



UNIVERSIDADE TIRADENTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALVARO MATHEUS ALMEIDA LIMA MIRANDA
PEDRO GOMES FEITOSA NETO
WILLIAM TÁCIO SANTOS SANTANA

**COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA
ESTRUTURAL E CONVENCIONAL DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ARACAJU

2018

ALVARO MATHEUS ALMEIDA LIMA MIRANDA
PEDRO GOMES FEITOSA NETO
WILLIAM TÁCIO SANTOS SANTANA

**COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA
ESTRUTURAL E CONVENCIONAL DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Tiradentes, como
requisito final para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientadora: Prof^a. MSc Juliane
Apolinário da Silva.**

ARACAJU

2018

ALVARO MATHEUS ALMEIDA LIMA MIRANDA

PEDRO GOMES FEITOSA NETO

WILLIAM TÁCIO SANTOS SANTANA

**COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA
ESTRUTURAL E CONVENCIONAL DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da Universidade Tiradentes – UNIT, como parte integrante dos requisitos e elemento obrigatório para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof^a. MSc Juliane Apolinário da Silva.
Coordenador de Curso: Prof. MSc. Paulo Eduardo Silva Martins.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. MSc. Juliane Apolinário da Silva
Orientadora – Universidade Tiradentes

Prof. MSc. Robson Rabelo de Santana
Avaliador Interno – Universidade Tiradentes

Prof. MSc. Reinan Tiago Fernandes dos Santos
Avaliador Externo – Universidade Federal de Sergipe

Aracaju

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois foi quem me deu forças para lutar e prosseguir nos meus sonhos.

Aos meus pais, Fabio da Silva Miranda e Aline Mércia Almeida Lima Miranda, por serem exemplo para mim e por todo amor a mim destinado, pois apesar da distância nunca faltou apoio e carinho.

Aos meus avós, que sempre me deu apoio necessário e confiou em mim.

Aos meus irmãos, que me amam e me apoiam em tudo que quero, sempre me ajudando e dando forças para conseguir vencer os obstáculos.

Aos meus amigos, por todo apoio e colaboração, por sempre estarem ao meu lado.

A minha namorada e sua família, por sempre me apoiarem e quererem o melhor para mim.

Por fim, agradecer a todos que me ajudaram ou participaram de forma direta ou indireta desse sonho.

Alvaro Matheus Almeida Lima Miranda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois ele sem o qual, nada disso seria possível, que me sustentou e me deu forças para lutar.

Aos meus pais, Ângela e Maurício, pelo amor incondicional e pelo exemplo de vida. Aos meus avós de sangue e também aos, não menos importante, meus avós de consideração, Auxiliadora e Ademir, que sempre me incentivaram nos estudos.

Agradeço em especial aos meus tios e segundos pais, Aduari e Eutímia, que sempre se fizeram presente em minha vida, me apoiando e incentivando. Meu tio, pessoa a qual tenho como exemplo de profissional.

Por fim, agradeço a todos meus familiares, amigos e a nossa orientadora Juliane Apolinário, por todo o suporte.

Pedro Gomes Feitosa Neto.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha família, meus pais José Raimundo e Lucicléia, que sempre me deu apoio em todas as minhas conquistas e até mesmo nas horas mais difíceis e que sempre fizeram com que nunca desistisse quando mais pensei que não daria certo, ao meu filho José Roberto, que sempre me dar forças e alegria para que possa buscar o melhor para ele, e meus amigos que sempre estão do meu lado a qualquer momento e é por isso que estou aqui nessa nova fase da minha vida prestes a finalização de um ciclo e um novo começo, farei o melhor para ser um excelente profissional e dar o retorno para minha família, que sempre me deu o que mais precisava.

William Tacio Santos Santana.

RESUMO

A alvenaria estrutural é um sistema de construção em que as paredes da edificação fazem a função estrutural, não sendo necessário o emprego de vigas e pilares para a sustentação da estrutura. Seu surgimento se deu com a intenção de substituir o método tradicional de concretagem, objetivando uma obra mais econômica, rápida e limpa. A alvenaria estrutural é um método construtivo racionalizado bastante antigo, que atualmente, com um mercado cada vez mais racionalizado e competitivo, vem ganhando espaço perante obras de concreto armado. O uso desse método vem apresentando grandes avanços ao passar dos anos, tanto com o auxílio do uso da tecnologia, quanto pela evolução de normas. Com o surgimento de novos métodos construtivos, é vital que haja uma validação da sua eficiência. Este trabalho teve como principal objetivo apresentar as vantagens da execução da alvenaria estrutural para obras de pequeno porte em relação a estruturas de concreto armado. Para isto, foi acompanhado a construção de um condomínio residencial de casas e realizado um pré-dimensionamento em concreto armado da mesma, possibilitando comparar os custos e tempo de execução dos dois métodos construtivos. Com os resultados, observou-se que a adoção da alvenaria estrutural se apresenta de forma mais racionalizada e econômica em relação ao concreto armado.

Palavras-chaves: Alvenaria estrutural; Orçamento; Vantagens econômicas.

ABSTRACT

Structural masonry is a construction system in which the walls of the building are the structural function, eliminating the use of beams and pillars to support the structure. His appearance was intended to replace the traditional method of concreting, aiming at a work cheaper, faster and cleaner. Structural masonry is a constructive method streamlined quite old, which now, with an increasingly streamlined and competitive, is gaining space in front of reinforced concrete works. The use of this method has shown great advances during over the years, both with the aid of technology use, and the resolution of standards. With the emergence of new construction methods, it is vital that there is a validation of your efficiency. This work had as main objective to introduce the benefits of performing structural masonry for small works in relation to reinforced concrete structures. For this, was accompanied by the construction of a residential condominium homes and performed a pre-dimensioning in reinforced concrete, making it possible to compare the costs and time of execution of the two methods of construction. With the results, it was observed that the adoption of structural masonry presents itself in a more streamlined and cost-effective compared to reinforced concrete.

Keywords: structural Masonry; Budget; Economic advantages

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmides de Gizé.....	20
Figura 2 - Coliseu de Roma.	21
Figura 3 - Edifício Monadnock Building	21
Figura 4 - Central Parque da Lapa.....	22
Figura 5 - Pilar intermediário.	34
Figura 6 - Pilar de extremidade.	34
Figura 7 - Pilar de canto.....	35
Figura 8 - Blocos de vedação cerâmicos.....	36
Figura 9 - Blocos de concreto.	37
Figura 10 - Área de influência dos pilares.	42
Figura 11 - Vista do residencial Alto das Águas.	47
Figura 12 - Passagem das instalações hidrossanitárias e elétricas.....	48
Figura 13 - Primeira fiada e ponto de armadura.	49
Figura 14 - Aplicação de argamassa de assentamento com bisnaga.....	50
Figura 15 - Verga e contraverga.....	51
Figura 16 - Distribuição de pilares e vigas.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões reais dos blocos modulares e submodulares para alvenaria com função estrutural.....	24
Tabela 2 - Características dos blocos cerâmicos do grupo.	25
Tabela 3 - Características dos blocos cerâmicos do grupo G2.....	25
Tabela 4 - Características dos blocos sílico-calcários para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural armada.....	26
Tabela 5 - Relação entre os tipos de carga e o ambiente a ser construído.	40
Tabela 6 - Tensão ideal de cálculo.....	42
Tabela 7 - Carga do telhado por unidade de área	43
Tabela 8 - Valores do coeficiente adicional γ_n	44
Tabela 9 - Valores do coeficiente de correção segundo Bacarji (1993).....	44
Tabela 10 - Resultados dos pré-dimensionamento dos pilares.	53
Tabela 11 - Resultados dos pré-dimensionamento das vigas.	54
Tabela 12 - Planilha orçamentária da alvenaria estrutural.....	55
Tabela 13 - Planilha orçamentária do concreto armado.	56
Tabela 14 - Custo total com equipamentos e materiais.....	57
Tabela 15 - Descrição e custo de mão-de-obra da alvenaria estrutural.....	58
Tabela 16 - Descrição e custo de mão-de-obra do concreto armado.	58
Tabela 17 - Comparativo do custo entre os sistemas construtivos	59

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

BDI - Bonificação e Despesas Indiretas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO.....	15
1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2. OBJETIVO GERAL	16
1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
CAPÍTULO 2	17
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	17
2.1.1. No mundo.....	17
2.1.2. No brasil	18
2.1.3. Evolução da alvenaria estrutural	18
2.1.4. Obras históricas	19
2.2. CONCEITO BASICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL	22
2.3. TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	23
2.3.1. Alvenaria Estrutural Não Armada	23
2.3.2. Alvenaria estrutural armada ou parcialmente armada	23
2.3.3. Alvenaria Estrutural Protendida	23
2.4. MATERIAIS EMPREGADOS	24
2.4.1. Blocos Estruturais	24
2.4.2. Argamassa	26
2.4.3. Graute	27
2.4.4. Armaduras.....	29
2.5. MODULAÇÃO	29
2.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL	31
2.7. ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	32
2.7.1. Vigas.....	32
2.7.2. Pilares.....	33
2.7.2.1. Classificação dos pilares quanto à sua posição.....	33
2.7.2.1.1. Pilares Intermediários	33
2.7.2.1.2. Pilares de Extremidade	34
2.7.2.1.3. Pilares de Canto	35
2.7.3. Bloco de vedação	35

2.7.4. Pré-dimensionamento de vigas	38
2.7.5. Pré-dimensionamento de Pilar	40
2.8. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ORÇAMENTARIO	44
CAPÍTULO 3	46
ESTUDO DE CASO.....	46
3.1. APRESENTAÇÃO.....	46
3.2. PROCEDIMENTO EXECUTIVO DA OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	47
3.3. METODOLOGIA DA PESQUISA	51
3.4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO 52	
3.5. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ORÇAMENTÁRIO.....	54
3.5.1. Alvenaria estrutural	54
3.5.2. Concreto armado	56
CAPÍTULO 4	57
RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1. COMPARAÇÃO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO.....	57
4.1.1. Custo com equipamentos e materiais	57
4.1.2. Tempo de execução e custo com mão-de-obra	58
4.1.3. Custo total	59
CAPÍTULO 5	60
CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICE 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PILARES E ÁREAS DE INFLUÊNCIA	66
APÊNDICE 2 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL (FOLHA1)	67
APÊNDICE 3 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL (FOLHA 2)	68
APÊNDICE 4 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 1)	69
APÊNDICE 5 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 2)	70

APÊNDICE 6 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 3)	71
---	-----------

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A utilização da alvenaria estrutural existe a milhares de anos, tendo como início a utilização do conhecimento empírico, em que sua forma garantia a rigidez e estabilidade estrutural. Em suas formas primitivas a alvenaria era composta basicamente por barro de baixa resistência ou de pedra, que ao longo do tempo, foram desenvolvidas unidades de cerâmica cozidas e de outros materiais de alta resistência. Algumas das principais construções que marcaram a humanidade pelos aspectos estruturais e arquitetônicos eram compostas por unidades de blocos de pedra ou cerâmicos intertravados com ou sem material ligante, como, por exemplo, as pirâmides do Egito e o Coliseu Romano. Entretanto, os métodos empíricos de projeto tiveram sua aplicação até meados do século XX. Após isso, a alvenaria, de fato, passou a ser considerado como um material real da engenharia, passando o projeto dessas estruturas a ser baseado em princípios científicos rigorosos (MOHAMAD, 2015).

O marco inicial da “Moderna Alvenaria Estrutural” teve início com os estudos realizados pelo professor Paul Haller, na Suíça, conduzindo uma série de testes em paredes de alvenaria, em razão da escassez de concreto e aço proporcionada pela Segunda Guerra Mundial. Durante sua carreira foram testadas mais de 1600 paredes de tijolos. Os dados experimentais serviram como base no projeto de um prédio de 18 pavimentos, com espessuras de parede que variaram entre 30 e 38 cm. Essas paredes, com espessura muito reduzida para a época, causaram uma revolução no processo construtivo existente (TMS, 2005, apud MOHAMAD, 2015).

A evolução do conhecimento técnico-científica na construção civil, proporcionou um avanço efetivo na fabricação dos materiais, do comportamento de interação entre os componentes e equipamentos para a sua execução, surgindo unidades que tornam a alvenaria estrutural eficiente em termos de rapidez de produção e capacidade de suporte a cargas.

No Brasil, muitas construtoras optam pela alvenaria estrutural com blocos de concreto, já que o sistema diminui o volume de resíduos gerado na obra,

assim como o consumo de materiais como madeira, aço e revestimento. Empregado tanto em casas como em edifícios de múltiplos pavimentos, o sistema permite também a economia de tempo na execução da obra por embutir a canalização para instalações elétricas, de ar e telefônica, reduzindo etapas e aumentando assim a produtividade.

O sistema construtivo da alvenaria estrutural é muito utilizado em construções verticais com pavimentos tipo e repetições de layout, pois a alvenaria é a peça fundamental. Podendo ser utilizada como elemento de vedação e estrutural ao mesmo tempo, sem a necessidade da utilização de vigas e pilares como a convencional.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o sistema construtivo de alvenaria estrutural em comparação com o sistema convencional de concreto armado tem como principais vantagens a economia de fôrmas, redução de desperdício de materiais e flexibilidade no ritmo de execução da obra.

Sua principal desvantagem está na restrição arquitetônica devido ao tamanho e forma dos blocos estruturais e na impossibilidade de remoção da alvenaria após a construção, tendo em vista esta ser a unidade resistente das cargas impostas pelo próprio peso.

1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com os dados levantados foi observado que o sistema construtivo em alvenaria estrutural vem se tornando um sistema promissor no mercado, tanto por sua economia, quanto pelo tempo para execução.

Esta pesquisa tem o intuito de demonstrar as vantagens da alvenaria estrutural em relação ao sistema convencional de concreto armado.

1.2. OBJETIVO GERAL

Fazer o comparativo do processo de construção em alvenaria estrutural com relação ao processo em concreto armado, tendo em vista o alto índice de produtividade que este processo é capaz de atingir, além de reduzir custo e desperdícios.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analisar o tempo de construção
- Analisar a economia no custo da obra
- Analisar a diversidade da mão de obra.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1.1. No mundo

A Alvenaria Estrutural, como um dos elementos da construção civil mais antigos, teve sua origem na pré-história. Com o passar dos anos foram desenvolvidas novas técnicas para aprimoração, sempre baseadas nas formas construtivas anteriores. Um exemplo mais marcante até os dias atuais, foi em 1889 onde o edifício Monadnock Building começou a ser construído nos Estados Unidos em Chicago com 16 andares, 65 m de altura, a técnica que os engenheiros da época utilizaram foram superdimensionar as paredes, onde o térreo possuía cerca de 1,80 m de espessura, sendo afunilada a cada andar posterior (PESTANA, et al., 2014).

Por volta de 1950, começaram a surgir normas que permitem calcular a espessura das paredes para cada aplicação, tendo também, a resistência das alvenarias com base em cálculos mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente na Suíça, onde os sucedidos empreendimentos parecem ser responsáveis pelo ressurgimento do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural no continente europeu (PESTANA, et al., 2014).

Após a construção de muitos prédios altos, nas décadas de 60 e 70 foram marcadas por intensas pesquisas experimentais e de aperfeiçoamento em modelos matemáticos de cálculos, objetivando projetos e melhorias para futuras edificações, melhorias essas que estimulavam avanço nas tecnologias aprimorando as técnicas

de construções, desde o projeto, às formas de demolições que impactassem menos o meio ambiente e construções vizinhas, até mesmo ao empreendimento finalizado, visando condições melhores de trabalho e moradia (CAMPOS, 1993, apud CAMACHO, 2006).

2.1.2. No Brasil

A alvenaria estrutural é utilizada desde o início do século XVII. Entretanto, a alvenaria estrutural com blocos estruturais, encarada como um processo construtivo voltado para a obtenção de edifícios mais econômicos e racionais, demorou muito a encontrar seu espaço (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Segundo ROMAN (1996 apud KATO, 2002) relembra que a década de 70 é marcada pelo surgimento da moderna alvenaria estrutural, com a construção de edificações habitacionais notadamente em São Paulo, onde dezenas de prédios com doze e até dezesseis pavimentos foram construídos. A partir dessa época no Brasil, a alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia de engenharia, através do projeto estrutural baseado em princípios validados cientificamente (RAMALHO; CORRÊA, 2003 apud COMPOHIS 2007).

Após anos de adaptação e desenvolvimento no país, esta tecnologia construtiva foi consolidada na década de 80, através da normalização oficial consistente e razoavelmente ampla (SABBATTINI, 1989).

2.1.3. Evolução da alvenaria estrutural

Segundo Bolzan (2016), em busca da racionalização, analisou-se um crescimento no número de construções em alvenaria estrutural, devido ao maior conhecimento do processo construtivo em relação as vantagens e desvantagens. Os blocos de rocha foram os primeiros materiais a serem utilizados como alvenaria estrutural e com o passar do tempo contou com blocos especiais.

No início dos anos 70 foram construídos edifícios com 12 e 13 pavimentos com alvenaria não armada. Em meados dos anos 80 foi utilizada na construção de conjuntos habitacionais, devido a sua técnica não ser totalmente dominada ficou

conhecido como construção de baixa renda. A partir da década de 90, depois de profundos estudos, esse processo passou a atender obras de médio porte com a construção de até 24 pavimentos de alvenaria armada (MACHADO, 1999).

Nos dias de hoje, é possível notar a evolução do sistema, onde passou a contar com blocos com precisões dimensional e maiores resistências. Desta forma mostrando ser um sistema de melhor custo com edificações de até 12 pavimentos que o de concreto armado, além de sua racionalização. Porém além de algumas vantagens, é basicamente impossível a remoção de algumas paredes. Segundo Silva e Costa (2007, apud HOFFMANN et al., 2012) algumas dessas desvantagens desse sistema já se encontram solucionadas. Como exemplo a dificuldade da remoção de parede que estão sendo minimizados através da definição de paredes não estruturais, permitindo a alteração de layouts.

2.1.4. Obras históricas

O uso da alvenaria estrutural data de milhares de anos atrás, remontando à época dos egípcios, gregos e romanos. A sua execução à essa época era sem nenhuma base teórica e nenhum conhecimento científico sequer, lançando-se mão apenas do conhecimento empírico que se obtivera e da própria intuição, o que levava a um pequeno progresso após as tentativas e erros e todo o conhecimento era passado de geração em geração. Eram montadas pedras sobre pedras alcançando um resultado parecido com uma parede de grande espessura. Esse paredão que se formava trazia conforto e proteção para as famílias. Um excelente exemplo são as Pirâmides de Gizé, Figura 1, situada nos arredores de Cairo, no Egito. Sua construção data de aproximadamente 4.500 anos (MOHAMAD, 2015).

Figura 1 - Pirâmides de Gizé.



Fonte: Mohamad, 2015.

Ao passar dos tempos, uma alternativa para a execução dos vãos foi desenvolvida: os arcos. Essa forma era permitida através do arranjo das unidades, possibilitando assim a construção de vãos maiores, além de se obter uma maior qualidade à alvenaria estrutural. Apesar disso, obras grandiosas existentes até os dias atuais utilizavam esse sistema construtivo, e seus excelentes estados de conservação revelam o grande potencial e qualidade que a alvenaria pode trazer para as construções. MOHAMAD (2015) explica que essas obras grandiosas, que marcaram a humanidade pelos aspectos estrutural e arquitetônico, eram construídas com unidades de blocos cerâmicos ou de pedra intertravados, com ou sem material 6 ligante. Como exemplo dessas construções podemos citar o Coliseu de Roma, localizado em Roma, na Itália, com início da sua construção datado de 68 d.C. e finalizado em 79 d.C, Figura 2.

Figura 2 - Coliseu de Roma.



Fonte: Mohamad, 2015.

O edifício Monadnock Building, Figura 3, foi construído em Chicago de 1889 a 1891 e tornou-se um símbolo clássico da moderna alvenaria estrutural. Com seus 16 pavimentos e 65 metros de altura, foi considerado uma obra ousada, como se explorasse os limites dimensionais possíveis para edifícios de alvenaria. Entretanto, por causa dos métodos empíricos de dimensionamento empregados até então, as paredes na base têm 1,80 metros de espessura. Acredita-se que se fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados atualmente, com os mesmos materiais, essa espessura seria inferior a 30 centímetros (PESTANA, et al., 2014).

Figura 3 - Edifício Monadnock Building



Fonte: PESTANA, 2014.

No Brasil, os primeiros prédios em alvenaria foram construídos em São Paulo, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”, em 1966. Em 1972 foram construídos quatro edifícios de 12 pavimentos no mesmo conjunto, Figura 4. A alvenaria estrutural 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 (PESTANA, et al., 2014).

Figura 4 - Central Parque da Lapa



Fonte: PESTANA, 2014.

2.2. CONCEITO BASICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Machado (1999), a alvenaria estrutural é um procedimento construtivo em que a estrutura e a vedação de uma edificação são executadas simultaneamente, esse sistema dispensa o uso de vigas e pilares, tornando os blocos como responsáveis pelo suporte das cargas advindas dos carregamentos além do peso próprio.

No método da alvenaria estrutural, toda estrutura de alvenaria, é dimensionada através de procedimentos de cálculo para suportar cargas além do seu próprio peso. Sabe-se também, que a alvenaria estrutural pode ser definida como um processo construtivo cuja característica principal é a aplicação de paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras como principal estrutura para suporte de edifícios (FRANCO, 1992, apud BOLZAN, 2016).

Segundo Bolzan (2016), é um processo de construção projetado, racionalizado, calculado e construído de acordo com as normas em vigor, visando durabilidade, funcionalidade com segurança e economia. No processo criativo de uma edificação em alvenaria estrutural é essencial a perfeita interação entre arquiteto e o engenheiro civil, resultando na obtenção de uma estrutura economicamente viável e que atenda os pré-requisitos para suportar todos os esforços previstos sem prejuízo as demais funções: compartimentação, vedação, isolamento termo e acústico, instalações hidráulicas, elétricas, telefônicas e também funcionais, esteticamente agradáveis.

2.3. TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

2.3.1. Alvenaria Estrutural Não Armada

Tipo de alvenaria que não recebe graute, mas os reforços de aço (barras, fios e telas) apenas por razões construtivas – vergas de portas, vergas e contravergas de janelas e outros reforços construtivos para aberturas – e para evitar patologias futuras: trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões. (TAUIL; NESE, 2010).

2.3.2. Alvenaria estrutural armada ou parcialmente armada

Tipo de alvenaria que recebe reforços em algumas regiões, devido a existências estruturais. São utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e posteriormente grauteados, além do preenchimento de todas as juntas verticais. (TAUIL; NESE, 2010).

2.3.3. Alvenaria Estrutural Protendida

Tipo de alvenaria 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 protensão têm custo

muito alto para o nosso padrão de construção. O método construtivo para a alvenaria protendida é basicamente; fixar a espera da barra ou cabo de protensão nas fundações; levantar a parede encaixando os furos dos blocos na barra; prever furos nas fiadas de caneletas; na altura da emenda da barra os trechos são conectados e protegidos; segue-se a alvenaria até a última fiada; após 14 (quatorze) dias aplica-se a protensão com um torquímetro lembrando-se de engraxar as barras; efetua-se a medição e o grauteamento da ancoragem. (TAUIL; NESE, 2010).

2.4. MATERIAIS EMPREGADOS

2.4.1. Blocos Estruturais

Segundo Coêlho (1998), atualmente na alvenaria estrutural são utilizados blocos de concreto, cerâmico e sílico-calcários, em blocos de concreto obtêm-se da mistura e cura do cimento Portland, agregados (areia e pedra) e água. Tais agregados podem ser substituídos, desde que atendam às especificações técnicas, por outros agregados leves, como argila expandida. As dimensões reais dos blocos modulares e submodulares e as tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos, serão de +/- 3mm e essa dimensões devem ser verificadas com precisão, segundo NBR 6136, e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões reais dos blocos modulares e submodulares para alvenaria com função estrutural.

Dimensão nominal (cm)	Designação	Dimensões Coordenadas (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
20	M-20	190	190	390
		190	190	190
		190	90	390
		190	90	190
15	M-15	140	190	390
		140	190	190
		140	90	190
		140	90	390

Fonte: Coêlho, 1998.

Os blocos devem ser fabricados e curados por processos que asseguram a obtenção de um concreto suficientemente homogêneo e compacto, de modo a atender todas as exigências da NBR 6136.

Ainda segundo Coelho (1998) os blocos cerâmicos são produzidos a partir da argila, moldados, utilizando máquinas extrusoras, submetidos à secagem e à queima em temperaturas bastantes elevadas. Os blocos cerâmicos apresentam uma porosidade desprezível devido a sinterização perfeita. Esses blocos são especificados nas dimensões mostradas a seguir na Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Características dos blocos cerâmicos do grupo.

Grupo	Bloco	Dimensões (cm)	Resistência Mínima (Mpa)		PESO (kg)	
			Liso	Ranhurado	Liso	Ranhurado
G1	BR/BL	19x19x39	6	6	10,0	9,8
G1	BR/BL	19x19x19	6	6	4,9	4,6
G1	BR/BL	14x19x39	6	6	7,5	7,2
G1	BR/BL	14x19x19	6	6	3,8	3,7
G1	BR/BL	11,5x19x39	6	6	6,6	6,0
G1	BR/BL	11,5x19x19	6	6	3,3	3,1
G1	BR/BL	9x19x39	6	6	5,8	5,5
G1	BR/BL	9x19x39	6	6	3,0	2,8
G1	BR/BL	14x19x29	6	6	5,8	5,4
G1	BR/BL	14x19x14	6	6	2,8	2,6

Fonte: Coêlho, 1998.

Tabela 3 - Características dos blocos cerâmicos do grupo G2

Grupo	Bloco	Dimensões (cm)	Resistência Mínima (Mpa)	PESO (kg)
G2	BAPS	11,5x11,3x24	10	3,3
G2	BAPS	11,5x11,3x12	10	1,7
G2	BAPS	14x11,3x24	10	4,0
G2	BAPS	14x11,3x12	10	2,0

Fonte: Coêlho, 1998.

De acordo com Coêlho (1998), os blocos sílico-calcários são fabricados a partir da mistura homogênea de areia silicosa (quartzosa) e cal virgem em pó. As peças são moldadas em prensas hidráulicas de altíssima pressão, depois de compactadas e com as dimensões já definidas, são levadas para autoclaves e expostas à pressão de 16 atmosferas e temperatura de 210°C. A linha de fabricação

para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural armada produz blocos com dois furos, que possuem as características mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características dos blocos sílico-calcários para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural armada.

Dimensões (cm)	Peso unitário (kg)	Quantidade de peças por metro quadrado	Peso específico (tf/m ³)
9x19x39	8,10	12,5	1,20
14x19x39	10,20	12,5	1,00
19x19x39	11,90	12,5	0,85

Fonte: Prensil, 2018.

2.4.2. Argamassa

A argamassa é o componente utilizado na ligação entre os blocos, evitando pontos de concentração de tensões, sendo composto de cimento, agregado miúdo, água e cal, sendo que algumas argamassas podem apresentar adições para melhorar determinadas propriedades. Algumas argamassas industrializadas vêm sendo utilizadas na construção de edifícios de alvenaria estrutural (CAMACHO, 2006).

Segundo Camacho (2006), a argamassa para assentamento de blocos de concreto deve sempre seguir a recomendação do projetista e tem como funções básicas solidarizar os blocos, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações.

Entretanto, para agilizar a produção e diminuir as perdas, é utilizado a argamassa industrializada, a qual pode ser misturada no local de aplicação e guardada em sacos, impedindo a necessidade de centrais de produção e favorecendo o transporte dentro da obra (ARCARI, 2010).

Segundo Coêlho (1998), a aderência é a mais importante característica que uma boa argamassa deve ter, por evitar o escorregamento entre o bloco e a argamassa e fazer com que os três corpos (bloco + argamassa + bloco) deformem de forma igual. Graças a essa característica do uso de argamassa em conjunto com o bloco estrutural, podemos tirar algumas conclusões:

- Quando maior a altura da junta, menor é a resistência da alvenaria. Isto ocorre por causa da quebra do estado tríplice de tensões da argamassa, causada pelo

excesso de distância entre os blocos e com isso o aumento das tensões transversais de tração na argamassa.

- Quanto menor a altura do bloco, menor a resistência da parede: Isso ocorre porque blocos com menor altura possuem analogamente menor seção transversal, além do que, como tem altura menor, acabam por se deformar transversalmente menos, transferindo esta deformação não absorvida no bloco para a argamassa.

- Quanto maior o módulo de deformação do bloco (bloco mais indeformável) menor a resistência da parede. Como o bloco está mais indeformável que a argamassa, as tensões de tração transversais na interface da argamassa e do bloco aumentam, baixando assim a resistência da parede.

- A argamassa industrializada é a mais recomendada para o assentamento dos blocos, em função de ser um produto mais constante e homogêneo, tanto no seu uso diário como ao longo da obra. Consiste na mistura de cimento, areia e aditivos, entregue na obra em sacos ou granel. O tipo de misturador, o tempo de mistura e a quantidade de água a ser adicionada deve ser especificado pelo fabricante.

2.4.3. Graute

Segundo Camacho (2006), o graute consiste em um concreto fino (microconcreto), formado de cimento, água, agregado miúdo e agregados graúdos de pequena dimensão (até 9,5 mm), devendo apresentar como característica alta fluidez de modo a preencher adequadamente os vazios dos blocos onde serão lançados.

Segundo a ABCI (1990 apud MACHADO, 1999), grautes são concretos ou argamassas fluidas com a finalidade de solidarizar as ferragens a alvenaria, influenciando na resistência mecânica a compressão preenchendo as cavidades dos blocos. É um concreto com agregados miúdos destinado ao preenchimento dos vazios dos blocos, nos locais especificados pelo projetista da estrutura (TAUIL; NESSE, 2010).

Conforme Tauil; Nesse (2010), o material é utilizado no preenchimento das canaletas ou blocos J de apoio das lajes e em vergas e contravergas de janelas. Nos furos verticais pode estar ou não acompanhado de armaduras.

O graute pode ser considerado um microconcreto com as seguintes características:

- Para elementos de alvenaria armada, a resistência à compressão característica deve ser especificada com valor mínimo de 15 MPa.
- Seu agregado graúdo é o pedrisco, que deve passar na peneira de 12,5 mm (brita 0).
- Deve ter alta plasticidade para preencher totalmente os vazios dos blocos; seu fator água-cimento fica entre 0,8 e 1,1.
- O seu slump deve ser de ± 25 cm, sendo que o seu adensamento deve ser feito manualmente com o auxílio de uma barra metálica, sem utilização, em qualquer circunstância, do vibrador, pois ele destrói as pontes de aderência dos blocos.
- Contém aditivos plastificantes e antirretração.
- O grauteamento de paredes de alvenaria estrutural não armada tem se mostrado uma prática adotada por alguns calculistas com o objetivo de aumentar a capacidade de carga da alvenaria. A dosagem, a especificação das características do graute e sua localização devem ser de responsabilidade do calculista.

Segundo Tauil; Nesse (2010), o graute deve envolver completamente as armaduras e aderir tanto a ela quanto ao bloco, de modo a formar realmente um conjunto único. O graute de preenchimento dos vazados verticais nas tipologias de alvenaria estrutural tem as funções de:

- Permitir que a armadura trabalhe conjuntamente com a alvenaria, quando solicitada.
- Aumentar a resistência à compressão localizada da parede.
- Impedir a corrosão.

A resistência do graute deve estar relacionada com a resistência real do bloco. Como um bloco tem normalmente 50% de área líquida, o material de que é feito (concreto) terá o dobro da resistência nominal (ex.: bloco de 6 MPa, graute com 12 Mpa).

Segundo Coêlho (1998), o graute deve trabalhar com resistência próxima à do material constituinte para se aproximar do seu módulo de elasticidade. Assim,

podemos adotar a resistência do graute como sendo o dobro da resistência nominal dos blocos.

O aumento da resistência da parede devido ao grauteamento do bloco é acrescido em 30% a 40%, pois o graute não consegue preencher totalmente todos os vazios dentro dos blocos.

2.4.4. Armaduras

Segundo Camacho (2006), as armaduras empregadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas no concreto armado e estão sempre presentes na forma de armadura construtiva ou de cálculo.

Camacho (2006), também afirma que as armaduras são utilizadas verticalmente nos pontos estabelecidos pelo projeto estrutural e horizontalmente nas canaletas, vergas e contravergas. A bitola mais utilizada é a de 10 mm para os casos de edifícios onde não ocorrem tensões de tração devido ao vento. As vergas de janelas até 1,5 m também são armadas com esta bitola.

De acordo com Oliveira (1992 apud Dellatorre, 2014), afirma que a função da armadura é de travamento, de combate à retração, de ajuda à alvenaria aos esforços de tração e de compressão. Elas também são usadas nas juntas das argamassas de assentamento e seu diâmetro mínimo deve ser 3,8mm.

A armadura tem como função receber os esforços de tração e as mesmas tensões provocadas pelos esforços de tração devem ser compatíveis com a alvenaria (MANZIONE, 2003, apud DELLATORRE, 2014).

As barras de aço empregadas nas construções em alvenaria são as mesmas utilizadas nas estruturas de concreto armado, tendo que ser envolvidas por graute para que o trabalho conjunto com o restante dos componentes da alvenaria seja alcançado.

2.5. MODULAÇÃO

Ao adotar o sistema construtivo em alvenaria estrutural, tem-se a necessidade de elaborar um estudo preliminar das características e exigências do empreendimento. Após esse estudo, o primeiro passo é definir a tipologia do bloco.

Figueiró (2009 apud Dellatorre, 2014), ressalta que é importante levar em consideração as características dos materiais encontrados no mercado local para que se tenha uma edificação segura, econômica e que atenda às necessidades ao fim que se destina.

Na fase de projeto, Franco (1992), afirma que a utilização de um sistema de modulação total propicia uma série de vantagens, permitindo a racionalização de diversos procedimentos. Entre eles:

- Pode-se adotar uma sistemática de projeto baseada em regras definidas. Isto, além de facilitar a elaboração do próprio projeto, permite a utilização de um pequeno número de detalhes padronizados, racionalizando a própria tarefa de execução do projeto;
- A padronização proporcionada pela coordenação modular reflete-se na execução, através de uma maior facilidade da mão de obra em assimilar tais detalhes, aumentando a produtividade;
- A utilização de um sistema coordenado modularmente permite que se definam soluções mais simples para a execução das amarrações das paredes, simplificando esta operação. Isto evita a interrupção do trabalho normal de assentamento dos blocos (que existe quando se utilizam procedimentos como o grauteamento das ligações);
- Como consequência da padronização, tem-se uma diminuição no número de componentes necessários para a execução da alvenaria. Isto traz reflexos positivos na própria produção destes componentes;
- A padronização dos componentes utilizados na alvenaria leva à padronização dos demais subsistemas. Assim, com um menor número de componentes, consegue-se solucionar todos os detalhes de projeto. Isto possibilita definir previamente as soluções adotadas, otimizandoas através de um intenso e cuidadoso detalhamento e ao mesmo tempo facilitando o projeto, com o emprego de detalhes padronizados.

Dessa forma, a alvenaria estrutural só é um sistema racionalizado de construção quando há uma perfeita modulação das paredes de acordo com as medidas dos blocos. Para isso, se faz necessário um aprofundamento no conhecimento do raciocínio de coordenação modular, bem como os componentes que a compõe.

2.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A utilização de alvenaria estrutural vem sendo difundida no país nas últimas décadas, principalmente devido às vantagens econômicas que este processo construtivo apresenta em relação aos tradicionais (FRANCO; AGOPYAN, 1994, apud KATO, 2002).

ROMAN (1990 apud KATO, 2002), cita que a principal vantagem da alvenaria estrutural está no fato de que o mesmo elemento pode responder por diversas funções.

Segundo Kato (2002), os princípios de racionalização, industrialização, qualidade e economia – típicos da alvenaria estrutural – têm mostrado que o sistema é bastante propício à realidade brasileira atual. A tecnologia permite significativa redução de custos devido à grande racionalização de processos, propiciando obras limpas, rápidas e extremamente seguras.

Os aspectos técnicos e econômicos mais importantes do sistema são:

1. Facilidade de controle: o sistema possui normas técnicas da ABNT para projeto, materiais e execução, que contemplam claramente os requisitos e critérios para o bom desempenho do sistema.

2. Técnica executiva simplificada: utiliza blocos modulares e diversos equipamentos adaptados para tornar a execução mais fácil, prática e produtiva.

3. Facilidade de capacitação: as etapas de execução são semelhantes às da técnica tradicional de execução de paredes, permitindo que a mão de obra assimile rapidamente as boas práticas construtivas.

4. Redução de desperdício: economia que resulta da integração da alvenaria estrutural a outros subsistemas. As instalações elétricas e hidráulicas, por exemplo, podem ser embutidas nos vazios dos blocos, sem rasgos ou aberturas para execução. Como as instalações são realizadas simultaneamente com a elevação das paredes, elimina-se a possibilidade de improvisações que encarecem a construção.

5. Otimização da mão de obra: não são necessários carpinteiros e armadores para execução de vigas e pilares. As barras de aço são colocadas pelos próprios pedreiros.

Roman; Mohamad (1999 apud KATO, 2002), citam as principais desvantagens do sistema construtivo em alvenaria estrutural:

1. Ausência ou deficiência do ensino de alvenaria estrutural
2. Resistência à compressão usada no projeto de paredes em alvenaria é geralmente menor do que as usadas para aço ou concreto armado, fazendo com que seja necessária uma maior área da seção da parede.
3. Quando existem grande aberturas, vigas de concreto ou aço são geralmente econômicas. Entretanto quando a carga for em arco e as reações horizontais do arco puderem ser acomodadas, a alvenaria pode se tornar mais econômica.

2.7. ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Segundo Moliterno (1995), o concreto armado é um tipo de estrutura que utiliza armações feitas com barras de aço. Essas ferragens são utilizadas devido à baixa resistência aos esforços de tração do concreto, que tem alta resistência à compressão.

Em uma estrutura de concreto armado, as paredes não possuem função estrutural. Todo o peso é absorvido por pilares, lajes e vigas, tornando indispensável o uso de aço nas mesmas.

Esse tipo de estrutura tem como uma das vantagens a não restrição em relação às medidas de projeto, dando uma maior liberdade de criação, além de haver possibilidades de futuras reformas.

Já seus pontos negativos resumem-se em maior tempo de execução e custo mais elevado se comparado ao sistema em alvenaria estrutural.

2.7.1. Vigas

Conforme a classificação descrita no item 14.4.1.1 da NBR 6118:2014, denominam-se vigas os elementos lineares ou barras em que a flexão é a sollicitação preponderante. Elementos lineares são aqueles em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominada barra. As vigas são destinadas a receber ações das lajes, de outras vigas, de paredes de alvenaria, e eventualmente de pilares, etc. A função das

mesmas é basicamente vencer vãos e transmitir as ações atuantes para os apoios, geralmente os pilares (BASTOS, 2015, apud FONSECA, 2015).

As ações são geralmente exercidas perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, podendo ser concentradas ou distribuídas. Podem ainda receber forças normais de compressão ou de tração, na direção do eixo longitudinal. As vigas, assim como as lajes e os pilares, também podem fazer parte da estrutura de contraventamento, responsável por proporcionar a estabilidade global dos edifícios frente às ações horizontais. As armaduras das vigas são geralmente compostas por estribos, chamados “armadura transversal”, e por barras longitudinais, chamadas “armadura longitudinal” (BASTOS, 2006, apud FONSECA, 2015) .

2.7.2. Pilares

De acordo com KOCHER (2015). Os pilares geralmente estão associados ao sistema laje-viga-pilar e formam os pórticos, que nos edifícios são os responsáveis por resistir às ações verticais e horizontais, além de garantir a estabilidade global da estrutura. A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece que, independente da forma da seção transversal, os pilares não devem apresentar dimensões menores que 19 cm, porém, em casos especiais permite-se a utilização de medidas entre 14 cm e 19 cm, desde que no dimensionamento se multiplique os esforços finais de cálculo por um coeficiente adicional γ_n .

2.7.2.1. Classificação dos pilares quanto à sua posição

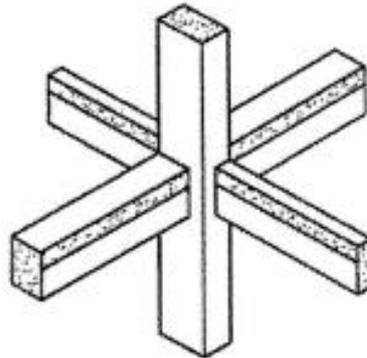
Os pilares podem ser classificados de acordo com a sua posição que ocupam em planta, como: pilares intermediários, pilares de extremidade e pilares de canto.

2.7.2.1.1. Pilares Intermediários

Geralmente encontram-se no interior do pavimento, onde vigas apoiam-se em seus quatro lados fazendo com que o momento fletor resultante devido às ações

verticais seja praticamente nulo, sendo assim, admite-se que seja submetido a uma compressão centrada. Este tipo de classificação só faz sentido para uma análise através de modelos simplificados, em uma análise tridimensional considerando a ação do vento certamente ocorrerão momentos fletores no pilar, exemplo Figura 5.

Figura 5 - Pilar intermediário.

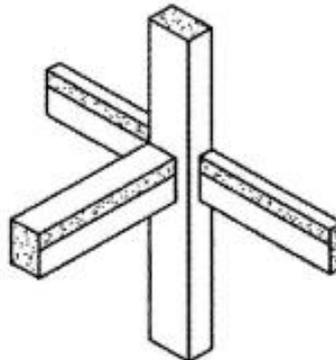


Fonte: Kochem, 2015.

2.7.2.1.2. Pilares de Extremidade

Localizado no contorno do pavimento, admite-se que o pilar de extremidade é submetido à flexão normal composta quando consideradas apenas às ações verticais, Figura 6.

Figura 6 - Pilar de extremidade.

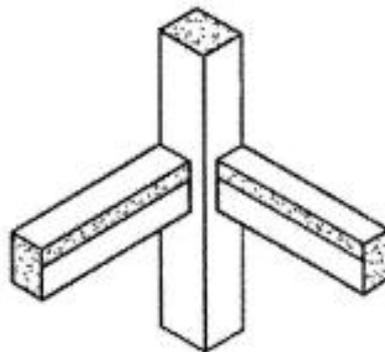


Fonte: Kochem, 2015.

2.7.2.1.3. Pilares de Canto

Localizado nos vértices do pavimento, além da força normal de compressão, consideram-se os momentos transmitidos pelas vigas, portanto, admite-se que o pilar de canto é submetido à flexão oblíqua composta, exemplo Figura 7.

Figura 7 - Pilar de canto.



Fonte: Kochem, 2015.

2.7.3. Bloco de vedação

A alvenaria pode ser entendida como a parede formada por pedras ou blocos, naturais ou artificiais, ligadas entre si por juntas ou interposição de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (SABBATINI, 1984, apud SILVA; MOREIRA, 2017).

Com a possibilidade de realizar alterações e cortes na alvenaria de vedação. As alvenarias são assentadas e, posteriormente, são realizados cortes em blocos para a passagem de instalações. Em seguida, são realizados remendos com argamassa para o preenchimento dos vazios. A alvenaria tradicional, então, tem como características elevados desperdícios (LORDSLEEM, Júnior, 2004, apud SILVA; MOREIRA, 2017).

Na estrutura de concreto armado a parede não tem função estrutural. Neste sistema construtivo, as paredes suportam apenas o seu próprio peso, mais as cargas das portas e janelas instaladas nela. Por isso, este tipo de parede é chamado de alvenaria de vedação. Além de dividir os ambientes da casa, as paredes proporcionam

o isolamento térmico e acústico. Elas podem ser feitas de materiais como tijolos cerâmicos ou blocos de concreto (SABBATINI, 1984, apud SILVA; MOREIRA, 2017).

Os Tijolos cerâmicos, popularmente conhecidos como tijolo baiano, bloquinho ou blocão. Os blocos cerâmicos, mostrado na Figura 8, proporcionam maior conforto térmico e são mais leves e fáceis de manusear do que os blocos de concreto (LORDSLEEM, Júnior, 2004, apud SILVA; MOREIRA, 2017).

Porém os tijolos cerâmicos quebram mais facilmente, o que gera mais perdas, e consomem mais argamassa. Além de gerar mais “quebradeiras” nas manutenções dos sistemas elétricos e hidráulicos (SABBATINI, 1984, apud SILVA; MOREIRA, 2017).

Figura 8 - Blocos de vedação cerâmicos.



Fonte: Cerâmica futura, 2018.

Os blocos cerâmicos são comercializados em diversas medidas. Você encontra tijolos com larguras de 9, 11,5, 14 ou 19cm, alturas de 14 ou 19cm e comprimentos de 19, 24, 29 ou 39cm. Uma mesma medida pode ter quantidade de furos diferentes. É comum encontrarmos na mesma cidade o tijolo bloquinho (11,5x14x24cm) com 6 e 9 furos. Os tijolos de qualidade têm aparência homogênea, arestas vivas e superfície lisa. Eles não devem apresentar tricas ou buracos (ROSSO, 1980, apud SOARES, 2008).

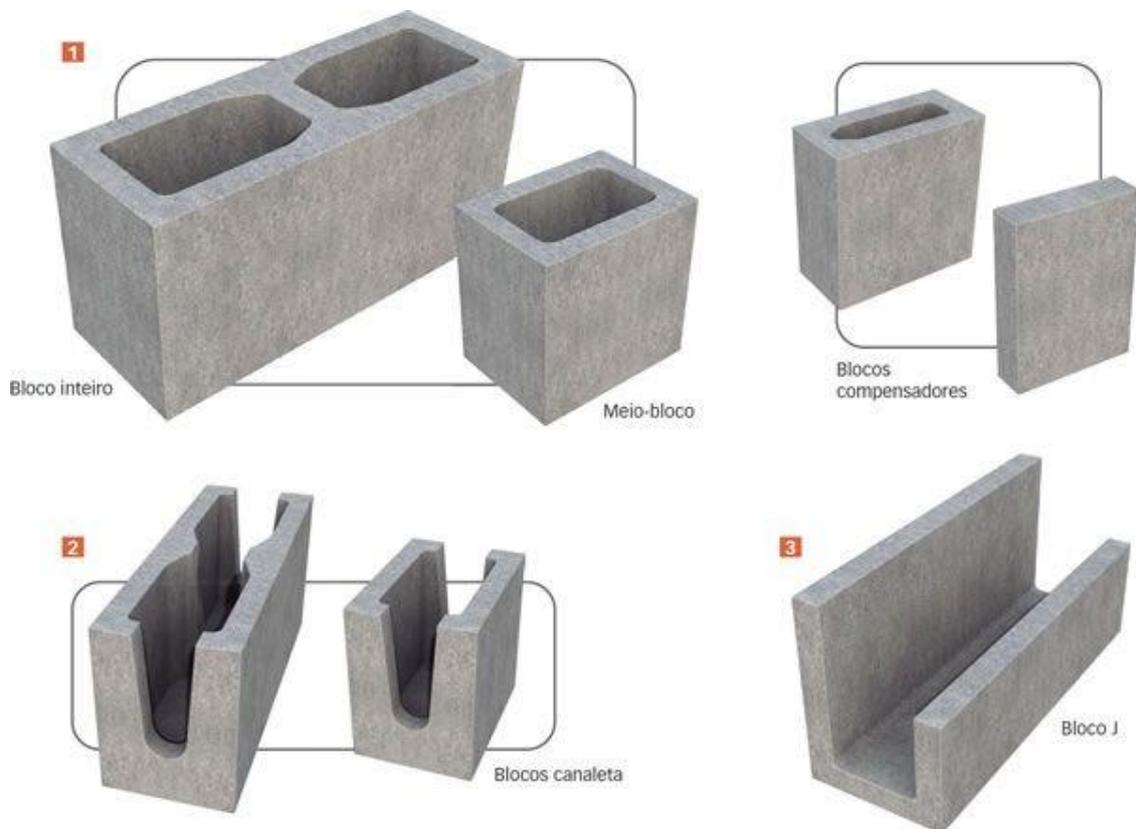
Segundo Rosso (1980 apud SOARES, 2008), a racionalização é o processo que gera ações contra o desperdício de tempo e de materiais dentro do processo construtivo, empregando raciocínio sistemático, lógico e resolutivo, visando substituir as práticas convencionais ao eliminar a casualidade nas decisões. Ou seja,

a racionalização é a otimização do uso dos recursos em todas as atividades desenvolvidas na construção do empreendimento.

Os Blocos de concreto, Figura 9, também conhecidos como blocos de cimento, é um método utilizável de racionalização, proporcionam melhor conforto acústico, quebram menos (menos perdas) e utilizam menos argamassa quando comparamos ao tijolo cerâmico.

Também geram menos “quebradeira” nas manutenções nos sistemas hidráulicos e elétricos. Porém não podem ser manuseados e utilizados em dias chuvosos, pois absorvem água com facilidade.

Figura 9 - Blocos de concreto.



Fonte: Construção mercado, 2014.

Eles são comercializados em diversas medidas. Você encontra blocos de concreto com larguras de 9, 14 ou 19cm e comprimentos de 19, 29 ou 39cm. A altura é sempre 19cm. Os blocos de qualidade têm aparência homogênea, arestas vivas e superfície áspera. Eles também não podem apresentar tricas ou buracos.

2.7.4. Pré-dimensionamento de vigas

Para pré-dimensionar uma viga é necessário estimar as dimensões da seção transversal. Nesse estudo serão abordados apenas as vigas de concreto armado com seção retangular, que constitui a maioria das aplicações. Para definir a altura da viga, é necessário primeiro definir a largura (b_w), de acordo com o vão.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014 a seção transversal das vigas não pode apresentar largura menor que 12 cm e a das vigas-parede, menor que 15 cm. Estes limites podem ser reduzidos, respeitando-se um mínimo absoluto de 10 cm em casos excepcionais, sendo obrigatoriamente respeitadas as seguintes condições:

- a) Alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras de outros elementos estruturais, respeitando os espaçamentos e cobrimentos estabelecidos na norma ABNT NBR 6118:2014;
- b) Lançamento e vibração do concreto de acordo com a ABNT NBR 14931:2004.

Segundo Cunha (2014) pode-se adotar os seguintes valores para a largura de vigas:

- $b_w = 12 \text{ cm}$ (vão $\leq 4 \text{ m}$);
- $b_w = 20 \text{ cm}$ ($4 \text{ m} < \text{vão} \leq 8 \text{ m}$);
- $b_w = 25 \text{ a } 30 \text{ cm}$ (vão $> 8 \text{ m}$).

Esses valores estão condicionados ao tipo de alvenaria (tijolo maciço, tijolo furado, blocos de concreto, etc.), porém pode ocorrer que em grandes edifícios a mesma ultrapasse a alvenaria devido a grandes cargas impostas, ficando assim visível esteticamente. Portanto para a maioria dos casos, a largura de uma viga deve ser embutida na alvenaria de modo que privilegie a estética (RODRIGUES, 2013).

Melo (2013), afirma que as alturas das vigas devem, se possível, ser padronizadas em dimensões múltiplas de 5 cm. Vigas contínuas devem manter, se possível, a mesma seção transversal em seus tramos, facilitando assim sua concretagem e padronização de fôrmas.

Uma maneira simples de pré-dimensionar a altura de uma viga de concreto armado é através de seu vão:

$$h = \frac{L}{10}$$

Onde h é a altura da viga e L seu vão.

Para vigas em balanço, a relação adotada é $h = \frac{L}{6}$.

Já Rebello (2007 apud Melo, 2013), que utiliza-se de fórmulas empíricas para realizar o pré-dimensionamento de vigas, de acordo com a condição de apoio, sendo que em todos os tipos o autor sugere que a largura da viga varie entre 1/4 e 1/3 da altura. No caso de vigas embutidas na alvenaria, deve ter largura máxima de 20 ou 22 cm para alvenaria de um tijolo, e de 12 cm para alvenaria de meio tijolo. Tem-se:

- Vigas biapoiadas sem balanço

$h = 8\%$ do vão para cargas pequenas;

$h = 10\%$ do vão para cargas medias;

$h = 12\%$ do vão para cargas grandes.

- Vigas biapoiadas com balanço

Verifica-se a altura da viga tanto pelo vão quanto pelo maior balanço. Adota-se como altura da viga o maior dos dois valores. A altura da seção para o balanço é dada por:

$h = 16\%$ do balanço, para cargas pequenas;

$h = 20\%$ do balanço, para cargas medias;

$h = 24\%$ do balanço, para cargas grandes.

- Vigas contínuas sem balanço

$h = 6\%$ do maior vão, para cargas pequenas;

$h = 8\%$ do maior vão, para cargas medias;

$h = 10\%$ do maior vão, para cargas grandes.

- Vigas contínuas com balanço

Neste caso, verifica-se a altura da viga pelo maior vão e pelo balanço, conforme sugerido anteriormente, adotando-se o maior valor. Como exemplo, para cargas pequenas verifica-se:

$h = 6\%$ do maior vão;

$h = 16\%$ do balanço.

Para definição dos carregamentos, conforme sugerido por Rebello (2007). Tomou-se por base para definição dos valores de carga a ABNT NBR 6120/1980 como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação entre os tipos de carga e o ambiente a ser construído.

Cargas	Local	Valores de carga (KN/m²)
Pequenas	Edifícios residenciais; Depósitos; Sala de leitura; Escolas; Dormitórios; Banheiros; etc.	1,5 a 2,5
Médias	Escada com acesso ao público; Garagens e estacionamentos; Lojas; Restaurantes; etc.	3 a 4
Grandes	Casa de máquinas; Sala com estantes de livro; etc.	4,5 a 7,5

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas 6120:1980.

De acordo com a tabela acima, sugere-se adotar nas fórmulas de pré-dimensionamento os valores extremos para carregamentos pequenos e grandes, e valor médio para carregamentos médios.

2.7.5. Pré-dimensionamento de Pilar

Segundo Melo (2013), além de transmitir as cargas verticais das vigas para as fundações, os pilares apresentam mais uma função importante: a de resistir aos

carregamentos horizontais (ações do vento) por meio da formação de pórticos juntamente com as vigas ou por meio da utilização de pilares com grande rigidez. Pré-dimensionar um pilar é determinar sua seção em planta, posicionando-os, de maneira a formarem pórticos com maior rigidez.

O pré-dimensionamento dos pilares é feito para determinar qual a área de sua seção transversal ($a \times b$), dado características como a resistência do concreto, área de influência e taxa de armadura. A distribuição dos pilares na planta da edificação é feita de maneira uniforme de modo que os mesmos fiquem aproximadamente de 4 a 6 metros de distância (MELO, 2013).

Uma primeira estimativa da seção transversal de pilares pode ser feita através da seguinte formulação, que considera o elemento sob compressão simples com um fator de correção para levar em conta a ação do momento fletor (BACARJI, 1993; NEUMAN, 2008; PINHEIRO, 2007, apud MELO, 2013).

$$A_c = \frac{N_d \cdot \gamma_{corr}}{\sigma_{id}}$$

Onde:

A_c : área da seção transversal do pilar (cm^2);

N_d : carregamento de cálculo do pilar;

γ_{corr} : fator de correção utilizado para levar em conta o efeito do momento fletor;

σ_{id} : tensão ideal de cálculo do concreto. $\sigma_{id} = 0,85 f_{cd} + \rho(f_{sd} - 0,85f_{cd})$;

$\rho = A_s/A_c$: taxa de armadura ($0,4\% \leq \rho \leq 4\%$);

$F_{cd} = F_{ck}/1,4$: resistência de cálculo de concreto;

$F_{sd} = 420 \text{ Mpa}$ (CA – 50): resistência de cálculo do aço para deformação de 0,2%.

Para facilitar o cálculo a Tabela 6 fornece alguns valores típicos de σ_{id} .

Tabela 6 - Tensão ideal de cálculo

Fck (Mpa)	20	25	30	35	40	45	50
σ_{id} (kgf/cm ²)	203	233	263	293	322	352	282

Fonte: Melo, 2013.

O carregamento de cálculo do pilar N_d é obtido pelo processo das áreas de influência. Para edifícios de múltiplos andares, a carga total é o resultado da soma das cargas ao longo dos pavimentos.

$$N_d = 1,4 \cdot A_i \cdot \gamma_n [q_r(np + 0,7) + q_c]$$

Sendo o valor de 1,4 o coeficiente de majoração da ação (γ_f), e:

A_i : área de influência do pilar;

q_r : carga do pavimento por unidade de área;

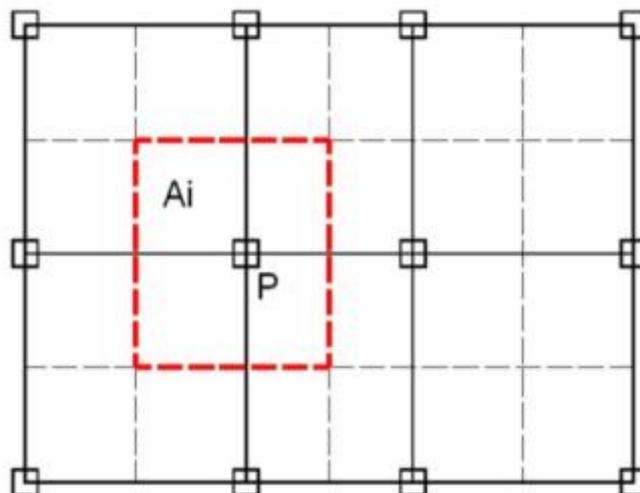
q_c : carga do telhado por unidade de área;

np : número de pavimentos. O valor de 0,7 corresponde ao percentual da carga da laje de forro em relação a laje de piso;

γ_n : coeficiente de majoração da carga em função da menor dimensão da seção transversal do pilar.

A área de influência dos pilares é determinada conforme esquematiza a Figura 10.

Figura 10 - Área de influência dos pilares.



Fonte: Além da inercia, 2018.

Para fins de pré-dimensionamento, pode-se considerar, de maneira aproximada os seguintes valores para carga (q_r) em pavimentos de edifícios:

- Laje maciça ou nervurada, com paredes em blocos de concreto: 1500 kgf/m²;
- Laje maciça ou nervurada, com paredes em tijolos cerâmicos: 1200 kgf/m²;
- Laje nervurada com blocos leves (EPS): 1000 kgf/m²;
- Lajes não maciças com paredes em gessos acartonado: 800 kgf/m².

Estes valores já incluem todas as cargas atuantes no pavimento: peso próprio da estrutura (lajes, vigas e pilares), alvenaria, revestimentos, cargas variáveis, etc.

A carga do telhado por unidade de área é dada pela Tabela 7.

Tabela 7 - Carga do telhado por unidade de área

Com telhas concreto, com madeiramento	150 kgf/m ²
Com telhas cerâmicas, com madeiramento	120 kgf/m ²
Com telhas de fibrocimento, com madeiramento	50 kgf/m ²
Com telhas de aço e estrutura de aço	50 kgf/m ²
Com telhas de alumínio e estrutura de aço	40 kgf/m ²
Com telhas de alumínio e estrutura de alumínio	30 kgf/m ²

Fonte: adaptado de Giongo (2007 apud Melo, 2013).

Nestes valores das cargas está considerada a ação horizontal (sobre pressão), estimada em 20 kgf/m².

O comprimento da seção do pilar é obtido dividindo-se a área da seção pela largura, que foi previamente estipulada em função de que o pilar deve ficar embutido na alvenaria ou deve obedecer a uma exigência estética.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014 a seção transversal de pilares e pilares-parede maciços, qualquer que seja sua forma, não pode apresentar dimensão menor que 19 cm. Em casos especiais, permite-se a consideração de dimensões entre 19 cm e 14 cm, desde que se multipliquem os esforços solicitantes de cálculo a serem

considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional Y_n , de acordo com o indicado na Tabela 8 abaixo:

Tabela 8 - Valores do coeficiente adicional Y_n .

b (cm)	≥ 19	18	17	16	15	14
Y_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas 6118:2014.

Onde:

$$Y_n = 1,95 - 0,05.b$$

b é a menor dimensão da seção transversal, expressa em centímetros (cm).

NOTA: O coeficiente Y_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.

Uma dificuldade no pré-dimensionamento de pilares é a determinação do coeficiente de correção Y_{corr} , em função das diversas variáveis que este parâmetro incorpora, pela ação do momento fletor. Bacarji (1993 apud Melo, 2013), sugere que os coeficientes de correção sejam definidos de acordo com a posição de cada pilar como mostra na Tabela 09.

Tabela 9 - Valores do coeficiente de correção segundo Bacarji (1993).

Posição do pilar	Y_{corr}
Intermediário	1,80
Extremidade	2,20
Canto	2,50

Fonte: adaptado de Bacarji (1993) apud Melo (2013).

2.8. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ORÇAMENTARIO

O levantamento quantitativo consiste em identificar previamente o custo global que esta obra deverá resultar ao seu final e assim poder identificar se o empreendimento é viável ou não, quantificando materiais e serviços a serem executados durante uma obra. É de suma importância a realização de um orçamento realista bem como o dimensionamento da necessidade dos materiais por cada etapa

da obra, permitindo assim uma construção enxuta, diminuindo a quantidade de resíduos em obra.

Orçamento é o resultado de um montante dos serviços previstos e planejados, necessários a execução de uma obra, variando conforme o tipo. Orçar é prever o custo de uma obra antes da sua execução. É uma previsão de custos ou estabelecimento de preços dos serviços a serem realizados. Um orçamento pode se referir ao todo de um empreendimento, ou se referir apenas a alguns itens (serviços) de uma obra. (LIMMER, 1997)

A ferramenta ORSE é a mais utilizada no estado de Sergipe. O Software ORSE - Orçamento de Obras de Sergipe, foi desenvolvido e é coordenado pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe - CEHOP há mais de dez anos, para atender à determinação contida nos artigos 8º e 9º da Lei Estadual nº 4.189 de 28.12.1999 que criou o Sistema Estadual de Registro de Preços para Obras e Serviços de Engenharia. (CEHOP, 2004)

O sistema lida com a estimativa de Custos de Obras, Insumos, Composições de Preço Unitário, Composições Auxiliares, Verbas, Custo Direto, Planilha Orçamentária, Cronogramas, Especificações, Curvas ABC, BDI e Encargos Sociais. O ORSE continua sendo disponibilizado de forma gratuita, propiciando o acesso fácil e rápido das informações a toda a comunidade técnica, empresarial, científica e órgãos de fiscalização e controle (CEHOP, 2004).

A melhor definição de custo indireto talvez seja uma definição por exclusão: custo indireto é todo custo que não apareceu como mão-de-obra, material ou equipamento nas composições de custos unitários do orçamento, em outras palavras, a divergência entre custo direto e indireto, temos como exemplo se uma placa de obra, for um item da planilha de serviços, ela figurará como custo direto da obra. Caso não contenha o item placa da obra, logicamente ela deverá integrar o custo indireto (MATTOS, 2006).

Ainda segundo Mattos (2006), dá-se a designação de Benefícios (ou Bonificação) e Despesas Indiretas (BDI) ao quociente da divisão do custo indireto (DI) – acrescido do lucro (B) – pelo custo direto da obra. O BDI, portanto, inclui: despesas indiretas de funcionamento da obra; custo da administração central; custos financeiros; fatores imprevistos; impostos e lucro. Em termos práticos, o BDI é o

percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra para se chegar ao preço de venda.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO

3.1. APRESENTAÇÃO

Para que fosse possível a abordagem desse tema foi feita uma pesquisa bibliográfica através de informações obtidas em teses e dissertações de mestrado e doutorado, relatórios, trabalhos de conclusão de curso e normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, focada na comparação entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e concreto armado, com o intuito em analisar e discutir as vantagens que a alvenaria estrutural trás em relação ao concreto armado convencional.

Foram realizadas visitas técnicas na cidade de Propriá/SE, onde está sendo executado uma construção do condomínio residencial Alto das Águas, Figura 11. O terreno tem área total de 28.751,23 m², composto por 119 casas padrão de pequeno porte, constituídas por 2 quartos, sendo 1 suíte, sala, cozinha, área de lazer e garagem. Todas as casas foram dimensionadas para suportar a construção de mais um pavimento.

Foi verificado o procedimento de execução em alvenaria estrutural utilizado na obra, em seguida se deu a elaboração de um dimensionamento estrutural em concreto armado correspondente ao mesmo projeto, com objetivo de comparar os dois tipos de sistemas construtivos do ponto de vista econômico.

Figura 11 - Vista do residencial Alto das Águas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

O levantamento foi realizado através de visitas à obra durante 15 dias, entre os meses de setembro e outubro de 2018, verificando através de relatórios de produtividade e quantitativo de materiais, os seguintes parâmetros: tempo de execução, material utilizado e qualidade da mão de obra. Verificando a conformidade da execução com as normas vigentes da alvenaria estrutural.

3.2. PROCEDIMENTO EXECUTIVO DA OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Verificou-se todas as etapas necessárias para uma obra em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, com resistência de 4,5 Mpa e espessura de 14x19x39 cm, verificando seu processo de execução, tendo como base o procedimento de execução de serviço da VIVA Construções.

Antes do início da execução do radier, as instalações devem estar bem planejadas, locadas, indispensavelmente, no mesmo local indicado no projeto, Figura 12.

Figura 12 - Passagem das instalações hidrossanitárias e elétricas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

As instalações hidráulicas com tubulações de menor diâmetro e elétrica, são distribuídas entre os furos dos blocos, evitando a quebra de paredes. Não é correto fazer quebras horizontais para passagens dessas instalações, sendo aconselhável a passagem delas pelo piso ou teto quando não por canaletas preenchidas com graute.

Após a locação dos pontos de instalações, é executado o radier. O terreno é reaterrado e compactado em camadas com um soquete de madeira, após isso, coloca-se a lona plástica sobre ele e é coberto com uma fina camada de concreto. Em seguida, executa-se as armações passivas e ativas, fazendo a separação entre as armações e a base por meio de espaçadores. Em seguida, são feitas as mestras na altura especificada em projeto e realiza-se a concretagem, sempre realizando as vibrações durante cada lançamento do concreto.

Seguindo as normas da NBR 15270-2:2017, é necessário que se retire uma amostra por lote dos blocos recebidos para a realização de ensaios para controle tecnológico para conhecimento de suas características geométrica, física e mecânica,

com o objetivo de conhecer sua resistência à compressão, absorção de água, da área líquida e sua retração por secagem.

A primeira fiada de blocos deve ser executada com bastante atenção, pois servirá de marcação para toda a parede. O primeiro bloco deve ser assentado no ponto mais alto da superfície, virando o ponto de referência, conforme Figura 13.

Figura 13 - Primeira fiada e ponto de armadura.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

A elevação da alvenaria começa a partir da segunda fiada. Nessa fase serão marcados os vãos das esquadrias – os vãos de portas são locados já na primeira fiada – e realizado o embutimento dos eletrodutos. Durante a execução da alvenaria, é necessário verificar o nível e alinhamento para garantir a precisão dimensional das paredes, evitando qualquer erro que ocasione um ré-serviço. A argamassa deve ser posicionada enquanto estiver trabalhável e plástica, Figura 14. Em caso de acomodação do bloco, a argamassa deve ser removida e o componente assentado novamente de forma correta.

Figura 14 - Aplicação de argamassa de assentamento com bisnaga.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

O graute além de preencher os vazios dos blocos com armadura, serve para suprir as deficiências locais da argamassa, ajudando a distribuir melhor os esforços na alvenaria. Para realização do grauteamento é verificado os pontos de graute especificados em projeto, em seguida realiza-se a limpeza dos furos do bloco e coloca a armadura vertical.

Os pontos de graute são localizados em vãos de portas e janelas, onde necessita de reforços estruturais conhecidos por vergas e contravergas, que possuem a função de auxiliar na distribuição de tensões de cargas nos vãos, impedindo o surgimento de fissuras por sobrecarga.

As vergas e contravergas devem ter um transpasse mínimo de 30cm sobre os blocos laterais ao vão, mantendo o alinhamento da canaleta pelo lado interno da construção. As vergas devem ficar apoiadas em uma estrutura rígida para evitar deformação durante a concretagem e cura do graute, mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Verga e contraverga.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

3.3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Através de um pré-dimensionamento da estrutura observada em campo, será realizado um comparativo entre os processos construtivos, visando o custo e tempo de execução, para posterior quantificação dos materiais e orçamento.

No pré-dimensionamento das vigas, com o objetivo de não deixar as mesmas aparentes por questões de estética, as vigas foram sobrepostas nas paredes, utilizando uma espessura de 14 cm e altura equivalente a 8% do vão para vigas bi apoiadas sem balanço e 6% para vigas contínuas sem balanço, de acordo com a pesquisa bibliográfica.

O pré-dimensionamento dos pilares será realizado como especificado na fundamentação teórica.

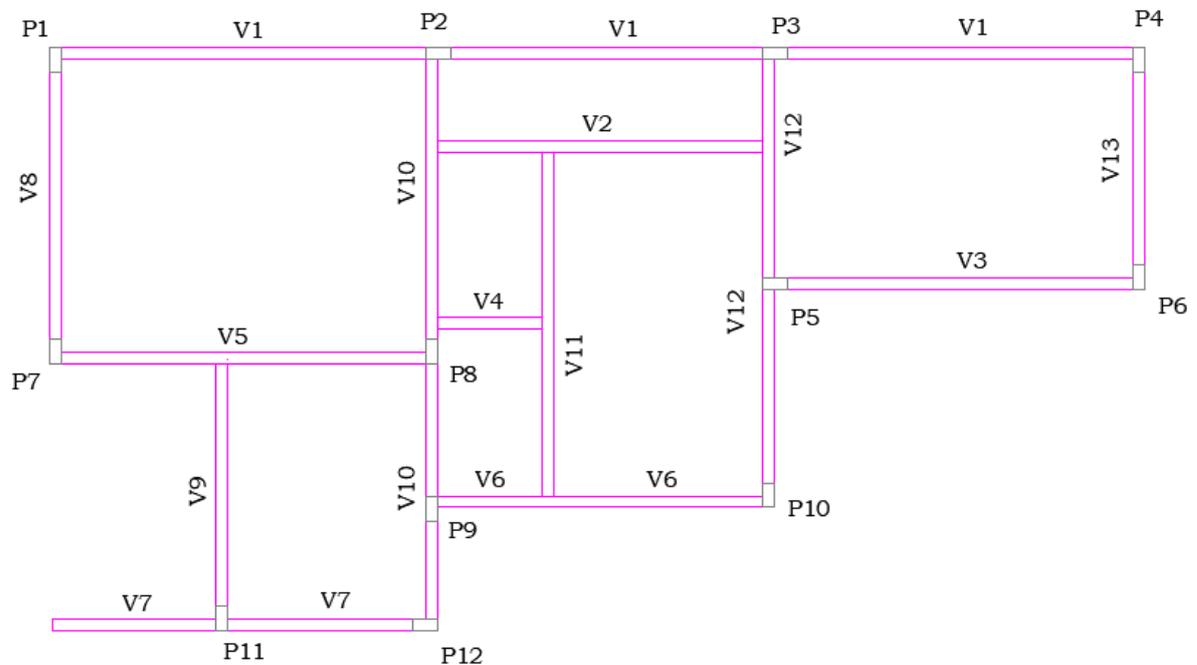
Vale ressaltar que no pré-dimensionamento não levará em consideração o cálculo das lajes, por entender que as mesmas não apresentariam valores distintos entre os modelos de construção.

Através da realização de um levantamento quantitativo dos materiais a serem utilizados, tanto na estrutura de concreto armado, quanto na estrutura de alvenaria estrutural, ambos serão orçados com o auxílio do ORSE, que através do seu banco de dados, fornece quantidade e custos para cada insumo, além do tempo gasto em horas.

3.4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Através das referências bibliográficas citadas nesta pesquisa, foi realizada a locação de pilares e vigas e em seguida foi elaborado o seu pré-dimensionamento, conforme Figura 16.

Figura 16 - Distribuição de pilares e vigas.



Fonte: Os autores, 2018.

Após a locação de pilares e vigas, constatou que a estrutura consiste de 12 pilares e 13 vigas. Em seguida foi realizada a divisão das áreas de influência para cada pilar, como mostrado no Apêndice 1.

Para o cálculo da área da seção transversal de cada pilar, foi estimado as cargas que cada pilar carregaria e posteriormente realizou-se o cálculo de acordo com a equação proposta na revisão bibliográfica. Após a obtenção dos resultados, para satisfazer a NBR 6118:2014, que não permite área do pilar menor que 360 cm², as seções mínimas adotadas foram de 14 x 26 cm. O valor das dimensões de cada pilar pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados dos pré-dimensionamento dos pilares.

Pilar	Ai (m ²)	qr (kgf/m ²)	np	qc (kgf/m ²)	Nd (kgf)	oid	Ycorr.	Ac (cm ²)	b (cm)	h (cm)	Dimensões adotadas	
											b (cm)	h (cm)
P1	4,481	1200	1	150	17176,5	233	2,5	184,297	14	13,1641	14	26
P2	8,293	1200	1	150	31783,7	233	2,2	300,103	14	21,436	14	26
P3	6,226	1200	1	150	23861,9	233	2,2	225,305	14	16,093	14	26
P4	3,362	1200	1	150	12885,6	233	2,5	138,257	14	9,8755	14	26
P5	8,687	1200	1	150	33296,4	233	2,2	314,386	14	22,456	14	26
P6	3,362	1200	1	150	12885,6	233	2,5	138,257	14	9,8755	14	26
P7	4,755	1200	1	150	18224,7	233	2,5	195,543	14	13,967	14	26
P8	11,68	1200	1	150	44770,5	233	2,2	422,725	14	30,194	14	35
P9	4,291	1200	1	150	16447,9	233	2,2	155,302	14	11,093	14	26
P10	3,090	1200	1	150	11842,8	233	2,5	127,068	14	9,0763	14	26
P11	3,080	1200	1	150	1180,6	233	2,2	111,473	14	7,9623	14	26
P12	1,050	1200	1	150	4027,19	233	2,5	43,2102	14	3,0864	14	26

Fonte: Os autores, 2018.

Para a realização do pré-dimensionamento das vigas foi necessário primeiro conhecer suas condições de apoio e maior vão de cada uma, para posteriormente de acordo as equações citadas no referencial teórico definir a altura (h) das mesmas.

O valor das dimensões de cada viga pode ser observado na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados dos pré-dimensionamento das vigas.

VIGAS DO PAVIMENTO					Dimensões adotadas (cm)	
Viga	Caso	L (cm)	Maior vão (cm)	H (cm)	Bw	H
101	2	1290	440	26,40	14	30
102	1	391	391	31,28	14	35
103	1	431	431	34,48	14	35
104	1	126	126	10,08	14	25
105	1	440	440	35,2	14	35
106	1	391	391	31,28	14	35
107	3	420	196	31,36	14	35
108	1	355	355	28,4	14	30
109	1	311	311	24,88	14	25
110	2	680	355	21,3	14	25
111	1	406	406	32,48	14	35
112	2	530	265	15,9	14	25
113	1	265	265	21,2	14	25

Fonte: Os autores, 2018.

Onde:

Caso 1 – viga biapoiada sem balanço

Caso 2 – viga continua sem balanço

Caso 3 – viga biapoiada com balanço

3.5. LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ORÇAMENTÁRIO

3.5.1. Alvenaria estrutural

Com os dados levantados da obra em alvenaria estrutural, foi calculado uma área de alvenaria de 160,8 m², chegando nesse valor através da multiplicação do perímetro das paredes e do pé direito apresentado no projeto que é de 2,80m, eliminando os vãos de portas e janelas. Foi obtido 1,20 m³ de graute para o preenchimento em pontos de armaduras específicos, vergas e contravergas e cintamento superior. Além de 94 kg de aço CA-50 de diâmetro de 10mm.

Comprimento de alvenaria: 57,43m

Pé direito: 2,80m

Área de alvenaria: $57,43 \times 2,80 = 160,81 \text{ m}^2$.

Canaleta calculou-se de acordo com o projeto arquitetônico, medindo os comprimentos dos vãos superior e inferior de janelas e portas acrescidos 30 centímetros de transpasse de cada lado, esse transpasse é feito de forma a evitar futuras patologias como trincas nos cantos das esquadrias devido ao efeito cortante atuante nas aberturas dos vãos, medindo também o comprimento linear das paredes para obter a canaleta que terá função de viga para recebimento da laje.

Para cálculo do volume de graute, o engenheiro da obra em questão informou que para cada um metro de calha/canaleta utiliza-se $0,0127\text{m}^3$ de graute, portanto:

Volume de grauteamento: $0,0127\text{m}^3 \times 93,95\text{m}$ de canaleta = $1,20\text{m}^3$

A Tabela 12, mostra a planilha de custos realizada no programa ORSE com o valor da estrutura em alvenaria estrutural.

Tabela 12 - Planilha orçamentária da alvenaria estrutural.

Empreendimento: 000001 - Conjunto Residencial Altos das Águas

ITEM	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01	Elevação				9.701,83	100,00
01.001	Alvenaria bloco cerâmico estrutural 4MPa, 14x19x39cm, esp=14m, c/ argamassa AC-II, inclusive ferragem grauteada - Rev. 01	m ²	160,81	47,42	7.625,61	78,60
01.002	Graute fgk=25 mpa; traço 1:0,02:1,2:1,5 (cimento/ cal/ areia grossa/ brita 0) - preparo mecânico com betoneira 400 l. af_02/2015	m ³	1,20	363,99	436,79	4,50
01.003	Canaleta em blocos de concreto tipo "u" (calha) 12x19x39, preenchidos com argamassa traço t5(1:2:8)	m	93,95	17,45	1.639,43	16,90
	TOTAL DO ORÇAMENTO				9.701,83	100,00

Fonte: ORSE, março/2018.

A planilha com todos os insumos da construção em alvenaria estrutural está disponível nos Apêndices 2 e 3.

3.5.2. Concreto armado

Após a realização do pré-dimensionamento das estruturas de concreto armado (pilar e viga), foi levantado o quantitativo para a obtenção do custo dos mesmos. Foi calculada uma área de bloco de vedação de 151,82 m², com 4,06 m³ de concreto para pilares e vigas, calculando o volume de pilares e vigas multiplicando suas áreas e alturas.

A Tabela 13, mostra a planilha de custos realizada no programa ORSE com o valor da estrutura em concreto armado.

Tabela 13 - Planilha orçamentária do concreto armado.

Empreendimento: 000002 - Residencial Alto das Águas

ITEM	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01	Elevação				11.084,97	100,00
01.001	Alvenaria bloco cerâmico vedação, 9x19x24cm, e=9cm, com argamassa t5 - 1:2:8 (cimento/cal/areia), junta=2cm	m2	151,82	31,93	4.847,61	43,73
01.002	Concreto Armado fck=30,0MPa, usinado, bombeado, adensado e lançado, para uso Geral, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m3	4,06	1.351,14	5.485,63	49,49
01.003	Contraverga pré-moldada para vãos de até 1,5 m de comprimento. af_03/2016	m	11,40	20,35	231,99	2,09
01.004	Cintas e vergas em concreto armado pré-moldado fck=15 mpa, seção 9x12cm	m	19,20	27,07	519,74	4,69
	TOTAL DO ORÇAMENTO				11.084,97	100,00

Fonte: ORSE, março/2018.

A planilha com todos os insumos da construção em concreto armado está disponível nos Apêndices 4,5 e 6.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os orçamentos realizados no software ORSE (Orçamento de obras de Sergipe) com composição de preços referentes ao mês de março de 2018, foi possível uma análise de custos em relação à toda elevação e estrutura de ambos sistemas, contudo não foram considerados custos indiretos, como por exemplo, em relação ao canteiro de obras.

4.1. COMPARAÇÃO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO

4.1.1. Custo com equipamentos e materiais

Para a construção de uma residência unifamiliar de 69m², observou-se que houve uma diferença no custo e quantidade dos materiais entre os sistemas construtivos. A Tabela 14, mostra o custo total com equipamentos e materiais dos respectivos métodos construtivos.

Tabela 14 - Custo total com equipamentos e materiais.

MÉTODO	CUSTO	Redução	Varição (%)
Alvenaria Estrutural	R\$ 6.336,14	R\$ 325,37	4,88
Concreto Armado	R\$ 6.661,51		

Fonte: Os autores, 2018.

Verificou-se que a variação do custo com materiais apresentou uma pequena diferença, mesmo evidenciando que o gasto torna-se mais barato para a alvenaria estrutural.

4.1.2. Tempo de execução e custo com mão-de-obra

Foi observado quanto ao tempo de homem hora utilizado, obtendo o total de 283,18 homem/hora para a elevação em alvenaria estrutural e custo final R\$ 1.501,37, enquanto que na estrutura em concreto armado foi de 371,11 homem/hora e custo final de R\$ 1.996,17, e o custo como pode ser observado nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 - Descrição e custo de mão-de-obra da alvenaria estrutural.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
Operador de betoneira/misturador	H	3,77	R\$ 5,28	R\$ 19,90
Pedreiro	H	140,75	R\$ 6,25	R\$ 879,70
Servente	H	138,66	R\$ 4,34	R\$ 601,77
TOTAL HOMEM/HORA		283,18	CUSTO FINAL	R\$ 1.501,37

Fonte: ORSE, março/2018.

Tabela 16 - Descrição e custo de mão-de-obra do concreto armado.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO FINAL
Armador	H	28,48	R\$ 6,25	R\$ 177,99
Ajudante de armador	H	0,03	R\$ 4,69	R\$ 0,16
Auxiliar de carpinteiro	H	0,17	R\$ 4,69	R\$ 0,78
Carpinteiro	H	48,03	R\$ 6,25	R\$ 300,20
Operador de betoneira	H	0,35	R\$ 5,28	R\$ 1,83
Operador de maquinas e equipamentos	H	0,16	R\$ 6,82	R\$ 1,13
Pedreiro	H	124,93	R\$ 6,25	R\$ 780,79
Servente	H	168,96	R\$ 4,34	R\$ 733,29
TOTAL HOMEM/HORA		371,11	CUSTO FINAL	R\$ 1.996,17

Fonte: ORSE, março/2018.

A redução na quantidade de homem/hora utilizado traduz numa maior economia para a obra. Enquanto o sistema em concreto armado obteve um custo de

R\$ 1.996,17, o sistema em alvenaria estrutural teve um custo de R\$ 1.501,37, representando uma economia de 24,79%.

4.1.3. Custo total

Para a construção de uma residência unifamiliar, o sistema em alvenaria estrutural foi orçado em R\$ 9.701,83, já o de estrutura em concreto armado foi orçado em R\$ 11.084,97, obtendo assim uma diferença de 12,48% conforme apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 - Comparativo do custo entre os sistemas construtivos

MÉTODO	CUSTO	Redução	Variação (%)
Alvenaria Estrutural	R\$ 9.701,83	R\$ 1.383,14	12,48
Concreto Armado	R\$ 11.084,97		

Fonte: Os autores, 2018.

Dividindo-se o custo com pessoal pelo custo total da parte estrutural considerada nesta pesquisa, obtém-se um percentual de 18,0% para a construção em concreto armado é de 15,48% para a alvenaria estrutural.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Observou-se que na alvenaria estrutural a produtividade e agilidade na execução são superiores quando comparados as construções de concreto armado, pelo fato de as atividades serem executadas de forma homogênea, ocorrendo a repetição das mesmas, o que difere da construção em concreto armado, onde há uma alternância de atividades, sendo que algumas são bem distintas e ocorrem em fases diferentes, como por exemplo, as armações, as fôrmas e desformas, o tempo de cura do concreto, o serviço de execução da alvenaria de vedação, entre outros.

Neste estudo de caso, concluiu-se que o tempo de execução e o custo com mão-de-obra impactou numa redução de 24,79% para a construção em alvenaria estrutural, esse fato evidencia um trabalho mais racionalizado, corroborando com o observado em campo.

Em relação aos custos com materiais e equipamentos, a alvenaria estrutural apresentou uma diferença muito pequena na redução de preços, quando comparada ao sistema construtivo em concreto armado, dessa forma foi possível concluir que neste aspecto os dois sistemas construtivos são semelhantes.

Através da comparação das características gerais entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e concreto armado pelos parâmetros da análise de preços, materiais utilizados, tempo e métodos de execução, conclui-se que a alvenaria estrutural é um método construtivo mais econômico, prático e racional, possibilitando uma construção mais limpa.

Com todo o aprofundamento na pesquisa e explicação sobre o método, tendo por base que foram obtidas reduções significativas entre custo e tempo, foi possível entender melhor sobre sua execução e seus elementos construtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: **projetos de estrutura de concreto**. Rio de Janeiro.2014

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7171: **bloco cerâmico para alvenaria**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8545: **execução de alvenaria estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15270 - 2: **componentes cerâmicos**. Rio de Janeiro, 2017.

ARCARI, A. **Alvenaria estrutural e estruturas aperticadas de concreto armado: estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social**. 2010. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28550/000769494.pdf>>. Acesso em 20 de novembro. 2018.

BOLZAN, Leandro. **Racionalização em alvenaria estrutural**. TCC apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), com requisito parcial para obtenção de grau de Engenharia Civil. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em: <coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2016/TCC_LEANDRO%20BOLZAN.pdf>. Acesso em 10 de outubro. 2018.

CAMACHO, JEFFERSON SIDNEY (2006). **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho.

COÊLHO, Ronaldo Sérgio de Araujo. **Alvenaria Estrutural**. São Luiz. UEMA, 1998.

DELLATORRE, Lazaro Augusto. **Análise Comparativa de Custo Entre Edifício de Alvenaria Estrutural e de Concreto Armado Convencional**. TCC apresentado ao Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), com requisito parcial para obtenção de grau de Engenharia Civil. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: <www.passeidireto.com/arquivo/56771559/tcc-lazaro-augusto-dellatorre>. Acesso em 20 de novembro. 2018.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Tese (Doutorado). São Paulo. EPUSP, 1992.

FONSECA, LUANA ABRAMOSKI. **Estudo de Caso**: Dimensionamento e comparação de vigas de concreto armado utilizando classes de resistência dos grupos I e II segundo a NBR 6118:2014. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFP, como requisito barra obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Campos Mourão, 2015.

HOFFMANN, L. G.; BRESSIANI, L.; FURLAN, G. C.; THOMAZ, W. A.; **Alvenaria estrutural**: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. UTFPR. Curitiba, Paraná. 2012.

KATO, RICARDO BENTES (2002). **Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria enxuta**. Tese M.Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

KOCHEM, R. F. de FREITAS. **Dimensionamento de Pilares Esbeltos de Concreto Armado com Seção Transversal Retangular Submetidos à Flexão Oblíqua Composta**. TCC do curso superior de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. 2015. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6355/1/CM_COECI_2015_1_13.pdf> Acesso em 14 de novembro. 2018.

MACHADO, SOFIA, LAURINDO (1999), **Sistemática de concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural**. Tese M.Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamento de Obras: dicas**. São Paulo. Ed PINI. 2006.

MELO, Paula Rodrigues de. **Pré-Dimensionamento de Estruturas de Madeira, de Aço e de Concreto Armado para auxílio a Concepção de Projetos Arquitetônicos**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Uberlândia, Minas Gerais. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14186/1/Paula%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 3 de novembro. 2018.

MOHAMAD, Girad (2015). **Construções em alvenaria estrutural** – materiais, projeto e desempenho.

MOLITERNO, Antonio (1995). **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. Editora Edigard Blucher LTDA.

ORSE. **Orçamentos de obra de Sergipe**. Versão 2.0.1.3, Atualização da Base de Dados de março de 2018.

PESTANA, E. H. A.; MASCARENHAS, K. M.; PINHEIRO, L. H. S.; QUEIROZ, M. G. S.; SOUSA, W. **A alvenaria estrutural e seu desenvolvimento histórico: Materiais e sistemas estruturais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, São Luiz, Maranhão. 2014. Disponível em <

pt.slideshare.net/felipelimadacosta/a-alvenaria-estrutural-e-seu-desenvolvimento-historico> Acesso em 08 de outubro de 2018.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2003. Disponível em <www.ebah.com.br/content/ABAAAgZ4AH/projeto-edificios-alvenaria-estrutural>. Acesso em 08 de outubro de 2018.

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

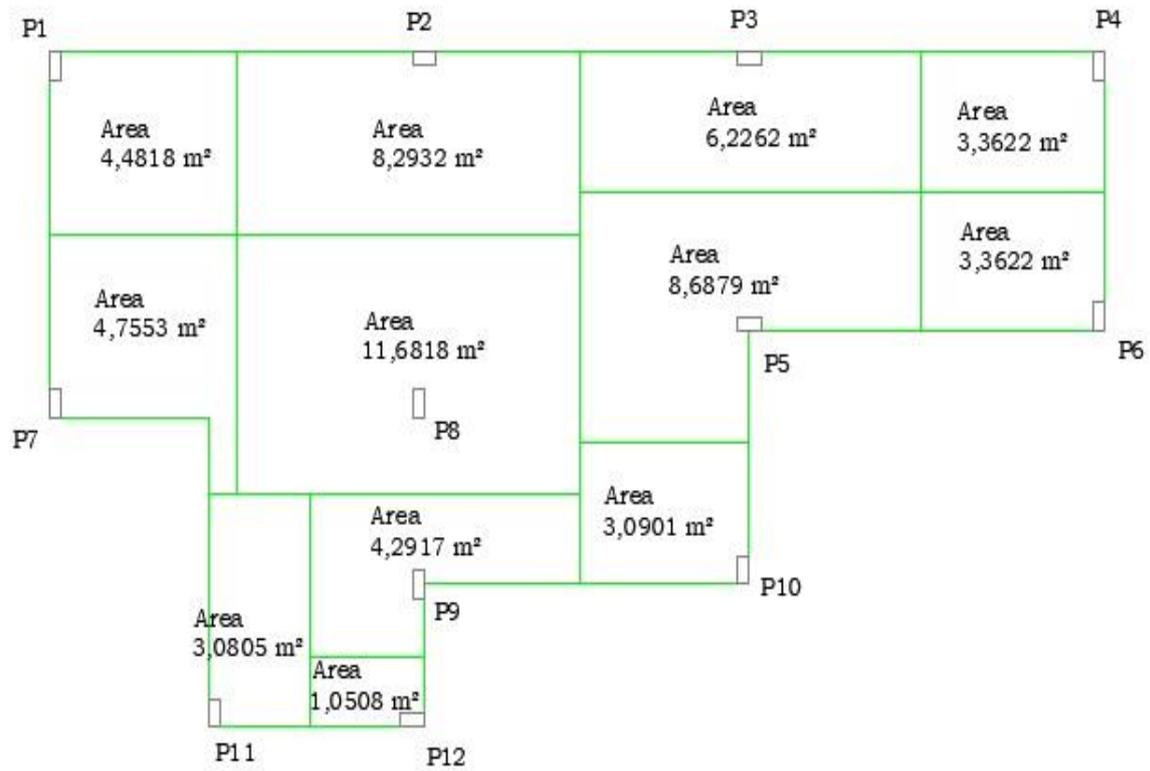
SANTANA, P. Lira. **Vantagens da execução de alvenaria estrutural para obras de porte médio em relação as estruturas de concreto armado**. TCC do curso superior de Engenharia Civil da Universidade Tiradentes – UNIT, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Aracaju, Sergipe. 2017. Disponível em Biblioteca, UNIT.

SELECTA BLOCOS. **Detalhes Construtivos Sequência de Elevação da Alvenaria**. Catálogo de Vendas. Itu, São Paulo. 2009. Disponível em <www.selectablocos.com.br/alvenaria_estrutural_detalhes_construtivos_23.html>. Acesso em 12 de novembro de 2018.

SILVA, P. E. V.; MOREIRA, R. R. **Projeto de Alvenaria de Vedação** – Diretrizes para a elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da implementação em relação com a NBR 15575. Monografia apresentada para o Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – UFG. Goiânia, Goiás. 2017. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/PROJETO_DE_ALVENARIA_DE_VEDA%C3%87%C3%83O_%E2%80%93_DIRETRIZES_PARA_A_ELABORA%C3%87%C3%83O_HIST%C3%93RICO_DIFICULDADES_E_VANTAGENS_DA_IMPLMENTA%C3%87%C3%83O_E_RELA%C3%87%C3%83O_COM_A_NBR_15575.pdf>. Acesso em 14 de novembro. 2018.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. 1. ed. São Paulo. Editora Pini. 2010

APÊNDICE 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PILARES E ÁREAS DE INFLUÊNCIA



APÊNDICE 2 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL (FOLHA1)

CODIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNIT
EQUIPAMENTO				
10535/SINAPI	Betoneira capacidade nominal 400 l, capacidade de mistura 280 l, motor elétrico trifásico 220/380 v potência 2 cv, sem carregador	un	0,0005	3.000,00
MATERIAIS				
00039/SINAPI	Aço ca-60, 5,0 mm, vergalhão	kg	16,0810	4,22
37370/SINAPI	Alimentação - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	3,7440	1,56
00158/ORSE	Almoço (Participação do empregador)	un	38,2568	10,00
00367/SINAPI	Areia grossa - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m3	2,7259	75,00
02684/ORSE	Argamassa industrializada Votomassa AC-II, ou similar	kg	2.296,3668	0,84
36150/SINAPI	Avental de segurança de raspa de couro 1,00 x 0,60 m	un	0,0097	23,99
06865/ORSE	Bloco de concreto, tipo "u", calha dim. 12 x 19 x 39 cm	un	234,8750	2,38
10610/SINAPI	Bloco estrutural cerâmico - 14 x 19 x 29 cm - 4,0 mpa - nbr 15270	un	2.677,4865	0,77
12893/SINAPI	Bota de segurança com biqueira de aço e colarinho acolchoado	par	0,3076	38,78
01106/SINAPI	Cal hidratada ch-i para argamassas	kg	328,7496	0,74
12894/SINAPI	Capa para chuva em pvc com forro de poliéster, com capuz (amarela ou azul)	un	0,0737	10,50
12895/SINAPI	Capacete de segurança aba frontal com suspensão de polietileno, sem jugular (classe b)	un	0,2279	8,08
02711/SINAPI	Carrinho de mão de aço capacidade 50 a 60 l, pneu com câmara	un	0,0322	110,00
10492/ORSE	Cesta Básica	un	1,6780	110,00
01379/SINAPI	Cimento portland composto cp ii-32	kg	833,8896	0,52
04722/ORSE	Colher de pedreiro	un	0,0737	11,45
04174/ORSE	Desempenadeira de aço lisa, cabo madeira, ref:143, Atlas ou similar	un	0,0898	7,16
11245/ORSE	Desempoladeira de madeira 12x22	un	0,1314	11,75
11246/ORSE	Escala métrica de bambu	Un	0,1314	17,00
37372/SINAPI	Exames - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	3,7440	0,37
00941/ORSE	Fardamento	un	0,5616	68,45
12892/SINAPI	Luva raspa de couro, cano curto (punho *7* cm)	par	0,9238	7,27
04729/ORSE	Marreta 1 kg com cabo	un	0,0161	15,80
11264/ORSE	Marreta de 1/2 kg com cabo	un	0,0416	10,95
11265/ORSE	Martelo de borracha com cabo	un	0,0737	14,90
11243/ORSE	Martelo sem unha	un	0,0161	16,30
10789/ORSE	Nível de bolha de madeira	un	0,0416	9,00
01651/ORSE	Óculos branco proteção	pr	0,3016	5,50
10788/ORSE	Pá quadrada	un	0,0322	17,29
04720/SINAPI	Pedra britada n. 0, ou pedrisco (4,8 a 9,5 mm) posto pedreira/fornecedor, sem frete	m3	0,6480	87,46

**APÊNDICE 3 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL (FOLHA
2)**

CODIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNIT
MATERIAIS				
10596/ORSE	Protetor auricular	un	1,6780	3,20
10599/ORSE	Protetor solar fps 30	un	0,6675	17,70
36146/SINAPI	Protetor solar fps 30, embalagem 2 litros	un	0,0044	137,36
10790/ORSE	Prumo de face	un	0,0161	17,05
10282/ORSE	Régua de alumínio c/ 2,00m (para pedreiro)	un	0,0416	16,70
36144/SINAPI	Respirador descartável sem válvula de exalação, pff 1	un	0,4175	0,90
37373/SINAPI	Seguro - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	3,7440	0,02
11247/ORSE	Serra mármore	un	0,0161	272,97
36153/SINAPI	Talabarte de segurança, 2 mosquetões trava dupla *53* mm de abertura, com absorvedor de energia	un	0,0041	108,07
04728/ORSE	Talhadeira chata 10"	un	0,0482	8,02
37371/SINAPI	Transporte - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	3,7440	0,50
36149/SINAPI	Trava-quedas em aço para corda de 12 mm, extensor de 25 x 300 mm, com mosqueta o tipo gancho trava dupla	un	0,0026	94,94
02378/ORSE	Vale transporte	un	29,9494	3,50
PESSOAL				
37623/SINAPI	Operador de betoneira estacionaria/misturador (coletado caixa)	h	3,7691	5,28
04750/SINAPI	Pedreiro	h	140,7520	6,25
06111/SINAPI	Servente	h	138,6557	4,34
SERVIÇO DE TERCEIRO				
02705/SINAPI	Energia elétrica até 2000 kwh industrial, sem demanda	kw/h	1,4400	0,46
10517/ORSE	Exames admissionais/demissionais (checkup)	cj	0,1380	326,00
10761/ORSE	Refeição - café da manhã (café com leite e dois pães com manteiga)	un	38,2568	2,50
10362/ORSE	Seguro de vida e acidente em grupo	un	1,6780	5,65

APÊNDICE 4 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 1)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNIT
EQUIPAMENTOS				
36397/SINAPI	Betoneira, capacidade nominal 600 l, capacidade de mistura 360l, motor elétrico trifásico 220/380v, potência 4cv, excluído carregador	un	0,0000	12.203,38
11359/SINAPI	Esmerilhadeira angular elétrica, diâmetro do disco 7 '' (180 mm), rotação 8500 rpm, potência 2400 w	un	0,0000	675,00
11248/ORSE	Furadeira elétrica profissional	un	0,0041	300,30
38413/SINAPI	Lixadeira elétrica angular, para disco de 7 '' (180 mm), potência de 2.200 w, * 5.000* rpm, 220 v	un	0,0000	695,92
14618/SINAPI	Serra circular de bancada com motor elétrico, potência de *1600* w, para disco de diâmetro de 10" (250 mm)	un	0,0000	1.015,69
11249/ORSE	Serra circular elétrica portátil	un	0,0041	679,89
MATERIAIS				
00081/ORSE	Aço ca-50 6,3 a 12,5 mm	kg	343,4240	4,26
00032/SINAPI	Aço ca-50, 6,3 mm, vergalhão	kg	5,9770	4,46
37370/SINAPI	Alimentação - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	4,3149	1,56
00158/ORSE	Almoço (Participação do empregador)	un	37,3179	10,00
00333/SINAPI	Arame galvanizado 14 bwg, d = 2,11 mm (0,026 kg/m)	kg	7,0404	11,80
00337/SINAPI	Arame recozido 18 bwg, 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	6,8685	10,00
10585/ORSE	Arco de serra	un	0,0053	19,50
00367/SINAPI	Areia grossa - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m3	2,8925	75,00
00370/SINAPI	Areia media - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m3	0,1904	80,00
36150/SINAPI	Avental de segurança de raspa de couro 1,00 x 0,60 m	un	0,0103	23,99
00010/SINAPI	Balde plástico capacidade *10* l	un	0,0296	8,02
02657/ORSE	Bloco cerâmico, de vedação, 6 furos horizontais, dim. 9 x 19 x 24 cm	un	3.036,4000	0,46
38399/SINAPI	Bolsa de lona para ferramentas *50 x 35 x 25* cm	un	0,0000	135,93
12893/SINAPI	Bota de segurança com biqueira de aço e colarinho acolchoado	par	0,2798	38,78
01106/SINAPI	Cal hidratada ch-i para argamassas	kg	407,2043	0,74
12894/SINAPI	Capa para chuva em pvc com forro de poliéster, com capuz (amarela ou azul)	un	0,0806	10,50
12895/SINAPI	Capacete de segurança aba frontal com suspensão de polietileno, sem jugular (classe b)	un	0,2074	8,08
02711/SINAPI	Carrinho de mão de aço capacidade 50 a 60 l, pneu com câmara	un	0,0380	110,00
10492/ORSE	Cesta Básica	un	1,6524	110,00
10579/ORSE	Chave de fenda chata 30 cm	un	0,0100	15,45
01379/SINAPI	Cimento portland composto cp ii-32	kg	534,5254	0,52
04722/ORSE	Colher de pedreiro	un	0,0459	11,45
00629/ORSE	Compensado resinado 10mm - Madeirit ou similar	m2	1,4822	18,10

APÊNDICE 5 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 2)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNIT
MATERIAIS				
00629/ORSE	Compensado resinado 10mm - Madeirit ou similar	m2	1,4822	18,10
00629/ORSE	Compensado resinado 10mm - Madeirit ou similar	m2	1,4822	18,10
00630/ORSE	Compensado resinado 12mm - Madeirit ou similar	m2	9,5004	23,05
34494/SINAPI	Concreto usinado bombeável, classe de resistência c30, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, exclui serviço de bombeamento (nbr 8953)	m3	4,0600	242,48
04174/ORSE	Desempenadeira de aço lisa, cabo madeira, ref:143, Atlas ou similar	un	0,0615	7,16
11245/ORSE	Desempoladeira de madeira 12x22	un	0,0923	11,75
02692/SINAPI	Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água	l	1,0071	6,08
38476/SINAPI	Escada dupla de abrir em alumínio, modelo pintor, 8 degraus	un	0,0000	204,80
38477/SINAPI	Escada extensível em alumínio com 6,00 m estendida	un	0,0000	580,00
11246/ORSE	Escala métrica de bambu	Un	0,0923	17,00
39017/SINAPI	Espaçador / distanciador circular com entrada lateral, em plástico, para vergalhão *4,2 a 12,5* mm, cobrimento 20 mm	un	68,4000	0,13
37372/SINAPI	Exames - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	4,3149	0,37
00941/ORSE	Fardamento	un	0,5497	68,45
12815/SINAPI	Fita crepe rolo de 25 mm x 50 m	un	0,0342	5,47
10578/ORSE	Formão grande	un	0,0100	15,15
38382/SINAPI	Linha de pedreiro lisa 100 m	un	0,0091	7,14
12892/SINAPI	Luva raspa de couro, cano curto (punho *7* cm)	par	0,8859	7,27
01569/ORSE	Madeira mista serrada (barrote) 6 x 6cm - 0,0036 m3/m (angelim, louro)	m	57,5903	5,87
04729/ORSE	Marreta 1 kg com cabo	un	0,0089	15,80
11264/ORSE	Marreta de 1/2 kg com cabo	un	0,0308	10,95
11244/ORSE	Martelo com unha	un	0,0100	28,16
11265/ORSE	Martelo de borracha com cabo	un	0,0459	14,90
11243/ORSE	Martelo sem unha	un	0,0152	16,30
10789/ORSE	Nível de bolha de madeira	un	0,0308	9,00
01651/ORSE	Óculos branco proteção	pr	0,2730	5,50
10788/ORSE	Pá quadrada	un	0,0346	17,29
04509/SINAPI	Peça de madeira 3a qualidade 2,5 x 10cm não aparelhada	m	51,1139	3,42
04517/SINAPI	Peça de madeira nativa/regional 2,5 x 7,0 cm (sarrafo-p/forma)	m	7,6996	0,89
04721/SINAPI	Pedra britada n. 1 (9,5 a 19 mm) posto pedreira/fornecedor, sem frete	m3	0,1650	68,50
04718/SINAPI	Pedra britada n. 2 (19 a 38 mm) posto pedreira/fornecedor, sem frete	m3	0,1306	68,50
05068/SINAPI	Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11)	kg	1,2325	9,66
05069/SINAPI	Prego de aço polido com cabeça 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	4,6936	9,85
10596/ORSE	Protetor auricular	un	1,6524	3,20
10599/ORSE	Protetor solar fps 30	un	0,6457	17,70

36146/SINAPI	Protetor solar fps 30, embalagem 2 litros	un	0,0034	137,36
10790/ORSE	Prumo de face	un	0,0152	17,05

APÊNDICE 6 - ORÇAMENTO ANALÍTICO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO (FOLHA 3)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNIT
MATERIAIS				
25966/SINAPI	Redutor tipo thinner para acabamento	l	0,0057	15,30
10282/ORSE	Réguas de alumínio c/ 2,00m (para pedreiro)	un	0,0308	16,70
36144/SINAPI	Respirador descartável sem válvula de exalação, pff 1	un	0,4822	0,90
38393/SINAPI	Rolo de espuma poliéster 23 cm (sem cabo)	un	0,0057	9,70
38390/SINAPI	Rolo de lã de carneiro 23 cm (sem cabo)	un	0,0057	21,51
37373/SINAPI	Seguro - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	4,3149	0,02
38396/SINAPI	Selador horizontal para fita de aço 1 "	un	0,0000	315,25
11247/ORSE	Serra mármore	un	0,0152	272,97
10577/ORSE	Serrote 40cm	un	0,0041	29,79
25950/SINAPI	Serviço de bombeamento de concreto com consumo mínimo de 40m3	m3	4,0600	27,36
06193/SINAPI	Tabua madeira 2a qualidade 2,5 x 20,0cm (1 x 8") não aparelhada	m	5,7270	5,74
06189/SINAPI	Tabua madeira 2a qualidade 2,5 x 30,0cm (1 x 12") não aparelhada	m	6,9301	8,62
36153/SINAPI	Talabarte de segurança, 2 mosquetões trava dupla *53* mm de abertura, com absorvedor de energia	un	0,0034	108,07
04728/ORSE	Talhadeira chata 10"	un	0,0431	8,02
10586/ORSE	Torquesa	un	0,0053	26,16
37371/SINAPI	Transporte - horista (encargos complementares) (coletado caixa)	h	4,3149	0,50
36149/SINAPI	Trava-quedas em aço para corda de 12 mm, extensor de 25 x 300 mm, com mosqueta o tipo gancho trava dupla	un	0,0034	94,94
02378/ORSE	Vale transporte	un	28,7781	3,50
PESSOAL				
06114/SINAPI	Ajudante de armador	h	0,0331	4,69
00378/SINAPI	Armador	h	28,4783	6,25
06117/SINAPI	Auxiliar de carpinteiro	h	0,1664	4,69
01213/SINAPI	Carpinteiro de formas	h	48,0319	6,25
37623/SINAPI	Operador de betoneira estacionaria/misturador (coletado caixa)	h	0,3466	5,28
04230/SINAPI	Operador de maquinas e equipamentos	h	0,1664	6,82
04750/SINAPI	Pedreiro	h	124,9261	6,25
06111/SINAPI	Servente	h	168,9610	4,34
SERVIÇO DE TERCEIRO				
02705/SINAPI	Energia elétrica até 2000 kwh industrial, sem demanda	kw/h	0,6829	0,46
10517/ORSE	Exames admissionais/demissionais (checkup)	cj	0,1422	326,00
10761/ORSE	Refeição - café da manhã (café com leite e dois pães com manteiga)	un	37,3179	2,50
10362/ORSE	Seguro de vida e acidente em grupo	un	1,6524	5,65