>					
14.1	VIDRO LISO INCOLOR ESP.= 3 mm	m <sup>2</sup>	2,12	71,50	151,58
14.2	VIDRO FANTASIA INCOLOR MINI-BOREAU ESP=3mm	m <sup>2</sup>	0,36	99,26	35,73
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>187,31</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>41673,04</b>

Tabela 1 – Planilha orçamentária do sistema alvenaria estrutural.

## ORÇAMENTO - ALVENARIA CONVENCIONAL

Item	DESCRIÇÃO	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>1 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					
1.1	LIGAÇÃO provisória de luz e força para obra - instalação mínima	UN	1.000	853,78	853,78
1.2	LOCAÇÃO da obra, execução de gabarito	M2	32.380	3,79	122,72
1.3	RASPAGEM e limpeza manual de terreno	M2	150	2,75	412,5
1.4	LIGAÇÃO provisória de água para obra e instalação sanitária provisória , pequenas obras - instalação mínima	UN	1.000	408,09	408,1
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.797,09</b>
<b>2 FUNDAÇÕES</b>					
2.1	ESCAVAÇÃO MANUAL de vala em solo de 1ª categoria (profundidade: até 2 m)	M3	4.518	15,15	68,45
2.2	ALVENARIA de embasamento com pedra rachão, empregando argamassa de cimento e areia sem peneirar, traço 1:4	M3	1.807	406,68	734,87
2.3	REATERRO MANUAL de vala apiloado	M3	0,904	18,69	16,90
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>820,22</b>
<b>3 ESTRUTURA</b>					
3.1	FÔRMA com chapa compensada plastificada, e=12 mm, para pilares/vigas/lajes, incluso contraventamentos/travamentos com pontaletes 7,5 x 7,5 cm, 3 aproveitamentos	M2	3.012	39,55	119,12
3.2	CONCRETO estrutural dosado em central , fck 20 MPa	M3	0,969	250,29	242,53
3.3	ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 8,0 mm, corte e dobra na obra	KG	77.520	6,47	501,55
3.4	TRANSPORTE, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura	M3	0,969	71,28	69,07
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>932,27</b>
<b>4 PAREDES E PAINÉIS</b>					
4.1	ALVENARIA de vedação com bloco cerâmico furado 9 X 19 X 19 cm (furos horizontais), espessura da parede 9 cm, juntas de 12 mm, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:3:7 - tipo 1 com mão-de-obra empreitada	M2	90.360	32,64	2.949,35
4.2	VERGA RETA moldada no local com fôrma de madeira considerando 5 reaproveitamentos, concreto armado fck = 13,5 MPa, controle tipo "B"	M3	0,159	1.011,33	160,80
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.110,15</b>
<b>5 COBERTURA</b>					
5.1	CALHA de chapa galvanizada nº 24 desenvolvimento 50 cm	M	26.761	41,22	1.103,09
5.2	ESTRUTURA de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica , vão de 15 m	M2	44.760	80,72	3.613,03
5.3	COBERTURA com telha de fibrocimento , uma água, perfil ondulado, e = 4 mm, altura 24 mm, largura útil 450 mm, largura nominal 500 mm, inclinação 27%	M2	44.760	15,44	691,09
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.407,21</b>
<b>6 IMPERMEABILIZAÇÃO</b>					
6.1	IMPERMEABILIZAÇÃO de piso com três demãos de emulsão asfáltica	M2	7.637	18,37	140,29
6.2	IMPERMEABILIZAÇÃO de alvenaria de embasamento com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com aditivo impermeabilizante, e=2 cm	M2	10.040	21,73	218,17
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>358,46</b>
<b>7 REVESTIMENTOS DE PAREDE</b>					
7.1	REJUNTAMENTO de azulejo 15 x 15 cm, com argamassa pré-fabricada, para juntas até 3 mm	M2	46.740	2,87	134,14
7.2	EMBOÇO para parede interna com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:4, e=20 mm	M2	46.740	14,54	679,60
7.3	REBOCO para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada, e=5 mm	M2	103.860	9,18	953,43
7.4	CHAPISCO para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	M2	218.884	3,41	746,39
7.5	REBOCO para parede externa, hidrófugo tipo massa raspada, com argamassa pré-fabricada, e=7 mm	M2	68.284	10,56	721,08
7.6	AZULEJO assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, juntas a prumo	M2	46.740	25,75	1203,56
7.7	EMBOÇO para parede interna com argamassa de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2, e=20 mm	M2	36.144	16,89	610,47
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.048,67</b>
<b>8 REVESTIMENTOS DE TETO</b>					
8.1	FORRO DE GESSO fixo monolítico com placa pré-moldada, encaixe macho-fêmea (espessura: 30 mm)	M2	32.380	48,07	1.556,51
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.556,51</b>

Item	DESCRIÇÃO	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>9 PISOS</b>					
9.1	RODAPÉ cerâmico assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, traço 1:2:8, altura 8 cm	M	34.620	21,15	732,21
9.2	PISO CERÂMICO esmaltado 30 x 30 cm, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:5, e=2,5 cm	M2	32.380	61,3	1.984,89
9.3	REJUNTAMENTO DE PISO cerâmico com argamassa pré-fabricada, espessura da junta: 6 mm	M2	32.380	6,17	199,78
9.4	PEITORIL de mármore natural, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:1:4 (largura: 15 cm)	M	7.000	74,36	520,52
9.5	LASTRO DE CONCRETO (contra-piso) não estrutural impermeabilizado (espessura: 6 cm)	M2	32.380	37,88	1.226,55
9.6	CALÇADA de proteção em concreto magro, E = 5 cm e largura de 60 cm	M2	16,06	44,88	720,77
9.7	SOLEIRA de mármore natural de 15 cm de largura, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:1:4	M	0,05	65,09	3,25
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.387,97</b>
<b>10 ESQUADRIAS</b>					
10.1	PORTA interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem, 0,70 x 2,10 m	UN	4,00	172,65	690,60
10.2	JANELA de madeira colocação e acabamento tipo guilhotina com veneziana, batente, guarnição e ferragem, 1,20 x 1,20 m	M2	5,83	431,77	2.518,51
10.3	PORTA interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem, 0,60 x 2,10 m	UN	1,00	167,66	167,66
10.4	PORTA interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem, 0,80 x 2,10 m	UN	2,00	177,6	355,20
10.5	JANELA de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, de correr, com contramarcos	M2	2,00	495,15	990,30
10.6	JANELA de ferro sob encomenda, colocação e acabamento de correr	M2	1,00	362,93	362,93
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.085,20</b>
<b>11 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>					
11.1	ELETRODUTO de PVC rígido roscável, com conexões Ø 50 mm (1 1/2")	M	30.000	14,77	443,10
11.2	ENTRADA DE ENERGIA em caixa de chapa de aço, dimensões 500 x 600 x 270 mm, potência de 20 a 25 kW	UN	1.000	1.923,17	1.923,17
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.366,27</b>
<b>12 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>					
12.1	TÉ soldável de cobre bolsa x bolsa Ø 22 mm (3/4")	UN	1.000	11,39	11,39
12.2	TUBO de cobre soldável, com conexões Ø 22 mm (3/4")	M	8.000	43,61	348,88
12.3	TÉ 90° soldável de PVC marrom Ø 25 mm	UN	4.000	3,58	14,32
12.4	REGISTRO de gaveta bruto Ø 50 mm (2")	UN	4.000	125,98	503,92
12.5	TUBO de PVC soldável, com conexões Ø 25 mm	M	32.000	8,47	271,04
12.6	TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta bolsa e virola, Ø 100 mm	M	9.000	14,47	130,23
12.7	JUNÇÃO 45° de PVC branco com redução, ponta bolsa e virola, Ø 100 x 75 mm	UN	1.000	25,33	25,33
12.8	JUNÇÃO 45° de PVC branco, ponta bolsa e virola, Ø 50 x 50 mm	UN	5.000	10,72	53,60
12.9	JOELHO 90° de PVC branco, ponta bolsa e virola, Ø 50 mm	UN	2.000	13,44	26,88
12.10	TÉ 90° de PVC branco, ponta bolsa e virola, Ø 50 x 50 mm	UN	5.000	9,60	48,00
12.11	TUBO de PVC branco, sem conexões, ponta bolsa e virola, Ø 50 mm	M	30.000	8,84	265,20
12.12	CAIXA DE INSPEÇÃO em alvenaria - 1/2 tijolo comum maciço revestido internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar, traço 1:3, lastro de concreto e = 10 cm, tampa e = 5 cm, dimensões 80 x 80 x 60 cm	UN	1.000	263,69	263,69
12.13	CAIXA DE INSPEÇÃO em alvenaria - 1/2 tijolo comum maciço revestido internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar, traço 1:3, lastro de concreto e = 10 cm, tampa e = 5 cm, dimensões 60 x 60 x 60 cm	UN	1.000	187,07	187,07
12.14	CURVA 90° soldável de PVC marrom Ø 25 mm	UN	12.000	4,58	54,96
12.15	TÉ 90° de PVC branco, ponta bolsa e virola, Ø 100 x 100 mm	UN	1.000	18,70	18,70
12.16	TUBO de PVC soldável, com conexões Ø 50 mm	M	6.000	19,11	114,66
12.17	CAIXA DE INSPEÇÃO em alvenaria - 1 tijolo comum maciço revestido internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, lastro de concreto e = 10 cm, tampa e = 5 cm, dimensões 60 x 60 x 60 cm	UN	1.000	302,60	302,60
12.18	COTOVELO soldável de cobre bolsa x ponta, Ø 22 mm x 3/4"	UN	4.000	12,43	49,72
12.19	JOELHO 90° de PVC branco, ponta bolsa e virola, Ø 75 mm	UN	10.000	6,14	61,40
12.20	CAVALETE com tubo de aço galvanizado 20 mm (3/4")	UN	1.000	240,09	240,09
12.21	ABRIGO para cavalete em alvenaria, dimensões 0,65 x 0,85 x 0,30	UN	1.000	266,77	266,77
12.22	FOSSA SEPTICA, sem filtro, para 4 a 7 contribuintes, cilíndrica, com tampa, em polietileno de alta densidade (PEAD), capacidade aproximada de 1100 litros (NBR 7229)	UN	1.000	1076,81	1076,81
12.23	SUMIDOURO em alvenaria de tijolo cerâmico maciço diâmetro 1,20 m e altura 5,00 m, com tampa em concreto armado diâmetro 1,40m e espessura 10 cm	UN	1.000	1100,78	1100,78
12.24	PIA de cozinha de aço inoxidável, cuba simples, 1,50 x 0,54 m	UN	1.000	481,02	481,02
12.25	PORTA-PAPEL de louça branca ou em cores	UN	1.000	49,53	49,53
12.26	LAVATÓRIO de louça de embutir (cuba), com torneira de pressão e acessórios	UN	1.000	381,79	381,79
12.27	BACIA de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios	UN	1.000	464,40	464,40
12.28	TAMPO de granito para pia, e=30,00 mm, largura 0,60 m	M	1.000	255,46	255,46
12.29	CHUVEIRO-DUCHA metálico	UN	1.000	5,81	5,81
12.30	CAIXA sifonada de PVC com grelha branca, 100 x 100 x 50 mm	UN	2.000	24,87	49,74
12.31	RALO de PVC rígido seco, 100 x 50 x 40 mm	UN	3.000	19,20	57,60
12.32	PORTA-TOALHA de louça branca ou em cores	UN	1.000	72,78	72,78
12.33	SABONETEIRA de louça branca ou em cores, 15 x 15 cm sem alça	UN	1.000	39,18	39,18
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.293,4</b>
<b>13 PINTURA</b>					
13.1	PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA em parede externa, com três demãos, sem massa corrida	M2	68.284	11,35	775,02
13.2	PINTURA COM TINTA ESMALTE em esquadria de ferro, com duas demãos	M2	56.700	12,24	694,01
13.3	EMASSAMENTO de parede interna com massa corrida à base de óleo com duas demãos, para pintura a óleo	M2	136.240	14	1.907,36
13.4	PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA em parede interna, com três demãos, sem massa corrida	M2	103.860	9,77	1.014,71
13.5	EMASSAMENTO de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	M2	68.284	8,74	596,80
13.6	PINTURA COM TINTA ESMALTE em esquadria de ferro, com duas demãos	M2	3.000	16,9	50,70
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.038,60</b>

Item	DESCRIÇÃO	Unid.	Quant.	Preço	Total
<b>14 VIDROS</b>					
14.1	VIDRO cristal comum liso, colocado em caixilho com ou sem baguetes, duas demãos de massa e = 5 mm	M2	11.400	152,27	1.735,88
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.735,88</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>45.937,86</b>

**Tabela 2** – Planilha orçamentária do sistema alvenaria convencional.

## 4.2 Relação Custo/Benefício do Empreendimento

### 4.2.1 Custos da Obra

O resultado demonstra uma grande diferença de custo entre os dois sistemas. Nas primeiras etapas, é onde se concentra o maior custo do orçamento, com o uso sistema em alvenaria estrutural.

Na etapa de fundação verificou se a maior diferença de custo por etapa dos dois sistemas, onde a fundação aplicada pelo sistema convencional apresentou um custo de 70,48% inferior ao custo da fundação aplicada ao sistema em alvenaria estrutural. Essa grande diferença é devido o orçamento conter apenas alvenaria de embasamento, sem a viga baldrame.

Na estrutura, o sistema convencional teve seu custo 42,55% mais econômico que o sistema em alvenaria estrutural. Devido a utilização de viga de travamento no sistema em alvenaria estrutura, para que proporcionasse o alívio de esforços na fundação, implicando diretamente no custo da estrutura.

No sistema em alvenaria estrutural a alvenaria tem dupla função, de estrutura e vedação, sendo este um dos motivos na comparação da etapa paredes e painéis, o sistema convencional apresentar uma redução de 48,84% mais econômica, até por ter a função apenas de vedação. Por ter dupla função a alvenaria no sistema em alvenaria estrutura, implica no aumento do custo (**Tabela 3**).

	ESTRUTURAL	CONVENCIONAL	IMPACTO DE CUSTO
Serviços Preliminares	1975,35	1797,35	9,01%
Fundações	2778,14	820,22	70,48%
Estrutura	1622,75	932,27	42,55%
Paredes e Painéis	6079,45	3110,15	48,84%
Cobertura	4066,64	5407,21	24,79%
Impermealizações	558,82	358,46	35,85%
Revestimentos de Paredes	3168,75	5048,67	37,24%
Revestimentos de Teto	1556,51	1556,51	0,00%
Pisos	4876,71	5387,97	9,49%
Esquadrias	3217,70	5085,20	36,72%
Instalações Elétricas	1728,87	2336,27	26,00%
Instalações Hidráulicas	4830,59	7293,40	33,77%
Pintura	5025,45	5038,60	0,26%
Vidros	187,31	1735,88	89,21%
<b>TOTAL</b>	<b>41673,04</b>	<b>45908,16</b>	<b>9,23%</b>

**Tabela 3** – Comparação global dos custos.

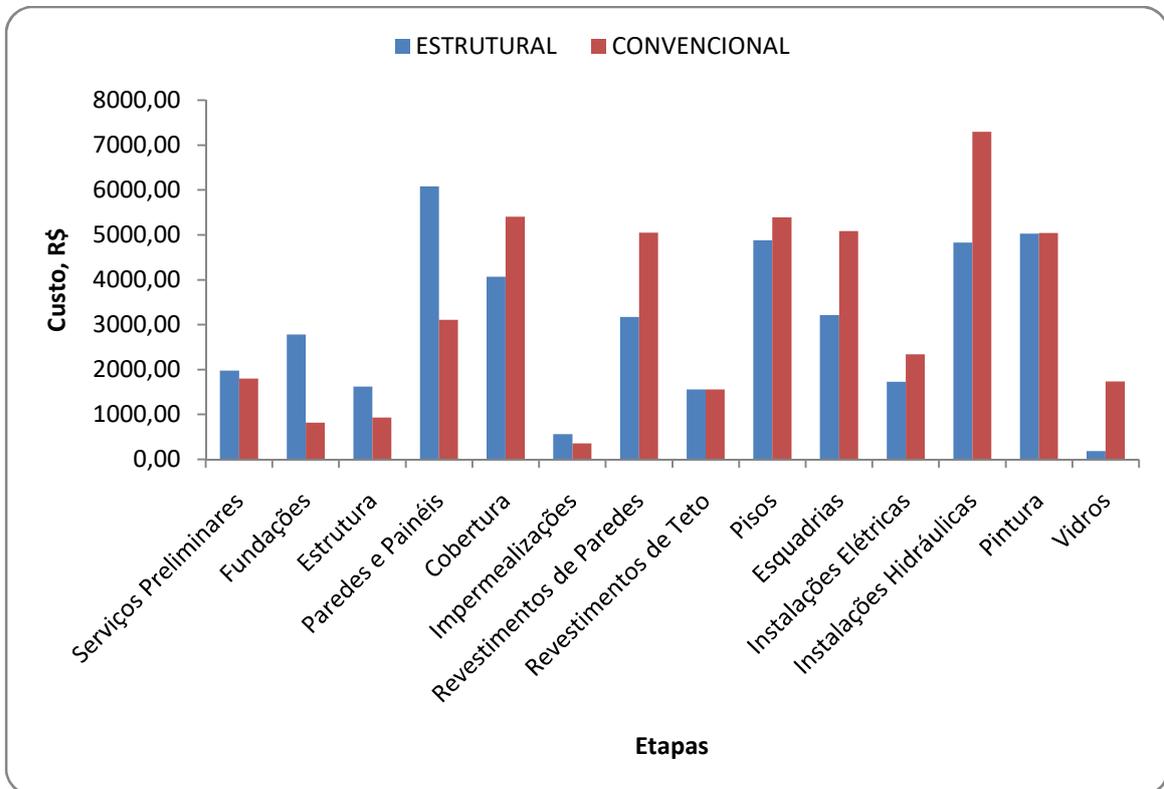
Nas etapas de acabamento o sistema em alvenaria estrutural passa a ser mais econômico que o sistema convencional. O revestimento de paredes da alvenaria estrutural chega a ser 37,24% mais econômica que a alternativa convencional. Esta diferença é justificada pela eliminação de etapas como chapisco e emboço no revestimento das paredes de blocos de concreto, sendo necessário chapisco em paredes apenas onde houver o assentamento de azulejos.

O custo referente ao revestimento de teto, foi considerado igual para os dois sistemas, pelo motivo de em ambos os projetos os painéis de lajes treliçadas formados terem sido os mesmos, e também para simplificar a comparação, observando que o objetivo é comparar o restante das etapas, onde estão presentes as diferenças entre os dois sistemas (**Tabela 3**).

A maioria das construções convencionais também gera bastante entulho devido à quebra de blocos do sistema, as paredes são normalmente erguidas e depois rasgadas para receberem a tubulação, inclusive, esta é sua principal desvantagem econômica e ambiental.

**Figura 20** – Comparação global dos custos – Alvenaria Estrutural e Alvenaria Convencional.

Fonte: Autor, 2016.

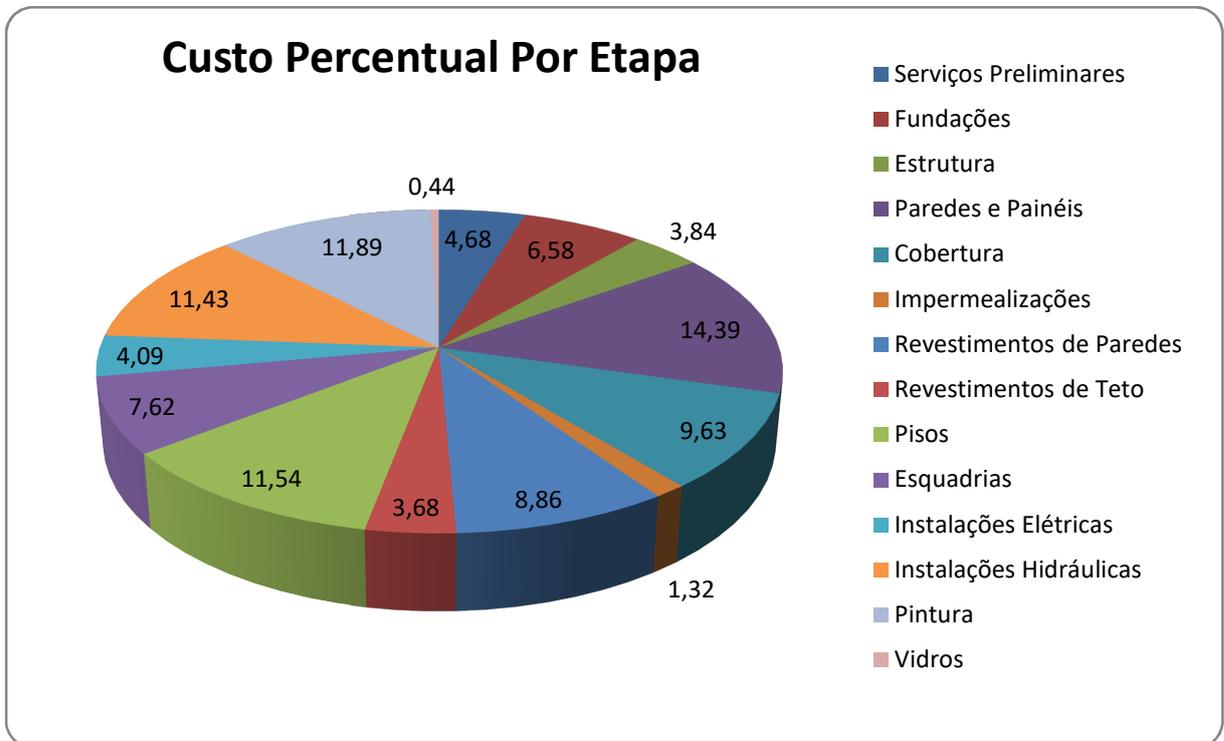


Destaca-se no sistema em alvenaria estrutural, a fase de paredes e painéis, onde se concentra o maior custo do orçamento, com 14,39% em cima do valor total da obra. Mas com agilidade no processo e é essa etapa que proporciona às condições de alívio de cargas a fundação, seu custo é mais elevado por a alvenaria fazer a função de estrutura e vedação.

Na etapa de instalações elétricas no sistema em alvenaria estrutural, apresenta um dos menores custos da obra, 4,09% do custo total. Devido o serviço ser feito simultaneamente com a vedação tendo uma maior agilidade o processo, com isso faz com que no final não haja desperdício de material, em virtude de rasgar a parede (**Gráfico 2**).

**Figura 21** – Custo percentual por etapa – alvenaria estrutural.

Fonte: Autor, 2016.

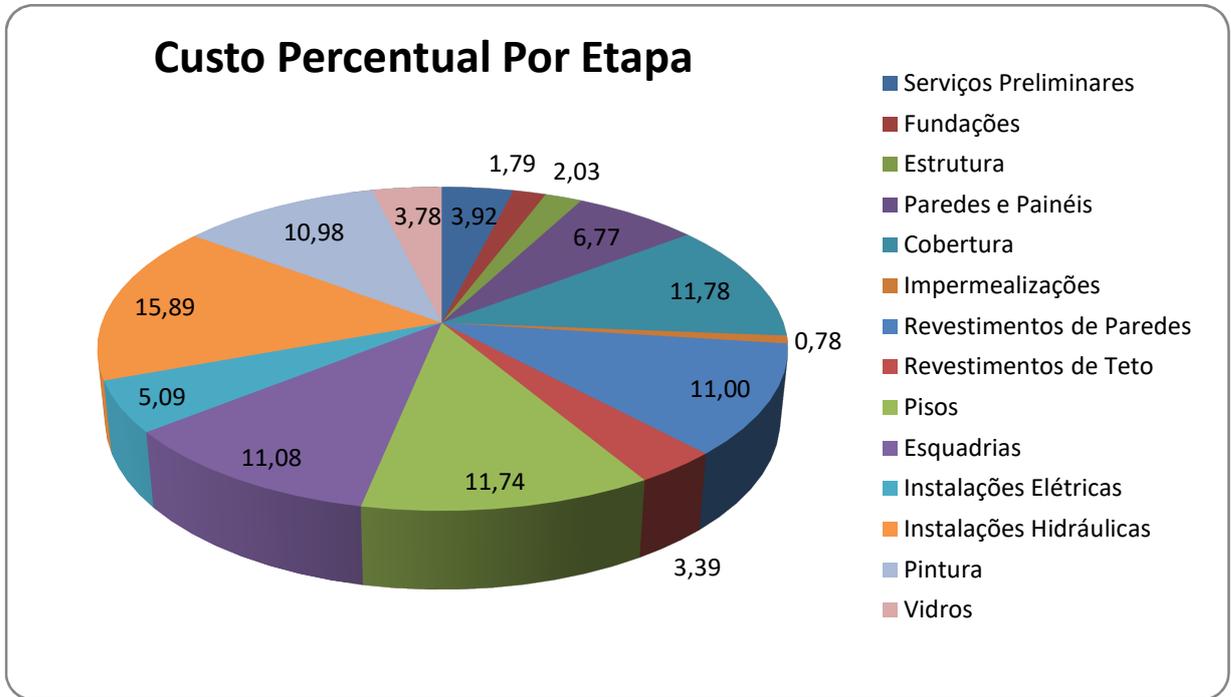


No sistema convencional destaca se negativamente, a etapa de instalações hidráulicas, tendo o maior custo da obra, 15,89%. Isto devido o grande desperdício de material, pela necessidade de rasgar a parede para assim passar as tubulações, e não tendo muita agilidade no processo.

Nas etapas iniciais no sistema convencional, é onde se encontra os menores custos da obra. Considerando juntos as etapas de fundação e estrutura, o custo é de 3,82% da obra, representando ainda assim um dos menores custos da obra comparando com outras etapas (**Gráfico 3**).

**Figura 22** – Custo percentual por etapa – alvenaria convencional.

Fonte: Autor, 2016.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil está sempre em busca de novas tecnologias construtivas, voltadas a atender a demanda do mercado imobiliário com construções mais sustentáveis e com redução significativa dos custos do empreendimento.

Apesar do mercado brasileiro construtivo de residências já ser consolidado com o uso de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, dia a dia estão sendo agregadas novas tecnologias de sistemas construtivos, já que estes visam principalmente oferecer melhores condições para a indústria da construção civil principalmente, no que se refere aos impactos ambientais e aos custos das obras.

Durante este estudo, constatou-se que a utilização do sistema construtivo Alvenaria Estrutural no projeto piloto, objeto de estudo deste trabalho, verificou se que o resultado foi bastante satisfatório mediante os aspectos econômicos resultantes, oportunidade esta em se observou menor custo em relação ao sistema Convencional.

É de se notar, que a utilização desse sistema se torna cada vez mais adotado e procurado pelos empresários da construção civil.

Verificou-se neste estudo, que uma das principais vantagens do sistema em Alvenaria Estrutural é que a execução da obra tem uma maior racionalização, o que gera maior rendimento da mão de obra, possibilita a programação de gastos em cada etapa e diminui o desperdício, revestimentos com baixas espessuras devido ao perfeito esquadrejamento dos blocos e da obra como um todo, além ainda da redução do canteiro de obras, qualidade habitacional e baixo impacto ambiental.

Na finalização deste estudo sobre o sistema construtivo Alvenaria Estrutural, conclui-se que o sistema em alvenaria estrutural é uma alternativa bastante satisfatória já que este estudo demonstrou ser financeiramente mais econômico, relação ao sistema convencional.

## REFERÊNCIAS

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 1994.

KEELLING, Ralph. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. 1ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2002

ALVES, Cleber de Oliveira. **Estudo comparativo de custo entra alvenaria estrutural e paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas de alumínio**. 2011. 84p. Monografia (Graduação Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Belém.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica – PCC. Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000.

ARAÚJO, Luís O. C. de; FREIRE, Tomás M. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios**. São Carlos: UFSCAR, 2004. Pró-reitoria de extensão, departamento de engenharia civil.

AZEVEDO, Sérgio de; ANDRADE, Luiz A. G. de. **Habitação e poder: da Fundação da casa popular ao Banco Nacional da Habitação**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

BORGES, Leandro. **Como e Por que Fazer um Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira**. Disponível em: <<http://blog.luz.vc/como-fazer/como-e-por-que-fazer-um-estudo-de-viabilidade-economica-e-financeira/>> Acesso em: 29 de abril de 2016.

CORRÊA, Lasaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

FREIRE, Bruno Sirqueira. **Sistema construtivo em alvenaria estrutural de bloco de concreto**. 2007. 32p. Monografia (Graduação Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo.

KLEIN, Bruno Gustavo. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e o sistema Light Steel Frame para construção de conjuntos habitacionais**. 2013. 100p. Monografia (Graduação Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Pato Branco.

OHASHI, E.A.M. Sistema de Informação para Coordenação de Projetos de Alvenaria Estrutural . 2001, 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PESSÔA, Djalma Pinto Neto. **Viabilidade de Executiva de Obras e/ou Serviços de Engenharia**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=38&Cod=498>> Acesso em: 28 de abril de 2016.

RAMALHO, Marcio A.; Corrêa, Márcio R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

TAUIL, Carlos Alberto. **Alvenaria Estrutural**/Carlos Alberto Tauil, Flávio José Martins Nese – São Paulo: Pini, 2010.

VIEIRA, João Bosco da Silva. **Orçamentação e custo de obras civis**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=38&Cod=1140>> Acesso em: 27 de abril de 2016.