



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ – FAPAC
ENGENHARIA CIVIL

MARLOS ROCHA ARAÚJO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE UMA EDIFICAÇÃO EM
ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO**

UBÁ -MG

2015

MARLOS ROCHA ARAUJO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE UMA EDIFICAÇÃO EM
ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Ms. Israel Iasbik.

UBÁ - MG

2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edson Martins Araújo e Máisa Martins Rocha que me deram forças e a oportunidade de cursar este curso. A minha irmã Marcella, a minha namorada Thaynah pelo apoio nos momentos difíceis e a todos os meus amigos e familiares que fizeram com que essa caminhada se tornasse mais amena em alguns momentos.

Agradeço aos mestres por todo conhecimento gentilmente compartilhado e a todos aqueles que contribuíram para mais esta conquista em minha vida.

Agradeço também ao meu orientador Israel Iasbik, que me deu toda a assistência necessária para a realização deste trabalho.

RESUMO

A alvenaria difundiu-se pelo mundo, desde os tempos de nossos ancestrais até os dias de hoje, sendo a principal técnica construtiva empregada até o início do século XX. Com a evolução da engenharia civil, nota-se o avanço dos métodos construtivos, progresso este que contribuiu na rentabilidade das edificações. Esta pesquisa teve por objetivo geral comparar o método em concreto armado com a alvenaria estrutural em nível de orçamento na rentabilidade das edificações presentes na região da Zona da Mata Mineira em dois projetos de acordo com a tabela da SETOP. Destaca-se que na região existe uma predominância do uso do concreto armado, embora o uso da alvenaria estrutural tenha crescido recentemente no mercado nacional, esta não é amplamente utilizada na região analisada. Esta pesquisa de cunho quantitativo possui dados coletados através da tabela da SETOP. Os resultados sugeriram que ao comparar os projetos de alvenaria estrutural e concreto armado, estes apresentaram pouca diferença em relação ao orçamento. Ressalta-se que embora a comparação orçamentaria seja de grande valia para a escolha final, esta não deve ser a única a ser analisada. Outros fatores devem ser considerados, como a oferta da mão de obra qualificada, relacionamento com fornecedores, disponibilidade de materiais próximos ao local da obra, entre outros.

Palavras-Chave: Métodos. Concreto armado. Alvenaria estrutural.

ABSTRACT

Masonry has spread around the world since the days of our ancestors to this day, this is the main construction technique used until the early twentieth century. With the evolution of civil engineering, there is the progress of the construction methods; this progress contributes to the profitability of buildings. This research had as general objective to compare the method of reinforced concrete and masonry considering the budget on the profitability of buildings in the region of Zona da Mata Mineira in two projects in accordance with the SETOP table. Standes out that in the region there is a predominance of the use of reinforced concrete, although the use of structural masonry has been growing recently in the domestic market, this is not widely used in the analyzed region. This quantitative study has collected data through the SETOP table. The results suggested that when comparing the designs of masonry and reinforced concrete, they showed little difference from the budget. Emphasized that although the budget comparison to be of great value to the final choice, it should not be the one to be analyzed. Other factors must be considered, as the supply of skilled labor, supplier relationships, availability of materials close to the site, among others.

Key-words: Methods. Reinforced. Concrete. Structural Masonry.

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria difundiu-se pelo mundo, desde os tempos de nossos ancestrais até os dias de hoje, sendo a principal técnica construtiva empregada até o início do século XX.

Segundo SALGADO (2014), a alvenaria é a união de blocos sólidos, unidos por argamassa ou por encaixe, formando um elemento vertical coeso. Pode ter funções mais simples, de vedação e delimitação de espaços, sendo esta função de vedação a mais comum em nossa região. Como também pode ter função estrutural.

Segundo SALGADO (2014), em estruturas de concreto armado é muito utilizada a alvenaria de vedação, por ser mais leve e possuir um baixo custo na vedação e delimitação de espaços internos e externos da edificação. Esta técnica é conhecida como alvenaria convencional.

Segundo Ramalho & Corrêa (2003), na alvenaria estrutural, a alvenaria vem com a função de vedação e delimitação de espaços e também como a estrutura da edificação. Função esta que nos últimos anos vem ganhando força no mercado nacional, devido sua execução ser mais rápida em relação ao concreto armado.

A alvenaria estrutural é considerada uma técnica construtiva bastante tradicional, utilizada pelo homem desde a antiguidade onde o principal elemento de alvenaria era a rocha, porém a partir de 4.000 a.C. a argila foi introduzida tornando possível a produção de tijolos, sendo que hoje é possível encontrar uma grande variabilidade de tijolos que apresentam melhor resistência a determinadas situações de aplicação. (TAVARES, 2011. Pg.14)

Segundo SANTOS (2008), em meados do século XIX, época da revolução industrial, o aço ganhou força no mercado mundial, devido aos problemas de durabilidade da madeira. Com isso surgiram novos métodos construtivo sendo um deles o concreto armado. Este processo supriu bem as necessidades construtivas da época.

Segundo MARCOLIN (2006), a primeira referência sobre o concreto armado no Brasil, consta em 1904, em um trabalho feito por Antônio de Paula Freitas, professor da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Em seu trabalho Freitas menciona a execução de seis prédios projetados pelo engenheiro Carlos Poma.

Em meados da década de 60 a alvenaria estrutural ganhou força. Com a crescente alta no mercado da construção civil. Tornando-se uma forte concorrente do concreto armado. Com isso ambos vêm sofrendo modificações para oferecer uma maior agilidade e um menor custo.

Com a atual situação do mercado nacional, antes de começar uma construção,

seja ele de grande ou pequeno porte, deve-se buscar a rentabilidade deste empreendimento, para obter a maior economia possível ou em casos de comércio o maior lucro.

Por este fato a concorrência entre empresas do ramo vêm aumentando muito, diante disto, novos métodos vêm ganhando espaço no mercado, além do método convencional em concreto armado, forçando uma melhoria e uma redução dos custos. Dentre estas novas técnicas construtivas a execução de edificações em alvenaria estrutural vem se mostrando como uma boa opção.

Entretanto com esses novos métodos construtivos, o concreto armado, na presente região é o método construtivo mais utilizado, podendo ser encontrado em obras de pequeno e grande porte. Assim se torna a primeira opção para execução de uma obra.

Esta pesquisa está dividida em cinco etapas, a saber: (a) consiste na introdução da pesquisa, na qual se apresenta a origem do trabalho, objetivos e justificativas; (b) apresentação da revisão de literatura utilizada sobre concreto armado e alvenaria estrutural; (c) apresentação da metodologia utilizada, propondo o modo de avaliação dos materiais gastos e custos; (d) apresentação dos resultados obtidos dos materiais gastos e custos e (e) apresentação das conclusões do estudo.

Este trabalho de conclusão de curso justifica-se pela seguinte razão. Na região analisada o concreto armado é dominante em relação à alvenaria estrutural. Embora esta tenha ganhando força no mercado nacional, ela ainda não é amplamente utilizada. Sendo assim, foram realizadas comparações sobre qual método construtivo será mais vantajoso em nível de custo para a escolha final para a execução do projeto. Silva (2002) afirma que na construção civil existe uma carência de dados a respeito de custos. Acreditamos que este tema possui grande relevância para as empresas e para os construtores em geral, pois estes procuram um processo construtivo de boa qualidade e melhor viabilidade de custo.

Tendo por objetivo geral comparar o concreto armado com a alvenaria estrutural em nível de orçamento, seguindo os projetos estruturais de ambos os métodos. Para alcançar esse objetivo, teve como base: a demonstração dos materiais gastos; a comparação dos custos em cada etapa; e a comparação do custo final da estrutura.

2 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta um apanhado geral sobre os conceitos de estruturas de concreto armado, alvenaria e alvenaria estrutural.

2.1 Estruturas em Concreto Armado

Segundo Botelho e Marchetti (2013), a estrutura de concreto armado nada mais é que uma ligação solidária entre o concreto e uma estrutura resistente à tração, que, em geral, é o aço.

Para Botelho e Marchetti (2013), normalmente, a peça é composta por concreto na parte comprimida e apresenta aço na parte tracionada.

O aço, entretanto, não pode estar isolado ou pouco íntimo com o concreto que o rodeia. O aço deve estar solidário, atritado, fundido junto, trabalhando junto e se deformando junto e igualmente com o concreto (BOTELHO e MARCHETTI, 2013, pg.27).

FIGURA 1: Bloco de concreto com armadura.



Fonte: <http://www.bimbon.com.br/>

2.1.1 Cimento

Conforme a pesquisa do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (2012), o cimento tem em sua antiga história, uma evidência do seu uso nas pirâmides do Egito. Na época, preocupados em erguer as suntuosas pirâmides, os egípcios

desenvolveram uma espécie de cimento fabricado através de uma mistura de gesso calcinado. Depois, este voltou a aparecer, na Roma e Grécia antigas, onde foi aplicada em monumentos, uma massa obtida pela hidratação de cinzas vulcânicas.

Hoje seu nome é Cimento Portland e para Carvalho (2008), o cimento pode ser definido como um aglomerante hidráulico produzido pela moagem do clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente encontrado com uma ou mais formas de sulfato de cálcio como um produto de adição.

Segundo o pensamento deste mesmo autor, os clínqueres são nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de um material sintetizado, produzido pelo cozimento da fusão de uma mistura de calcário e argila, dosada e homogeneizada, de uma forma que toda a cal se combine com os compostos argilosos, sem que, após o cozimento resulte cal livre em quantidade prejudicial.

Uma de suas funções no concreto é unir os outros componentes, pois quando entra em contato com água, ganha capacidade de juntar os agregados (areia e pedra) e, depois, forma um material sólido.

FIGURA 2: Cimento



Fonte: <http://suaobra.com.br/>

2.1.2 Agregado

Segundo Carvalho (2008), agregados são fragmentos de rochas. Fragmentos estes utilizados em quase todas as obras de infraestrutura civil, como em edificações, pavimentação, barragens e saneamento. Estes materiais podem ser, por exemplo, blocos, pedras, pedregulhos, cascalhos, seixos, britas, pedriscos, areias, etc. A faixa de tamanho destes fragmentos é bastante ampla, podendo ser blocos com dezenas de centímetros, até

partículas milimétricas, como os “agregados miúdos” usados na confecção de concreto para a maioria das edificações.

Para Hagemann (2011), existem diversos critérios de classificação para os agregados, porém, o principal deles é aquele que classifica os agregados de acordo com o tamanho dos grãos. A NBR 7211 classifica os agregados de acordo com o tamanho em:

De acordo com a NBR 7211/1983, agregado miúdo é areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm.

De acordo com a NBR 7211/1983, agregado graúdo pode ser definido como pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou mistura de ambos, cujos grãos passam pela peneira ABNT 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8 mm.

FIGURA 3: Agregados



Fonte: <https://www.linkedin.com/>

2.1.3 Concreto

Para Adão & Hermerly (2010), concreto pode ser definido como uma mistura de cimento, areia, pedra e água. O cimento é denominado aglomerante, uma vez que apresenta a propriedade de ser ligante, ou seja, permite que areia e pedra, chamados de agregados, formem uma mistura “ligada” com alguma homogeneidade, que após seca, torna-se sólida.

FIGURA 4: Concreto fresco



Fonte: <http://www.massaguacu.com.br/>

2.1.4 Aço

Segundo Adão & Hermerly (2010), o aço é um metal fabricado e tem como base o “ferro”. O ferro em sua composição tem altíssima porcentagem deste mineral (cerca de 98%), sendo composto por: C (carbono), Mn (manganês) e Si (silício). O carbono é o principal contribuinte em propriedades mecânicas do aço, com sua alta resistência e ductilidade. As principais constantes físicas do aço são: Massa específica = 7,85 t/m³; Módulo de elasticidade = 205 000 Mpa; Coeficiente de Poisson = 0,3.

Segundo Botelho e Marchetti (2013), os aços são divididos pelo seu teor de carbono, assim resulta nas classes: CA-25, CA-50 e CA-60. Cada classe é indicada pelo CA (aço para concreto armado) e o número indica a tensão de escoamento.

Segundo Salgado (2014), o aço CA-25 manifesta com grande maleabilidade, utilizado principalmente como tirante em formas para concreto armado, o CA-50 é utilizado como elemento constituinte do concreto armado, principalmente nas barras longitudinais e o CA-60, também utilizado no concreto armado, porém preferencialmente usado na confecção de estribos.

FIGURA 5: Armadura estrutural



Fonte: <http://cypecad.multipius.com/>

2.1.5 Estrutura

O sistema estrutural de uma edificação é projetado e construído para sustentar e transferir ao solo com segurança as cargas laterais e de gravidade aplicadas, sem exceder os esforços admissíveis em seus elementos. (CHING, 2010, p. 48).

Sendo composto basicamente por: fundação, pilar, viga e laje.

2.1.5.1 Lajes

Para Adão & Hermerly (2010), lajes são elementos estruturais planos, com maiores dimensões em plano horizontal. São consideradas lajes os pisos e tetos dos prédios, assim como tampas e fundos de caixas d'água de concreto armado.

Seguindo o pensamento do mesmo autor, são as lajes que recebem diretamente todas as cargas, transferindo para as vigas e em alguns casos para as paredes.

2.1.5.2 Vigas

Segundo Adão & Hermerly (2010), são as vigas que servem de apoio para as lajes. Além disso, caso as vigas que não possuem pilar em sua extremidade, recebendo suas cargas e transferindo-as para os pilares.

2.1.5.3 Pilar

Os pilares visam absorver, principalmente, todas as cargas verticais que atuam sobre um pavimento (teto ou piso) de um prédio. As cargas são, de uma maneira geral, transmitidas por ações de vigas. (ADÃO & HEMERLY, 2010, p. 115).

2.1.5.4 Fundação

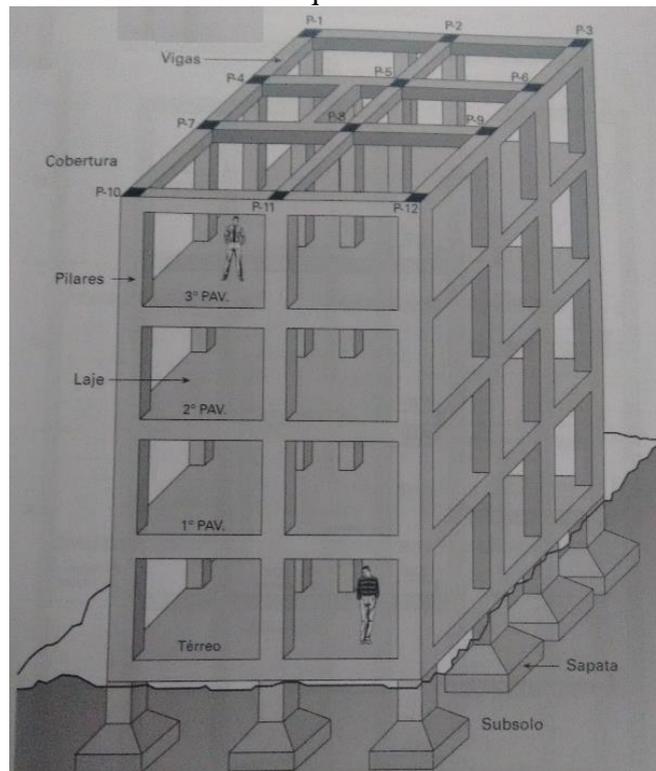
Fundações são elementos estruturais destinados a suportar toda a carga de pressão proveniente dos carregamentos de esforços oriundos do peso próprio dos elementos estruturais como em um todo, acrescidos dos carregamentos provenientes do uso (sobrecargas) (SALGADO, 2014, p.46).

Podemos classificar as fundações em duas categorias amplas: fundações rasas e fundações profundas. (CHING, 2010, p. 80).

Segundo Ching (2010), fundações rasas são utilizadas quando encontramos um solo estável, com capacidade de carregamento adequada, perto da superfície. Elas são assentadas diretamente abaixo da estrutura e transferem as cargas da edificação diretamente ao solo através da pressão vertical.

Segundo Ching (2010), fundações profundas são utilizadas quando o solo sob elas apresenta baixa capacidade de carregamento ou a estrutura apresenta grandes cargas. Elas atravessam as camadas de solo impróprias para sustentação do prédio, transferindo as cargas a um que se adéque.

FIGURA 6: Esquema estrutural



Fonte: BOTELHO E MARCHETTI (2013)

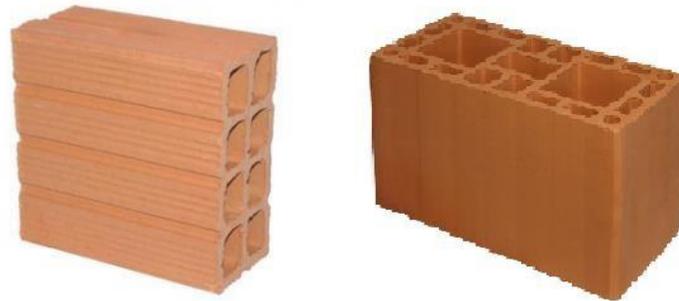
2.2 Alvenaria

A alvenaria pode ser entendida como um componente construído em obra pela união entre unidades (blocos e tijolos) e o elemento de ligação (argamassa de assentamento), formando um conjunto monolítico e estável. (SALGADO, 2014, p. 112).

2.2.1 Blocos Cerâmicos

Segundo Salgado (2014), blocos cerâmicos possuem como principal matéria prima a argila. Onde ela é moldada e seca em fornos, possuindo furos longitudinais e baixa porosidade. Normalmente, empregados para alvenaria de vedação e possuem baixo custo, apresentando também blocos cerâmicos especiais utilizados em alvenaria estrutural.

FIGURA 7: Bloco convencional e bloco estrutural



Fonte: <http://www.construcaodecasa.net/>

2.2.2 Blocos de Concreto

Segundo Salgado (2014), blocos de concreto possuem como principal matéria prima o concreto. Podendo ser fabricados com função de vedação ou estrutural. Também são fabricados blocos do tipo canaleta para execução de vergas e vigas.

FIGURA 8: Blocos de concreto.

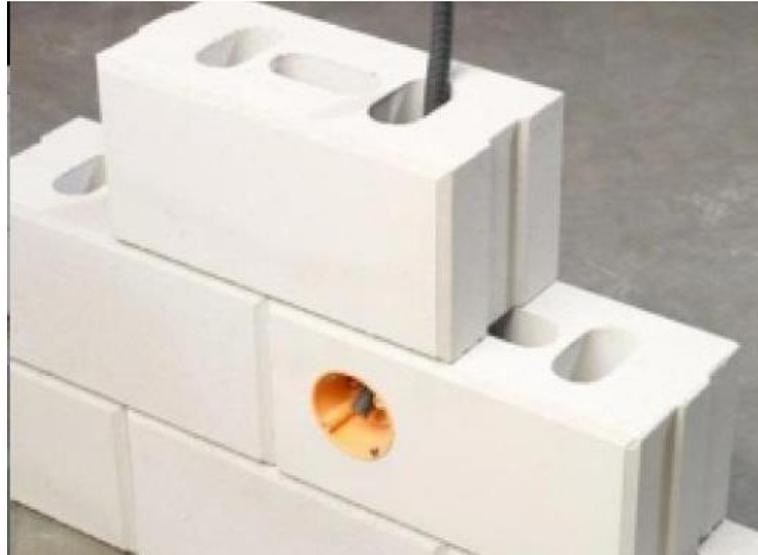


Fonte: <http://www.prefabricadosdeconcreto.com/>

2.2.3 Blocos Silicocalcários

Segundo Salgado (2014), blocos silicocalcários tem como principais matérias primas a área e a cal, mas também possuem pequenas dosagens de cimento. Estes blocos possuem alta resistência, sendo utilizado em alvenaria estrutural sem a presença de armadura.

FIGURA 9: Bloco Silicocalcário



Fonte: <http://www.ufrgs.br/>

2.2.4 Argamassa

Argamassa é a mistura plástica de cimento ou cal (ou uma combinação de ambos) com areia e água usada como aglomerante em alvenarias (CHING, 2010, p. 156).

A argamassa de assentamento possui as 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 (RAMALHO & CORRÊA, 2003, p. 7).

FIGURA 10: Argamassa de assentamento



Fonte: <http://www.usinafortaleza.com.br/>

2.2.5 Graute

Segundo Kalil (2010), o graute é uma mistura de materiais, onde os mesmos são utilizados para produzir concreto convencional, porém existe uma diferença entre eles. Diferenças estas que se encontra em relação água/cimento e no tamanho do agregado, onde o mais fino passa 100% na peneira 12,5 mm.

Segundo Ramalho & Corrêa (2003), a função do graute é proporcionar o aumento da área da seção transversal dos blocos ou promover a solidarização com eventuais armaduras posicionadas nos seus vazios. Dessa forma, pode-se aumentar a capacidade suportada pela a alvenaria à compressão ou permitir que as armaduras colocadas combatam tensões de tração que a alvenaria por si só não teria condições de resistir.

FIGURA 11: Aplicação do graute.



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

2.2.6 Tipos de Alvenaria

Segundo Tauil & Nese (2010), o conjunto de bloco coeso, pode ter a função de vedar espaços, resistir a cargas oriundas da gravidade, promover segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar, proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes.

Seguindo o pensamento do mesmo autor, quando a alvenaria exerce este tipo de função citada acima é conhecida com alvenaria convencional. Já, em casos em que a alvenaria tem a função de estrutura da edificação é conhecida com alvenaria estrutural.

2.2.6.1 Alvenaria Convencional

A alvenaria convencional é utilizada para fechamento de vãos ou delimitações de áreas. Em estruturas em concreto armado ou aço, os espaços são preenchidos com elementos sem a função estrutural de sustentação, apenas suportando seu peso próprio. (SALGADO, 2014, p. 113).

FIGURA 12: Alvenaria convencional.



Fonte: <http://www.vivareal.com.br/>

2.2.6.2 Alvenaria Estrutural

Segundo Salgado (2014), alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que a alvenaria tem a função de suportar os esforços estruturais da edificação. Com isso, a padronização dos blocos é condição primordial para a eficácia e segurança do sistema construtivo, já que a modulação do projeto, no sentido vertical e horizontal, é condição primeira. O sistema tem na NBR 10.837 a base para cálculo.

Seguindo o pensamento do mesmo autor, a alvenaria estrutural se divide em três tipos: I- Alvenaria não armada; II- Alvenaria armada ou parcialmente armada; III- Alvenaria protendida.

I- Alvenaria não armada:

Este tipo de alvenaria, segundo Tauil & Nese (2010) não utiliza o graute em sua estrutura, mas os reforços de aço (barras, fios e telas), nas vergas de portas, vergas e contravergas de janelas e em outros reforços construtivos para aberturas. Para evitar patologias futuras: trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões.

II- Alvenaria armada ou parcialmente armada:

Este tipo de alvenaria, segundo Tauil & Nesse (2010), recebe reforços em algumas regiões, para aumentar a resistência à compressão, sem ter que aumentar a resistência dos blocos. Para isso poder acontecer são utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e posteriormente preenchidas por graute.

III- Alvenaria protendida:

Este tipo de alvenaria, para Tauil & Nesse (2010:22), é reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria a esforços de compressão. Esse tipo de alvenaria é pouco utilizado, pois os materiais, dispositivos e mão de obra para a proteção possuem custo muito elevado para o nosso padrão de construção.

FIGURA 13: Edifício em alvenaria estrutural



Fonte: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/>

2.3 Comparativos entre Concreto Armado e Alvenaria Estrutural

Neste capítulo serão apresentadas as vantagens e desvantagens referentes ao concreto armado e a alvenaria estrutural, que mostraram os primeiros relatos para a escolha de um método, para a execução do projeto.

TABELA 1- Vantagens e desvantagens do Concreto Armado

Vantagens	Desvantagens
Durabilidade	Demora de utilização
Separação de execução das partes hidráulica e elétrica	Utilização de formas para pilares e vigas
Liberdade de Grandes vãos	Alta variedade de matéria
Facilidade em captação de mão de obra	Baixo grau de proteção térmica.
É facilmente moldável adaptando-se aos mais variados tipos de forma	Elevado peso próprio nas estruturas

Fonte: segundo SOUZA JR.

TABELA 2 - Vantagens e desvantagens da Alvenaria Estrutural

Vantagens	Desvantagens
Diminuição no tempo da construção	Restrições de possibilidades de mudanças não planejadas
Menor diversidade de materiais e mão de obra	Limitação de grandes vãos
Maior rendimento da mão de obra na execução da estrutura	A necessidade de Mão de obra qualificada
A maioria das formas é feita dentro das próprias canaletas dos blocos, eliminando formas de madeira.	Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações
Redução nos desperdícios de material e mão-de-obra	Obrigatoriedade da execução das partes hidráulica e elétrica junto com a estrutura

Fonte: RAMALHO & CORRÊA (2003)

Dos itens apresentados, nota-se que o concreto armado apresenta melhor adaptação à execução da edificação, dando maior liberdade à criatividade. Analisando a alvenaria estrutural, nota-se uma maior agilidade no tempo de execução, pois sua execução é simples, não demanda de muitas etapas e uma economia de material, por se tratar de um método, onde o desperdício é muito baixo.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos a metodologia da pesquisa. Ela está dividida em duas partes. Na primeira seção, discorremos sobre a elaboração do orçamento; na segunda, descrevemos os procedimentos de análise.

3.1. Descrição do orçamento

Inicialmente foi elaborada uma planilha de material gasto para cada etapa construtiva contendo elementos de ferragem, concreto, forma, alvenaria, argamassa e graute. O projeto de concreto armado foi elaborado seguindo as análises do projeto arquitetônico e de alvenaria estrutural obtido por um engenheiro civil.

Para a elaboração do projeto em concreto armado, este foi embasado seguindo o projeto arquitetônico. Ressaltamos que apesar de possuírem estruturas diferentes, o produto final foi o mesmo encontrado.

O método em concreto armado utilizado foi calculado através do software EBERICK V9[®], calculando a estrutura do edifício e ponderando os elementos de ferragem, concreto, forma, alvenaria e argamassa.

No segundo momento, foi elaborada uma planilha de custo embasada em dados anteriores em concreto armado e alvenaria para um edifício residencial multifamiliar na região da Zona da Mata Mineira. Através da tabela SETOP foram obtidos os valores referenciais aos limites máximos e correspondentes ao custo de cada serviço, sendo incluso materiais, mão de obra e encargos sociais.

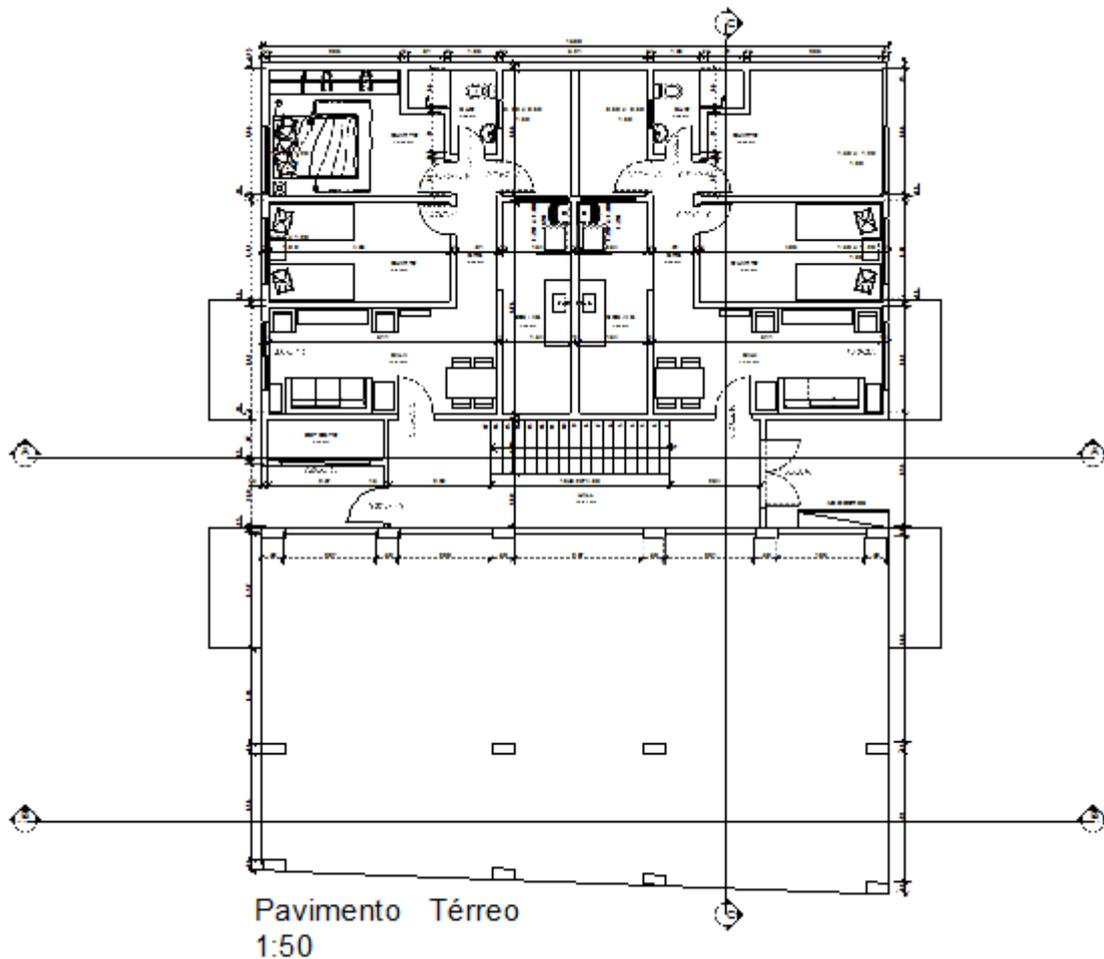
3.2. Procedimentos de análise

Por meio da abordagem quantitativa, verificou-se nesse estudo a rentabilidade financeira em edificações em concreto armado e alvenaria estrutural.

Para tanto, a análise dos dados seguiu os seguintes procedimentos: (a) primeiramente foi adotado para análise detalhada deste orçamento um edifício com três pavimentos com dez apartamentos, conforme ilustra a (FIG. 14). Sendo o pavimento térreo composto por dois apartamentos e garagem e o primeiro e segundo pavimentos sendo iguais com quatro apartamentos em cada um, sendo estes com áreas de 51,47m² individual totalizando 514,70m² área residencial e 773,52m² de área construída; (b) a elaboração do projeto em concreto armado foi feito, calculando antes do início das planilhas com o auxílio do software EBERICK V9[®]. O projeto estrutural

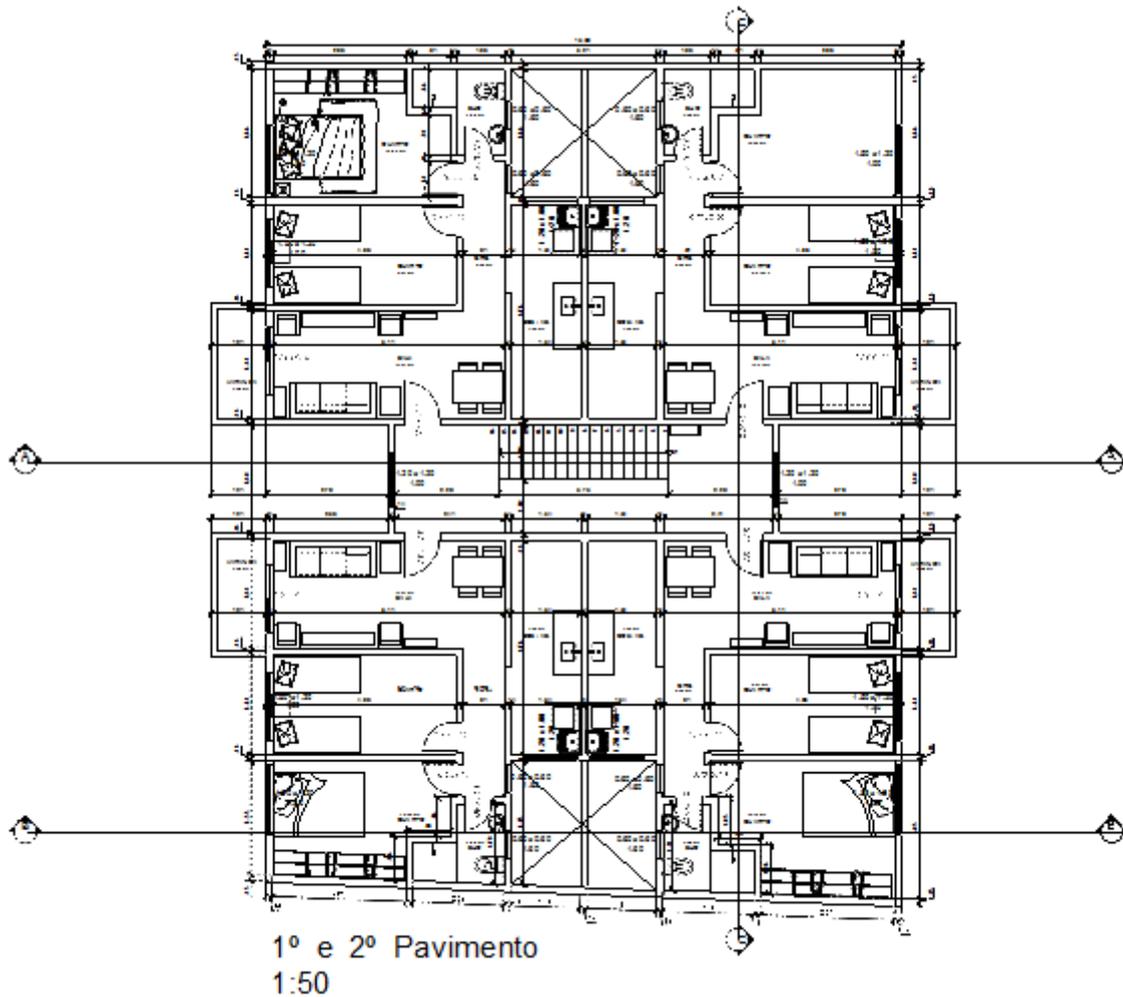
em alvenaria estrutural, foi projetado por terceiros; (c) para a execução do método em alvenaria estrutural, no pavimento térreo foi adotado a estrutural mista, para poder ter garagem; (d) na elaboração do projeto em concreto armado foram mantidos os mesmos critérios supracitados; (e) elaboração de uma planilha de materiais gastos tendo base os projetos já citados; (f) elaboração do orçamento de custos de materiais dos projetos.

FIGURA 14 – Planta baixa do projeto pavimento térreo



Fonte: Projeto arquitetônico

FIGURA 14 – Planta baixa do projeto 1º e 2º pavimento



Fonte: Projeto arquitetônico

4 Resultados

Nesta seção, apresentamos os resultados obtidos através das análises dos projetos em concreto armado e alvenaria estrutural. Na primeira parte, discorreremos sobre o material gasto, visando a fundação e os pavimentos térreos, primeiros e segundos. Na segunda, discorreremos sobre os custos em concreto armado e alvenaria estrutural.

4.1 Descrição do material gasto

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos materiais gastos para análise referentes das etapas de fundação, pavimento térreo, primeiro pavimento e segundo pavimento. Sendo apresentadas em anexo as pranchas com os projetos referentes aos métodos do concreto armado e de alvenaria estrutural.

4.1.1 Fundação

Tabela 3 – Material gasto nas sapatas, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	462,4	124,5
	8,0	546,7	237,2
	10,0	499,5	338,7
	12,5	40,3	42,7
	16,0	23,1	40,1
CA60	5,0	345,8	58,6

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 15,19 m³Área de forma = 83,48 m²

TABELA 4 – Material gasto nas sapatas, para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	247,3	66,5
	8,0	256,2	111,2
	10,0	1239,9	840,8
	12,5	477,4	505,8
	16,0	63	109,2
CA60	5,0	140,2	23,8

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-25) = 27,11 m³Área de forma = 98,35 m²

Analisando as tabelas acima, notamos que a Tabela 2 – material gasto nas sapatas de alvenaria apresenta um maior gasto em nível de aço, concreto e forma. Sendo assim, a Tabela 1- material gasto nas sapatas de concreto armado demonstra maior rentabilidade de material quando comparada com a Tabela 2.

TABELA 5 – Material gasto nas vigas baldrame, para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	37,28	10,0
	8,0	925,25	401,4
	10,0	48,4	32,8
	12,5	39,9	42,2
	16,0	0	0
CA60	5,0	1229,92	208,5

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 10,83 m³

Área de forma = 184,5 m²

TABELA 6 – Material gasto nas vigas baldrames, para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	38,2	14,1
	8,0	434,9	188,7
	10,0	512,8	347,8
	12,5	271	287,1
	16,0	87,2	151,4
CA60	5,0	1361,5	230,9

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-25) = 13,04 m³

Área de forma = 176,95 m²

Analisando as tabelas acima, notamos que a Tabela 6 – material gasto nas vigas baldrames de alvenaria apresenta um maior gasto em nível de aço, concreto e forma. Sendo assim, a Tabela 5 - material gasto nas vigas baldrames de concreto armado demonstra maior rentabilidade de material quando comparada com a Tabela 6.

4.1.2 Pavimento Térreo

TABELA 7 – Material gasto nos pilares, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	172,3	46,4
	10,0	506,6	343,5
	12,5	267,9	283,9
	16,0	97	168,4
CA60	5,0	725,3	123

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 4,57 m³

Área de forma = 81,81 m²

TABELA 8 – Material gasto nas vigas, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento		Peso + 10% (Kg)
		Total (m)		
CA50	6,3	1,34		0,4
	8,0	835,75		362,8
	10,0	14,3		9,7
	12,5	262,2		281
	16,0	158,8		275,3
CA60	5,0	1202,06		203,8

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 12,4 m³Área de forma = 208,65 m²

TABELA 9 – Material gasto nas lajes, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento		Peso + 10% (Kg)
		Total (m)		
CA50	8,0	870,8		377,9
CA60	5,0	3607,3		611,5

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 20,6 m³Área de forma = 208,13 m²

Para a vedação da estrutura será utilizado blocos de 14 x 19 x 29 de Concreto, para o cobrimento dos 361,04 m² de parede líquido. Este valor foi encontrado com o auxílio do projeto de alvenaria estrutural. Sendo o objetivo do orçamento a entrega deles aparente.

TABELA 10 – Blocos utilizados no projeto em concreto armado.

Bloco (Und.)	½ Bloco (Und)	Argamassa (m ³)
4210	351	3,734

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Agora na alvenaria estrutural será adotado neste pavimento estrutura misto, para poder ter a garagem.

TABELA 11 – Material gasto nos pilares, para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento		Peso + 10% (Kg)
		Total (m)		
CA50	12,5	155		164,2
	16,0	298		517,4
CA60	5,0	487,3		82,6

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-25) = 3,96 m³

Área de forma = 57,84 m²

TABELA 12 – Material gasto nas vigas, para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	6,3	196,5	52,9
	8,0	318,6	138,3
	10,0	89	60,3
	12,5	68,9	72,9
	16,0	289,5	502,6
	20,0	107	290,2
CA60	5,0	836,2	141,8

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-25) = 8,64 m³

Área de forma = 103,34 m²

Os blocos e canaletas para execução da alvenaria estrutural serão de concreto, por ser facilmente encontrado na região. Sendo a área total para o revestimento de 361,04 m², será entregue aparente.

TABELA 13 – Blocos utilizados no projeto em alvenaria estrutural.

Bloco (Und.) 14 x 19 x 29	½ Bloco (Und.) 14 x 19 x 14	Bloco T (Und.) 14 x 19 x 44	Canaleta (Und.) 14 x 19 x 29	½ Canaleta (Und.) 14 x 19 x 14
3990	131	220	583	13

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Argamassa = 3,734m³

TABELA 14 – Ferragem utilizada para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	8,0	787,2	341,17
	10,0	582,93	403,97

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de Graute = 7,35 m³

Para a laje será utilizada lajes pré-fabricada com 4 cm de capeamento. Sendo área total de laje 238,75m² e maior vão de 3 m.

Podemos afirmar que as tabelas acima analisadas apresentam um gasto maior em alvenaria estrutural, devido ao pavimento ter sido executado em estrutura mista para se obter a disponibilidade de garagem.

4.1.3 Primeiro Pavimento

TABELA 15 – Material gasto nos pilares, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento	Peso + 10%
		Total (m)	(Kg)
CA50	10,0	734,3	498
	12,5	159,3	168,8
	16,0	67,2	116,6
CA60	5,0	1130,5	191,7

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 7,35 m³Área de forma = 138,69 m²

TABELA 16 – Material gasto nas vigas, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento	Peso + 10%
		Total (m)	(Kg)
CA50	6,3	8	2,1
	8,0	1003,1	435,4
	10,0	35,3	23,9
CA60	5,0	1080,5	183,2

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 10,91 m³Área de forma = 186,75 m²

TABELA 17 – Material gasto nas lajes, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento	Peso + 10%
		Total (m)	(Kg)
CA50	8,0	870,8	377,9
CA60	5,0	3607,3	611,5

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 20,6 m³Área de forma = 208,13 m²

Para a vedação da estrutura será utilizado blocos de 14 x 19 x 29 de concreto. Para o cobrimento dos 522,28 m² de parede líquido. Este valor foi encontrado com o auxílio do projeto de alvenaria estrutural. Sendo o objetivo do orçamento a entrega deles aparente.

TABELA 18 – Tabela blocos utilizados no projeto em concreto armado.

Bloco (Und.)	½ Bloco (Und)	Argamassa (m ³)
6101	486	5554

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Os blocos e canaletas para execução da alvenaria estrutural serão de concreto, pois, apresenta maior facilidade de ser encontrado na região. Sendo a área total para o revestimento de 522,28 m², será entregue aparente.

TABELA 19 – Blocos utilizados no projeto em alvenaria estrutural.

Bloco (Und.) 14 x 19 x 29	½ Bloco (Und.) 14 x 19 x 14	Bloco T (Und.) 14 x 19 x 44	Canaleta (Und.) 14 x 19 x 29	½ Canaleta (Und.) 14 x 19 x 14
5855	240	246	940	11

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Argamassa = 5,56m²

TABELA 20 – Ferragem utilizada para o projeto em alvenaria estrutural.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	8,0	846,4	366,8
	10,0	626,8	434,35

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de Graute = 11,3 m³

Para a laje serão utilizadas lajes pré-fabricadas com 4 cm de capeamento. Sendo área total de laje 238,75m² e maior vão de 3 m.

Neste pavimento nota-se que a estrutura em alvenaria estrutural tem um gasto de material reduzido. Pelo fato de estar apenas em alvenaria.

4.1.4 Segundo Pavimento

Para a o cálculo deste pavimento foi adotado, que não haverá acréscimos de pavimento no futuro. Sendo assim este o ultimo pavimento.

TABELA 21 – Material gasto nos pilares, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	10,0	607,5	412
CA60	5,0	944,5	160,1

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 6,26 m³

Área de forma = 128,06 m²

TABELA 22 – Material gasto nas vigas, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	8,0	906,1	402
CA60	5,0	1045,1	177,2

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 10,81 m³Área de forma = 185,33 m²

TABELA 23 – Material gasto nas lajes, para o projeto em concreto armado.

Aço	Diâmetro (mm)	Comprimento Total (m)	Peso + 10% (Kg)
CA50	8,0	870,8	377,9
CA60	5,0	3607,3	611,5

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de concreto (C-30) = 20,6 m³Área de forma = 208,13 m²

Para a vedação da estrutura serão utilizados blocos de 14 x 19 x 29 de concreto. Para o cobrimento 522,28 m² de parede líquido. Este valor foi encontrado com o auxílio do projeto de alvenaria estrutural. Sendo o objetivo do orçamento a entrega deles aparente.

TABELA 24 – Blocos utilizados no projeto em concreto armado.

Bloco (Und.)	½ Bloco (Und)	Argamassa (m ³)
6101	486	5554

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Os blocos e canaletas para execução da alvenaria estrutural serão de concreto, pois apresenta maior facilidade de ser encontrado na região. Sendo a área total para o revestimento de 361,04 m², será entregue aparente.

TABELA 25 – Blocos utilizados no projeto em alvenaria estrutural.

Bloco (Und.) 14 x 19 x 29	½ Bloco (Und.) 14 x 19 x 14	Bloco T (Und.) 14 x 19 x 44	Canaleta (Und.) 14 x 19 x 29	½ Canaleta (Und.) 14 x 19 x 14
5855	240	246	940	11

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Volume de Graute = 11,3 m³Argamassa = 5,56m²

Para a laje serão utilizadas lajes pré-fabricadas com 4 cm de capeamento. Sendo área total de laje 238,75m² e maior vão de 3 m.

Neste pavimento nota-se uma diversidade de material muito pequena na alvenaria estrutural, pelo fato de ser o último pavimento.

4.2 Custos

Todas as planilhas de orçamento foram feitas de acordo com a TCPO e a SETOP. Os preços unitários da planilha SETOR são referenciais, limites máximos e correspondem ao custo de cada serviço, sendo incluso custos de material + mão de obra + encargos sociais.

O resultado final da execução será o mesmo para amplos, sendo estrutura pronta com vedação em bloco de concreto aparente.

Nos dois projetos não estão constando custos de projetos e nem limpeza do terreno.

4.2.1 Concreto Armado

TABELE 26 – Orçamento Concreto Armado.

Descrição dos serviços	Und.	Quant.	Preço Unit.	Subtotal	Total
Fundação					
Sapata					
Escavação manual	m ³	15,19	R\$ 27,03	R\$ 410,59	
Lastro de concreto magro	m ³	2,34	R\$ 318,01	R\$ 744,14	
Aço CA-50					
6,3mm	Kg	124,5	R\$ 6,33	R\$ 788,09	
8,0mm	Kg	237,2	R\$ 6,33	R\$ 1.501,48	
10,0mm	Kg	338,7	R\$ 6,33	R\$ 2.143,97	
12,5mm	Kg	42,7	R\$ 6,33	R\$ 270,29	
16,0mm	Kg	40,1	R\$ 6,13	R\$ 245,81	
Aço CA-60 5,0mm	Kg	58,6	R\$ 6,39	R\$ 374,45	
Fôrma de madeira	m ²	83,48	R\$ 45,41	R\$ 3.790,83	
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	15,19	R\$ 453,09	R\$ 6.882,44	
					R\$ 17.152,08
Baldrame					
Escavação manual	m ³	10,83	R\$ 27,03	R\$ 292,73	
Lastro de concreto magro	m ³	1,66	R\$ 318,01	R\$ 527,90	
Aço CA-50					

6,3mm	Kg	10	R\$ 6,33	R\$ 63,30
8,0mm	Kg	401,4	R\$ 6,33	R\$ 2.540,86
10,0mm	Kg	32,8	R\$ 6,33	R\$ 207,62
12,5mm	Kg	42,2	R\$ 6,33	R\$ 267,13
16,0mm	Kg	0	R\$ 6,13	R\$ 0,00
Aço CA-60 5,0mm	Kg	208,5	R\$ 6,39	R\$ 1.332,32
Fôrma de madeira	m ²	184,5	R\$ 45,41	R\$ 8.378,15
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	10,83	R\$ 453,09	R\$ 4.906,96
				R\$ 18.516,97
				Total= R\$ 35.669,05
Pavimento Terreo				
Pilar				
Fôrma de madeira	m ²	81,81	R\$ 45,41	R\$ 3.714,99
Aço CA-50				
6,3mm	Kg	46,4	R\$ 6,33	R\$ 293,71
10,0mm	Kg	343,5	R\$ 6,33	R\$ 2.174,36
12,5mm	Kg	283,9	R\$ 6,33	R\$ 1.797,09
16,0mm	Kg	168,4	R\$ 6,13	R\$ 1.032,29
Aço CA-60 5,0mm	Kg	123	R\$ 6,39	R\$ 785,97
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	4,57	R\$ 453,09	R\$ 2.070,62
				R\$ 11.869,03
Viga				
Fôrma de madeira	m ²	208,65	R\$ 45,41	R\$ 9.474,80
Aço CA-50				
6,3mm	Kg	0,4	R\$ 6,33	R\$ 2,53
8,0mm	Kg	362,8	R\$ 6,33	R\$ 2.296,52
10,0mm	Kg	9,7	R\$ 6,33	R\$ 61,40
12,5mm	Kg	281	R\$ 6,33	R\$ 1.778,73
16,0mm	Kg	275,3	R\$ 6,13	R\$ 1.687,59
Aço CA-60 5,0mm	Kg	203,8	R\$ 6,39	R\$ 1.302,28
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	12,4	R\$ 453,09	R\$ 5.618,32
				R\$ 22.222,17
Laje				
Fôrma de madeira	m ²	208,13	R\$ 45,41	R\$ 9.451,18
Aço CA-50 8,0mm	Kg	377,9	R\$ 6,33	R\$ 2.392,11
Aço CA-60 5,0mm	Kg	611,5	R\$ 6,39	R\$ 3.907,49
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	20,6	R\$ 453,09	R\$ 9.333,65
				R\$ 25.084,43
Vedação				
Bloco de concreto de 15	m ²	361,04	R\$ 34,40	R\$ 12.419,78

12.419,78				
Total= R\$ 71.595,41				
Primeiro Pavimento				
Pilar				
Fôrma de madeira	m ²	138,69	R\$ 45,41	R\$ 6.297,91
Aço CA-50				
10,0mm	Kg	498	R\$ 6,33	R\$ 3.152,34
12,5mm	Kg	168,8	R\$ 6,33	R\$ 1.068,50
16,0mm	Kg	116,6	R\$ 6,13	R\$ 714,76
Aço CA-60 5,0mm	Kg	191,7	R\$ 6,39	R\$ 1.224,96
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	7,35	R\$ 453,09	R\$ 3.330,21
				R\$ 15.788,69
Viga				
Fôrma de madeira	m ²	186,75	R\$ 45,41	R\$ 8.480,32
Aço CA-50				
6,3mm	Kg	2,1	R\$ 6,33	R\$ 13,29
8,0mm	Kg	435,4	R\$ 6,33	R\$ 2.756,08
10,0mm	Kg	23,9	R\$ 6,33	R\$ 151,29
Aço CA-60 5,0mm	Kg	183,2	R\$ 6,39	R\$ 1.170,65
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	10,91	R\$ 453,09	R\$ 4.943,21
				R\$ 17.514,84
Laje				
Fôrma de madeira	m ²	208,13	R\$ 45,41	R\$ 9.451,18
Aço CA-50 8,0mm	Kg	377,9	R\$ 6,33	R\$ 2.392,11
Aço CA-60 5,0mm	Kg	611,5	R\$ 6,39	R\$ 3.907,49
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	20,6	R\$ 453,09	R\$ 9.333,65
				R\$ 25.084,43
Vedação				
Bloco de concreto de 15	m ²	522,28	R\$ 34,40	R\$ 17.966,43
				R\$ 17.966,43
				R\$ 76.354,39
Segundo Pavimento				
Pilar				
Fôrma de madeira	m ²	128,06	R\$ 45,41	R\$ 5.815,20
Aço CA-50 10,0mm	Kg	412	R\$ 6,33	R\$ 2.607,96
Aço CA-60 5,0mm	Kg	160,1	R\$ 6,39	R\$ 1.023,04
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	6,26	R\$ 453,09	R\$ 2.836,34
				R\$ 12.282,55
Viga				

Fôrma de madeira	m ²	185,33	R\$ 45,41	R\$ 8.415,84	
Aço CA-50 8,0mm	Kg	402	R\$ 6,33	R\$ 2.544,66	
Aço CA-60 5,0mm	Kg	177,2	R\$ 6,39	R\$ 1.132,31	
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	10,81	R\$ 453,09	R\$ 4.897,90	
					R\$ 16.990,71
Laje					
Fôrma de madeira	m ²	208,13	R\$ 45,41	R\$ 9.451,18	
Aço CA-50 8,0mm	Kg	377,9	R\$ 6,33	R\$ 2.392,11	
Aço CA-60 5,0mm	Kg	611,5	R\$ 6,39	R\$ 3.907,49	
Concreto fCk = 30 Mpa	m ³	20,6	R\$ 453,09	R\$ 9.333,65	
					R\$ 25.084,43
Vedação					
Bloco de concreto de 15	m ²	522,28	R\$ 34,40	R\$ 17.966,43	R\$ 17.966,43
					Total= R\$ 72.324,11
					Total Geral= R\$ 255.942,96

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

4.2.2 Alvenaria Estrutural

TABELA 27 – Orçamento Alvenaria estrutural.

Descrição dos serviços	Und.	Quant.	Preço Unit.	Subtotal	Total
Fundação					
Sapata					
Escavação manual	m ³	27,11	R\$ 27,03	R\$ 732,78	
Lastro de concreto magro	m ³	4,17	R\$ 318,01	R\$ 1.326,10	
Aço CA-50					
6,3mm	Kg	66,5	R\$ 6,33	R\$ 420,95	
8,0mm	Kg	111,2	R\$ 6,33	R\$ 703,90	
10,0mm	Kg	840,8	R\$ 6,33	R\$ 5.322,26	
12,5mm	Kg	505,8	R\$ 6,33	R\$ 3.201,71	
16,0mm	Kg	109,2	R\$ 6,13	R\$ 669,40	
Aço CA-60 5,0mm	Kg	23,8	R\$ 6,39	R\$ 152,08	
Fôrma de madeira	m ²	98,35	R\$ 45,41	R\$ 4.466,07	
Concreto fCk = 25 MPa	m ³	27,11	R\$ 420,38	R\$ 11.396,50	
					R\$ 28.391,76
Baldrame					
Escavação manual	m ³	13,04	R\$ 27,03	R\$ 352,47	

Lastro de concreto magro	m ³	1,99	R\$ 318,01	R\$ 632,84
Aço CA-50				
6,3mm	Kg	14,1	R\$ 6,33	R\$ 89,25
8,0mm	Kg	188,7	R\$ 6,33	R\$ 1.194,47
10,0mm	Kg	347,8	R\$ 6,33	R\$ 2.201,57
12,5mm	Kg	287,1	R\$ 6,33	R\$ 1.817,34
16,0mm	Kg	151,4	R\$ 6,13	R\$ 928,08
Aço CA-60 5,0mm	Kg	230,9	R\$ 6,39	R\$ 1.475,45
Fôrma de madeira	m ²	176,95	R\$ 45,41	R\$ 8.035,30
Concreto fCk = 25 MPa	m ³	13,04	R\$ 420,38	R\$ 5.481,76
				R\$ 22.208,54
				Total= R\$ 50.600,30
Pavimento Terreo				
Pilar				
Fôrma de madeira	m ²	57,84	R\$ 45,41	R\$ 2.626,51
Aço CA-50				
12,5mm	Kg	164,2	R\$ 6,33	R\$ 1.039,39
16,0mm	Kg	517,4	R\$ 6,13	R\$ 3.171,66
Aço CA-60 5,0mm	Kg	82,6	R\$ 6,39	R\$ 527,81
Concreto fCk = 25 MPa	m ³	3,96	R\$ 420,38	R\$ 1.664,70
				R\$ 9.030,08
Viga				
Fôrma de madeira	m ²	103,34	R\$ 45,41	R\$ 4.692,67
Aço CA-50				
6,3mm	Kg	52,9	R\$ 6,33	R\$ 334,86
8,0mm	Kg	138,3	R\$ 6,33	R\$ 875,44
10,0mm	Kg	60,3	R\$ 6,33	R\$ 381,70
12,5mm	Kg	72,9	R\$ 6,33	R\$ 461,46
16,0mm	Kg	502,6	R\$ 6,13	R\$ 3.080,94
20,0mm	Kg	290,2	R\$ 6,13	R\$ 1.778,93
Aço CA-60 5,0mm	Kg	141,8	R\$ 6,39	R\$ 906,10
Concreto fCk = 25 MPa	m ³	8,64	R\$ 420,38	R\$ 3.632,08
				R\$ 16.144,17
Alvenaria estrutural				
Bloco de concreto de 15 Fck= 20	m ³	361,04	R\$ 75,50	R\$ 27.258,52
Aço CA-50				
8,0mm	Kg	341,17	R\$ 6,33	R\$ 2.159,61
10,0mm	Kg	403,97	R\$ 6,33	R\$ 2.557,13
Graute	m ³	7,35	R\$ 400,69	R\$ 2.945,07

					R\$ 34.920,33
Laje					
Laje pre-fabricada	m ³	238,75	R\$ 63,06	R\$ 15.055,58	R\$ 15.055,58
					Total= R\$ 75.150,15
Primeiro Pavimento					
Alvenaria estrutural					
Bloco de concreto de 15 Fck= 20	m ³	522,28	R\$ 75,50	R\$ 39.432,14	
Aço CA-50					
8,0mm	Kg	366,8	R\$ 6,33	R\$ 2.321,84	
10,0mm	Kg	434,35	R\$ 6,33	R\$ 2.749,44	
Graute	m ³	11,3	R\$ 400,69	R\$ 4.527,80	
					R\$ 49.031,22
Laje					
Laje pre-fabricada	m ³	238,75	R\$ 63,06	R\$ 15.055,58	R\$ 15.055,58
					Total= R\$ 64.086,79
Segundo Pavimento					
Alvenaria estrutural					
Bloco de concreto de 15 Fck= 20	m ³	522,28	R\$ 75,50	R\$ 39.432,14	
Graute	m ³	11,3	R\$ 400,69	R\$ 4.527,80	
					R\$ 43.959,94
Laje					
Laje pre-fabricada	m ³	238,75	R\$ 63,06	R\$ 15.055,58	R\$ 15.055,58
					Total= R\$ 59.015,51
					Total Geral= R\$ 248.852,76

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Analisando os orçamentos dos dois sistemas construtivos, obteve-se como resultado uma diferença de 2,85%, a qual representa um total de R\$3554,74, em favor da execução em alvenaria estrutural. Neste caso, a diferença encontrada não tem uma influência na decisão final.

5 CONCLUSÃO

Após a análise dos orçamentos finais dos dois sistemas construtivos, obteve-se como resultado uma diferença não significativa, pois a diferença encontra entre o valor e muito baixa comparada com o valor agregado do empreendimento.

Por sua vez, a análise orçamentaria através de etapas, obteve como resultado, uma grande diferença nos valores da fundação, sendo constatado que a fundação em concreto armado é mais barata que a em alvenaria estrutural. No pavimento térreo, por ter a disponibilidade de garagem, a estrutural em alvenaria estrutural fica com um valor parecido com a estrutura em concreto armado. Já no primeiro e segundo pavimento, nota-se uma grande diferença nos valores, mostrando assim que a execução de pavimentos em alvenaria estrutural é mais barata do que em concreto armado.

Portanto, conclui-se que na estrutura em alvenaria estrutural se gasta muito na execução da sua fundação. Logo, na execução dos pavimentos, a estrutura em alvenaria estrutural torna-se mais rentável em comparação ao concreto armado.

No entanto, se o pavimento térreo não fosse necessário a disponibilidade de garagem, a estrutural em alvenaria estrutural, seria toda em blocos estruturais, não tendo a necessidade de pilares e vigas neste pavimento. Como isso a edificação executada em alvenaria estrutural teria um valor agregado final menor do que o encontrado, dando talvez uma diferença significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, FRANCISCO XAVIER; HEMERLY, CHEQUETTO. **Concreto Armado: novo milênio cálculo prático e econômico**. Rio de Janeiro, 2010.

Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará. **O Concreto como Material Construtivo da Origem as Novas Tecnologias**. Ceará, 2012. Disponível em: <<https://construcaocivilpet.wordpress.com/2012/11/07/o-concreto-como-material-construtivo-da-origem-as-novas-tecnologias/>>. Acesso em: 16/10/2015.

BOTELHO, MANOEL HENRIQUE CAMPOS; MARCHETTI, OSVALDEMAR. **Concreto Armado eu te amo**. São Paulo, 2013.

CARVALHO, JOÃO DIRCEU NOGUEIRA. **Revista Tecnológica: Sobre as origens e desenvolvimento do concreto**. Maringá, 2008.

CHING, FRANCIS D. K. **Técnicas de construção ilustradas** [recurso eletrônico] / Francis D. K. Ching; tradução técnica: Alexandre Salvaterra. – 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2010.

HAGEMANN, SABRINA ELICKER. **Apostila: Material de construção básico**. Instituto Federal Sul-Rio Grandense. Rio Grande do SUL, 2011.

KALIL, SÍLVIA BAPTISTA. **Apostila: Alvenaria Estrutural**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PUC-RS, 2010.

MARCOLIN, NELSON. **Pesquisa FAPESP**. ED. 127, São Paulo, 2006.

_____. NBR 7211. **Agregado para concreto**. Rio de Janeiro, 1983.

_____. NBR 8798. **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazado concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1985.

_____. NBR 15961-2. **Alvenaria estrutural — Blocos de concreto: Parte 2: Execução e controle de obras**, Rio de Janeiro, 2011.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo, PINI, 2003.

SALGADO, JULIO CESAR PEREIRA. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação, 3rd Edição**. São Paulo, 2014.

SANTOS, ROBERTO EUSTAÁQUIO. **A armação do concreto no brasil: História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação. UFMG, Belo Horizonte. 2008.

SILVA, ALISSON HOFFMANN. **Comparação de Custos entre Processos Construtivos em Concreto Armado e em Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmico e de Concreto**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

SOUZA JR., TARLEY FERREIRA. **Apostila: Estruturas de concreto armado**. Universidade Federal de Lavras. Lavras.

TAUIL, CARLOS ALBERTO; NESE, FLÁVIO JOSÉ MARTINS. **Alvenaria estrutural**. São Paulo, 2010.

TAVARES, H. JANDSON. **Alvenaria Estrutural: Estudo Bibliográfico e Definições**. Mossoró, 2011.

APÊNDICES

ANEXOS