



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

GABRIEL ZANATTA CICHELERO

MURILO SILVEIRA MURARO

**USO, EFICIÊNCIA E A ECONOMIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. PESQUISA
COMPARATIVA DE RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS DO SISTEMA
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL**

Tubarão

2017

GABRIEL ZANATTA CICHELERO
MURILO SILVEIRA MURARO

**USO, EFICIÊNCIA E A ECONOMIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. PESQUISA
COMPARATIVA DE RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS DO SISTEMA
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade
do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Charles Mendes de Souza, Esp.

Tubarão
2017

GABRIEL ZANATTA CICHELERO
MURILO SILVEIRA MURARO

**USO, EFICIÊNCIA E A ECONOMIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. PESQUISA
COMPARATIVA DE RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS DO SISTEMA
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL**

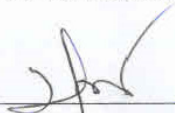
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 13 de NOVEMBRO de 2017.



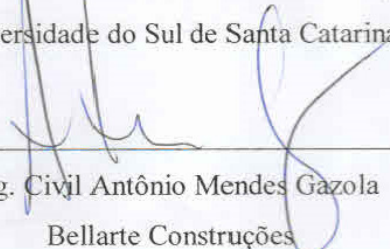
Professor e orientador Charles Mendes de Souza, Esp.

Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Norma Beatriz Camisão Schwinden, Esp.

Universidade do Sul de Santa Catarina



Eng. Civil Antônio Mendes Gazola

Bellarte Construções

Dedicamos este trabalho, especialmente, aos nossos familiares, amigos e colegas que sempre nos incentivaram e motivaram para que pudéssemos enfrentar todas as situações, e vencer todos os desafios, a fim de realizar este trabalho e concluir a Graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus, por nos motivar e conceder saúde ao longo desses anos realizando este curso, e nos dando forças para enfrentar as adversidades.

Agradecemos aos nossos familiares, especialmente, pais, mães e namoradas por terem nos dado o apoio necessário e os suportes motivacionais para que pudéssemos realizar o curso, com total confiança e dedicação, inclusive, para a finalização deste honrado trabalho.

Aos professores do Curso, por todo ensinamento concedido.

Ao nosso orientador e professor, Charles Mendes de Souza, pelo empenho e suporte dedicado a nós, para a elaboração deste trabalho.

A todos os nossos amigos e colegas que fizemos durante a realização do curso, principalmente a Fernando Martins de Souza e Lucas Machado Rufino, com quem criamos um laço de amizade maior, e sempre nos deram apoio necessário para realizar as tarefas difíceis e atividades em sala de aula.

Também, agradecemos à Universidade que nos possibilitou a realização desse sonho de criança, que era estudar engenharia, nos fornecendo toda a estrutura necessária e auxiliando para que pudéssemos encontrar os caminhos e as rotas para chegarmos a fase final, e concluí-la.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará a seu tamanho original”
(EINSTEIN, Albert).

RESUMO

A alvenaria estrutural se faz, cada vez mais, presente nas construções do Brasil, já que sua construção ocorre de forma mais rápida e possui um custo menor do que o método convencional. Isso porque seus métodos construtivos são mais simplificados, porém, necessitam de atenção inicial e constante, e o material recebe todo cuidado necessário, a fim de evitar desperdícios e perdas operacionais, contribuindo, assim, para as questões econômicas e ambientais que toda obra deveria seguir. Esta pesquisa analisa os diferenciais econômicos, técnicos e operacionais identificados nas construções no método construtivo de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, em comparação às obras convencionais de concreto armado. Utilizou-se o método de pesquisa bibliográfica, estudo de caso com relatório fotográfico e o método de observação visual indutivo, em uma abordagem quantitativa, em estudo comparativo de nível descritivo. A análise dos resultados mostra que a alvenaria estrutural leva vantagem em razão de uma produção mais acelerada, em relação ao tempo de obra, pois, enquanto no concreto armado é necessário levantar as estruturas para depois ocorrerem as fases de vedação, hidráulica e elétrica, na alvenaria estrutural, essas fases acontecem de forma conjunta. Este sistema construtivo permite um acabamento mais eficiente, o que já não acontece no método convencional, implicando em um aumento do orçamento global da obra. Por fim, pode-se concluir que a alvenaria estrutural traz muitas e significantes vantagens construtivas e pós-construtivas, além de operacionais, em relação ao concreto armado, porém, o método de alvenaria ainda possui limitações que somente o concreto armado poderia vencer, considerando-se, assim, que para alguns tipos de construções, a alvenaria estrutural seria a melhor opção de método construtivo, mas em outros casos o concreto armado é indispensável.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural. Concreto Armado. Método Construtivo. Custos.

ABSTRACT

The structural masonry is becoming more and more present in Brazilian constructions, since its construction occurs faster and has a lower cost than the conventional method, since their construction methods are more simplified, however, they need constant and initial attention and the material receives all necessary care in order to avoid wastage and operational losses thus contributing to the economic and environmental issues that all work should follow. This research analyzes the economic, technical and operational differentials identified in the constructions in the constructive method of structural masonry of ceramic blocks in comparison to the conventional works of reinforced concrete. The method of bibliographic research, case study with photographic report and the method of visual inductive observation were used, in a quantitative approach in a comparative study of descriptive level. The analysis of the results shows that the structural masonry takes advantage of a faster production, in relation to the work time, because while in the reinforced concrete it is necessary to lift the structures to later occur the phases of hydraulic and electrical sealing in the masonry these phases happen together. This constructive system allows a more efficient finishing that no longer happens in the conventional method, implying in an increase of the global budget of the work. Finally, it can be concluded that structural masonry has many significant constructive and post-constructive advantages, as well as operational in relation to reinforced concrete, but the masonry method still has limitations that only the reinforced concrete could overcome, considering that for some types of constructions, structural masonry would be the best option of constructive method, but in other cases the reinforced concrete is indispensable.

Key words: Structural masonry. Armed Concrete. Constructive Method. Costs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema estrutural das construções em alvenarias de pedra.....	17
Figura 2 - Monadnock Building.	18
Figura 3 - Prédios percussores da alvenaria estrutural construídos no Brasil.	20
Figura 4 - Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos	21
Figura 5 - Assentamento de alvenaria estrutural com janelas de inspeção	22
Figura 6 - Família dos blocos cerâmicos estruturais	23
Figura 7 - Família das Canaletas	23
Figura 8 - Blocos vazados de concreto.....	25
Figura 9 - Blocos cerâmicos definições.....	26
Figura 10 - Assentamento de argamassa em blocos cerâmicos.....	28
Figura 11 - Concretagem dos pontos de graute	30
Figura 12 - Armaduras para os pontos de graute.....	30
Figura 13 - Uso de grampo para encontro de paredes	33
Figura 14 - Concreto lançado em estrutura de aço	35
Figura 15 - Cimento Portland ensacado encontrado no mercado.....	37
Figura 16 - Agregado miúdo e graúdo.....	38
Figura 17 - Fachada Condomínio Residencial	44
Figura 18 - Planta Baixa Apartamento Tipo.....	45
Figura 19 - Acúmulo de argamassa de assentamento.....	45
Figura 20 - Janela de inspeção nos blocos.....	46
Figura 21 - Utilização da régua na alvenaria.....	47
Figura 22 - Palheta para colocação da argamassa	47
Figura 23 - Aplicação da argamassa de assentamento	48
Figura 24 - Montagem da laje pré-moldada	48
Figura 25 - Vigas baldrame	50
Figura 26 - Pilares, vigas e lajes	50
Figura 27 - Rendimento da alvenaria	55
Figura 28 - Armazenamento de blocos cerâmicos na laje	56
Figura 29 - Elemento estrutural exposto.....	58
Figura 30 - Ambiente em acabamento de alvenaria estrutural	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo econômico entre os sistemas construtivos.....	53
Gráfico 2 - Comparativo do custo total da obra	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.....	27
Tabela 2 - Propriedade física e mecânica das argamassas.....	29
Tabela 3 - Faixas granulométricas recomendada para areias: porcentagens retidas acumuladas	31
Tabela 4 - Granulometria recomendada para os pedriscos: porcentagens retidas acumuladas	32
Tabela 5 - Proporções recomendadas para a dosagem do graute em volume e materiais secos	32
Tabela 6 – Planilha orçamentária de Alvenaria Estrutural e Concreto Armado	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de cimentos fabricados no Brasil	37
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL.....	19
2.2 TIPOS DE ALVENARIA	20
2.3 PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA ESTRUTURAL.....	23
2.3.1 Blocos de concreto e cerâmicos.....	24
2.3.1.1 Blocos de concreto.....	24
2.3.1.2 Blocos cerâmicos.....	25
2.3.2 Argamassa de assentamento	27
2.3.3 Grautes para alvenaria estrutural	29
2.3.3.1 Propriedade dos materiais.....	31
2.3.3.2 Dosagem, mistura e lançamento.....	32
2.3.4 Armaduras	32
2.4 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	33
2.4.1 Concreto Armado	34
2.4.2 Método Construtivo.....	36
2.4.3 Componentes do concreto armado.....	36
2.4.3.1 Cimento	36
2.4.3.2 Agregados.....	38
2.4.3.3 Aço	39
2.4.3.4 Água	39
2.5 VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	39
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	41
3.1 CARACTERÍSTICA DO ESTUDO REALIZADO	41
3.2 MÉTODO DE ABORDAGEM.....	42
3.2.1 Pesquisa Bibliográfica	42
3.2.2 Estudo de Caso.....	43

3.2.3 Observação Visual	43
4 ESTUDO COMPARATIVO.....	44
4.1 FASES DA ALVENARIA ESTRUTURAL	44
4.2 FASES DO CONCRETO ARMADO	49
4.3 ORÇAMENTO	51
4.4 TEMPO DISPENDIDO.....	54
4.5 ACABAMENTOS.....	56
4.5.1 Planejamento do projeto	57
4.5.2 Esquadros de vigas e pilares	57
4.5.3 Reboco e outros materiais de revestimentos	58
5 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	65
ANEXO A – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	66
ANEXO B – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE CONCRETO ARMADO.....	75

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por finalidade analisar os aspectos construtivos de dois métodos populares e tradicionais no Brasil e no mundo, buscando enfoque principal no método de alvenaria estrutural, realizando um levantamento de dados econômicos, ambientais e características do seu método construtivo, em relação ao método de concreto armado, que é o mais comum e ainda mais utilizado no país.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

A alvenaria estrutural vem ganhando espaço no mercado da engenharia, em âmbito internacional. Cada vez mais, engenheiros, arquitetos e calculistas do mundo todo vêm adotando esta prática para as execuções de diversos tipos de obras residenciais, no cenário de belas artes, com boas fachadas e acabamentos diversificados e simples, no método construtivo do empreendimento especificado.

Deve-se considerar que, este tipo de concepção, não requer somente boas ideias arquitetônicas e espelhadas em artes modernas, mas, também, dispõe de qualidade de projeto e planejamento altamente qualificada nas diversas áreas em que for aplicada, pois, diferentemente das construções convencionais, onde se levanta a estrutura para depois a vedação e “rasgos”, nas alvenarias cerâmicas, para tubulações elétricas e hidráulicas, a alvenaria estrutural não permite tal façanha depois de levantada, porque, cada parede e abertura são definitivamente preparadas e calculadas, visando à estabilidade do edifício.

Dessa forma, no Brasil, muitas vezes, em estruturas mais complexas, a mão de obra tende a ser muito, e cuidadosamente, qualificada e monitorada por engenheiros e mestres de obras especialistas no assunto, pois, a mesmas necessitam e priorizam uma execução impecável para comprovar a melhor escolha em relação à estrutura convencional, considerando-se que grandes percentuais de profissionais pedreiros se dizem capazes e competentes para realizá-lo.

Assim, a hipótese de trabalho desta pesquisa é: Existem diferenciais econômicos, técnicos e operacionais entre a alvenaria estrutural em relação às obras com formas convencionais, onde o uso de concreto armado é sua principal característica e rebocos, juntas e vedações são suas maiores fases de acabamentos, em estudo comparativo realizado no ano de 2017, na cidade de Tubarão, sul de Santa Catarina.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os diferenciais econômicos, técnicos, operacionais e ambientais apresentados pelas construções do tipo alvenaria estruturais de blocos cerâmicos, em relação às obras com formas convencionais.

1.2.2 Objetivos específicos

- analisar bibliograficamente a economia deste tipo de estrutura em relação ao concreto armado;
- descrever o método construtivo de alvenaria estrutural;
- identificar a eficiência de acabamento;
- descrever a qualidade do planejamento do projeto;
- identificar o tempo dispendido, ou seja, a rapidez e agilidade com que este empreendimento requer para o término e aproveitamento do mesmo.

1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL

A alvenaria estrutural é um método muito comum e utilizado em diversos países do mundo, não somente no Brasil, pois seus elementos construtivos constituem-se de atividades rápidas, práticas e fáceis de aplicar em muitos tipos de construção, ao longo dos anos. Porém, ela necessita de uma mão de obra mais treinada e bem qualificada, para que as suas vantagens sejam totalmente alcançadas.

Este método surgiu inovando e aperfeiçoando os métodos de construções antigas, buscando melhorar suas fases de iniciação de obra, duração, acabamentos e economia para todo o empreendimento. Com isso, o método abrange não somente uma construção inovadora e eficiente, mas, também, com um resultado que, além de ser eficiente para a obra, orienta aos demais nas tarefas mais básicas e sucintas para todo tipo de execução, como limpeza, organização, controle de entulhos, controle de materiais, sistemática de materiais para as obras e orientações aos seus servidores diretos e indiretos na comunidade.

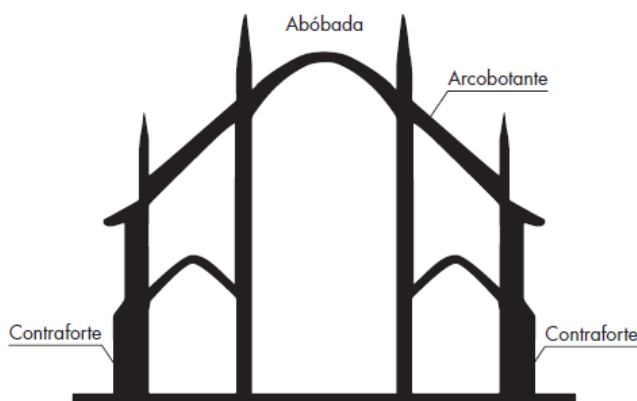
2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Mohamad, (2015, p. 17):

As 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 um material ligante, como pode ser visto em construções como as pirâmides do Egito, o Coliseu Romano, a catedral de Notre Dame. [...] Há milhares de anos já existia a alvenaria estrutural, e teve início com a utilização do conhecimento empírico, baseado na experiência dos construtores, em que a forma garantia a rigidez e a estabilidade estrutural. Essas obras magníficas, existentes até hoje em excelente estado de conservação, comprovam o potencial, a qualidade e a durabilidade desse processo construtivo. A arquitetura dessa época era uma combinação de efeitos, que faziam com que as estruturas funcionassem basicamente a compressão, absorvendo os esforços horizontais em razão do vento, por meio de contrafortes e arcobotantes, algumas construções deixaram um forte marco na humanidade.

A figura 1 mostra, exatamente, o que são os contrafortes e arcobotantes. Essas obras, citadas por Mohamad (2015), são exemplos que se destacam em relação ao material, à forma tipológica, ao processo de construção e segurança.

Figura 1 - Esquema estrutural das construções em alvenarias de pedra



Fonte: Mohamad, 2015, p. 18.

Uma obra grandiosa e conhecida é o Monadnock Building (Figura 2), que foi construído em Chicago, no final do século XIX, e tinha as paredes com exorbitantes 1,80 m de largura.

A alvenaria estrutural é um processo construtivo em que se utilizam as paredes de alvenaria da habitação para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira. Tal sistema é utilizado desde a antiguidade, sendo que, dessa época até o início do século XX, foram executadas de forma empírica, o que resultava em estruturas mais robustas, quando comparadas com as utilizadas hoje em dia (PRADO NETO; PELUSO; CARVALHO, 2015, p. 11).

Figura 2 - Monadnock Building.



Fonte: Associação Brasileira da Construção Industrializada, 1990.

Esse Edifício Monadnock Building tinha suas paredes com 1,80 m de largura, nos seus primeiros pavimentos, conforme o prédio ia subindo os andares, as paredes, consequentemente, iam diminuindo suas espessuras.

A alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia de construção civil por volta do século XVII quando os princípios de estatísticas foram aplicados para a investigação da estabilidade de arcos e domos. Embora no período entre os séculos XIX e XX tivessem sido realizados testes de resistência dos elementos da alvenaria estrutural em vários países, ainda se elaborava o projeto de alvenaria estrutural de acordo com métodos empíricos de cálculo, apresentando assim, grandes limitações (HENDRY *apud* RICHTER, 2007, p. 44).

A alvenaria estrutural é um método de construção que se trabalha com um tempo mais curto do que o método tradicional, que é o concreto armado, e também tem um custo menor, isso se confirma por Fonseca (2002), “devido à racionalização de execução das paredes, a alvenaria estrutural proporciona velocidade à construção, além da economia oriunda de baixo consumo de cimento utilizado na argamassa de assentamento que é destinado à união dos elementos de alvenaria”. Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 13), também dizem que “a alvenaria estrutural para prédios de vários pavimentos tornou-se uma opção de construção largamente empregada no mundo, devido as vantagens como flexibilidade de construção, economia valor estético e velocidade de construção”.

Conforme Roman, Muti e Araújo (1999, p. 16), “alvenaria estrutural é o processo

construtivo em que se utilizam as paredes de habitação para resistir às cargas, em substituição dos pilares e vigas utilizados nos sistemas de concreto armado, aço ou madeira”.

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL.

No Brasil, a alvenaria estrutural vem ganhando, atualmente, um novo olhar, com novos investimentos em materiais e normas atualizadas.

A alvenaria no Brasil surgiu como uma técnica de construção apenas no final da década de 1960, pois anteriormente poderia ser considerada como uma “alvenaria resistente”, ou seja, fruto apenas de conhecimento empírico, como consequência da inexistência de regulamentos que fixassem critérios de dimensionamento e segurança dos elementos estruturais, de forma a relacionar as diferentes tensões atuantes a resistência do elemento. A maioria das edificações possuía quatro pavimentos com critérios de execução e dimensionamentos baseados na experiência do construtor. Comumente, as paredes dessas edificações eram constituídas por unidades cerâmicas maciças (tijolos) nos três primeiros pavimentos e no último eram usadas unidades vazadas, com furos na direção do assentamento da parede (MOHAMAD, 2015, p. 22).

Essas mudanças vêm destruindo velhos preconceitos e, principalmente, dá ao sistema construtivo um novo campo de utilização. Até a década de 80, a alvenaria estrutural era sinônimo de construção popular, já que havia um grande número de conjuntos construídos assim. “Ao longo dos anos, somente em 1990 foi organizado o livro didático Manual Técnico em Alvenaria Estrutural, em favor da industrialização da construção amplamente divulgada no país” (ABCI, 1990 *apud* MACHADO, 2015, p. 18). O conhecimento reunido neste manual encontrava-se dentro das universidades brasileiras, onde se originou o pioneirismo da obra.

O trabalho, como está, já constitui um divisor de águas entre duas fases do desenvolvimento da construção no Brasil: aquela em que os dados respectivos se encontravam dispersos e fragmentados e a etapa atual, em que o Manual/metodiza, facilita e agrupa as informações técnicas da engenharia e da arquitetura (ABCI, 1990, p. 13).

Mohamad (2015, p. 22) afirma que, no ano de 1966, foi o marco inicial do emprego do bloco de concreto em alvenarias estruturais armadas no Brasil, com a construção do conjunto habitacional Central Park Lapa, em São Paulo, figura 3(a). As paredes desse prédio tinham uma espessura de 19 cm e contava com quatro pavimentos. Ainda no mesmo conjunto habitacional, em 1972, foram construídos mais quatro prédios de 12 pavimentos cada, conforme figura 3(b).

Figura 3 - Prédios percussores da alvenaria estrutural construídos no Brasil.



Fonte: Mohamad, 2015, p. 23.

2.2 TIPOS DE ALVENARIA

Existem dois tipos de alvenaria, a de vedação e a alvenaria estrutural. A primeira, de acordo com Thomaz et al. (2009, p. 1), “alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas”, conforme a figura 4 a seguir. As alvenarias de vedação, então, servem somente para dividir os compartimentos e não tem função estrutural, elas não são dimensionadas para suportar outras ações além do seu próprio peso e outras cargas de ocupação. “Esse tipo de alvenaria pode ser constituído pelo assentamento de tijolos maciços ou vazados e tem a função de suportar apenas seu peso próprio e cargas de ocupação, como armários, prateleiras etc.” (THOMAZ et al., 2009, p. 4).

Ainda, segundo Thomaz et al. (2009, p. 18), “os projetos de alvenaria de vedação devem levar em conta, além do próprio desempenho mecânico, exigências relacionadas à estanqueidade da água, a isolamento térmica, à isolamento acústica, à resistência ao fogo e outras características”.

O desempenho das alvenarias está diretamente associado à perfeita coordenação dimensional, à compatibilidade com outros projetos e à adoção de detalhes construtivos apropriados. Em razão da pequena resistência a solicitações de tração, torção e cisalhamento, as alvenarias devem ser convenientemente reforçadas com telas, ferros corridos, vergas e outros dispositivos (THOMAZ et al., 2009, p. 18-19).

Como se observa, as alvenarias de vedação têm que ser reforçadas de alguma maneira, sendo elas com ferros pinados na estrutura de concreto, com telas, também as vergas

e contra vergas, para não ocorrer fissuração nos vãos das janelas e portas, dentre outros métodos para ela ter um melhor desempenho.

Figura 4 - Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

As alvenarias de vedações podem sofrer ações de carregamentos de diversos tipos, sendo de recalques, flexão da laje e vigas, movimentação térmica entre outros, conforme citado abaixo.

Nesse caso, o projeto deve considerar a capacidade de deformação compatível com as solicitações que atuam na edificação. A fim de garantir-se razoável nível de segurança contra as aludidas deformações impostas, cargas laterais provenientes da ação do vento e cargas de ocupação (impactos acidentais, peças suspensas etc.), as dimensões das paredes devem ser limitadas tanto na direção do seu comprimento como na direção da sua altura (THOMAZ et al., 2009, p. 21).

Já no sistema de alvenaria estrutural, são as paredes que suportam as cargas da edificação. Numa obra com este sistema, dispensa-se o uso de vigas e pilares. Como nos métodos construtivos convencionais; os blocos cerâmicos não podem ser cortados e devem ser utilizados os materiais especificados no projeto de modulação.

Os edifícios de Alvenaria Estrutural possuem elementos que funcionam ao mesmo tempo como estrutura e vedação. Assim, as paredes do edifício atendem aos requisitos tanto arquitetônicos quanto estruturais, havendo uma forte interação entre eles. Logo, rasgos em paredes ou improvisos não são possíveis, pois afetam a segurança da edificação (PARSEKIAN; FURLAN JR *apud* MACHADO, 2015, p. 17).

Mas, nem sempre essa teoria, de não cortar os blocos, é aplicada na prática, pois, nesse tipo de sistema, tem-se o grauteamento que é o preenchimento dos vãos com concreto, que são reforços estruturais. Segundo Roman Mutti e Araújo (1999, p. 30), “graute é usado para preencher os vazios dos blocos quando se deseja aumentar a resistência à compressão da

alvenaria sem aumentar a resistência do bloco”. Normalmente, nesses pontos de graute, são feitas janelas de inspeção, para verificar se o concreto preenche todo o vão dos furos dos blocos, como mostra a figura 5.

Figura 5 - Assentamento de alvenaria estrutural com janelas de inspeção



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Essas janelas de inspeção são abertas na fiada da marcação, para depois de levantadas algumas fiadas, e for grauteado, seja observado se o graute chegou até a primeira fiada, para que não fique oco em nenhum lugar.

O projeto de modulação tem a mesma função do projeto executivo de uma edificação de um prédio convencional. Este projeto é que identifica os tipos e as posições dos blocos a serem utilizados, bem como os locais a serem grauteados. Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 43), “coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado especial modular de referência”.

Na modulação de uma planta deve-se procurar, sempre que possível, amarrar duas ou mais paredes que se encontrem. Esta amarração garante a transmissão de ações de uma parede para outra, o que alivia uma parede muito carregada e acrescenta tensões em outra menos carregada, promovendo uniformização de tensões. Esta uniformização é ótima para a economia, pois a resistência dos blocos de um pavimento é dada pela tensão atuante na parede mais solicitada, já que não se usam blocos com resistências diferentes em um mesmo pavimento, por razões operacionais (ACETTI, 1998, p. 11).

Conforme Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 43), “a modulação é a base do sistema de coordenação dimensional utilizado nos edifícios em alvenaria estrutural. O arquiteto desde o início do projeto, deverá trabalhar sobre uma malha em que os blocos se encaixem nas medidas das peças”.

Tem-se blocos cerâmicos das famílias T14, T29, T44, nomenclatura de acordo com

alguns fabricantes (Figura 6), e as Canaletas “J” e “U” (Figura 7). Uma parede com função estrutural pode ser construída de blocos de concreto ou blocos cerâmicos. Eles podem ter resistências diferentes, a serem empregadas, conforme a utilização. Essas resistências variam, onde os blocos com menor resistência serão utilizados, na parte superior da edificação, e os com mais resistências nas partes inferiores, devido à carga que a parede irá suportar.

Figura 6 - Família dos blocos cerâmicos estruturais



Fonte: Cerâmica Constrular, 2017.

Figura 7 - Família das Canaletas



Fonte: Cerâmica Constrular, 2017.

Conforme as figuras ilustradas anteriormente, existem diversos tipos de blocos para a execução da alvenaria estrutural, sendo eles, blocos de concreto ou blocos cerâmicos. Cada tipo de bloco possui sua peculiaridade no momento do seu assentamento e de sua escolha, pois, cada um deles disponibiliza um comportamento estrutural diferente e fundamental para o desenvolvimento eficiente da construção como um todo.

2.3 PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA ESTRUTURAL

Para um bom desempenho e funcionalidade da alvenaria estrutural, esta dependerá de seus principais e das importantes ligações dos componentes para com este sistema. Segundo Mohamad (2015, p. 89), “as paredes de alvenaria são compostas pela união de diferentes materiais, como blocos (cerâmico ou de concreto), argamassas e grautes”.

2.3.1 Blocos de concreto e cerâmicos

Blocos é todo tipo de alvenaria que servirá como elementos, que possuirá as características estruturais, vedação e compartimento dos ambientes, podendo ser de concreto, ou cerâmicos, atendendo às recomendações específicas técnicas da norma NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos.

2.3.1.1 Blocos de concreto

Blocos de concreto são aqueles definidos e fabricados com uso do cimento Portland, agregado graúdo ou miúdo, adição de água e podendo, ou não, conter aditivos para melhor funcionalidade.

Os blocos de concreto são unidades estruturais vazadas, vibrocompactadas e produzidas por indústrias de pré-fabricação de concreto encontradas no Brasil com diferentes geometrias e resistências à compressão. Por definição, o termo bloco vazado é empregado quando a unidade possui área líquida ou inferior à 75% da área bruta. As unidades são especificadas de acordos com as suas dimensões laminares, ou seja, dimensões comerciais indicadas pelo fabricante, múltiplas do módulo $M=10$ cm e seus submódulos $2M \times 2M \times 4M$ ($L \times H \times C$). As unidades de concreto são definidas a partir de suas dimensões nominais especificadas pelo fabricante para largura, altura e comprimento (Exemplo: 190 mm x 190 mm x 390 mm) e as reais verificadas diretamente no bloco (Exemplo: 192 mm x 193 mm x 393 mm) (MOHAMAD, 2015, p. 96).

Conforme analisado, os blocos de concreto pré-fabricados por seus fornecedores possuem dimensões pré-determinadas e rigidamente controladas para o assentamento da alvenaria. Já na sua fase final de execução, estas dimensões podem, e devem possuir e apresentar variações visíveis e determinantes para os cálculos e projeções das mesmas, pois, vem-se acrescentar as delimitações das argamassas e agentes ocasionantes do assentamento dos blocos. A figura 8 representa e ilustra os diferentes tipos de blocos vazados de concreto encontrados no mercado.

Figura 8 - Blocos vazados de concreto.



Fonte: Tudo Construção, 2017.

A NBR 6136:2014 traz classificações quanto ao uso de blocos de concreto vazados e simples, de acordo com sua função estrutural ou não. São elas, classe A, B e C.

De acordo com Mohamad (2015, p. 96- 97) as classificações gerais de uso das unidades são divididas em:

- Classe A: blocos com função estrutural, para uso de elemento em alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;
- Classe B: blocos com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;
- Classe C: blocos com e sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Como determinado por Mohamad (2015, p. 97), “os blocos vazados de concreto simples destinados à alvenaria, podem ou não, possuir características e funcionalidades estruturais, isso irá depender do tipo de assentamento e do tipo de sua classe”.

2.3.1.2 Blocos cerâmicos

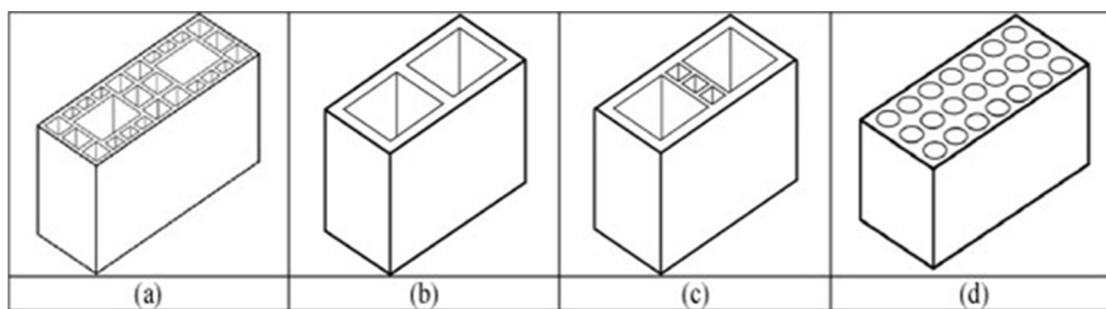
Blocos cerâmicos são blocos produzidos e fabricados em argila vermelha, com alta temperatura na hora da queima, e também contendo outros tipos de ingredientes para sua

formulação.

Os blocos cerâmicos estruturais são componentes da alvenaria estrutural que possuem furos prismáticos perpendiculares à face que os contém, sendo produzidos para serem assentados com os furos na vertical. Os blocos cerâmicos classificam-se em: (a) bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas; (b) bloco cerâmico estrutural com paredes maciças; (c) bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (paredes internas vazadas) e (d) blocos cerâmicos estruturais perfurados (MOHAMAD, 2015, p. 91-92).

Assim como os blocos de concreto, os blocos cerâmicos também possuem classificações (figura 9) a respeito de suas caracterizações, dimensões para serem utilizadas.

Figura 9 - Blocos cerâmicos definições



Fonte: Mohamad, 2015, p. 92.

Os blocos cerâmicos devem ser produzidos e fabricados de acordo com as especificações de dimensões comprimento, largura e altura, da norma NBR 6136:2014, conforme tabela 1.

Os blocos têm espessuras mínimas para suas paredes internas e externas. Segundo Mohamad (2015, p. 93), “os blocos cerâmicos estruturais de paredes vazadas devem possuir septos internos de espessura mínima de 7 mm e das paredes externas de, no mínimo 8 mm”.

Conforme dito por Mohamad (2015, p. 92), “os blocos e tijolos cerâmicos para alvenaria estrutural devem apresentar propriedades físicas (aspecto, dimensão, absorção de água, esquadro e planeza), de acordo com as recomendações mínimas normativas”. Ibid (2015, p. 92), “de acordo com a NBR 15270-2:2005, o índice de absorção de água dos blocos cerâmicos não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%”.

Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais

Dimensões L x H x C			Dimensões de Fabricação (cm)			
			Bloco principal	Comprimento (C)		
Módulo Dimensional	Largura (L)	Altura (H)		½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
M = 10 cm						
(5/4M) x (5/4M) x (5/2M)		11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4M) x (2M) x (5/2M)			24	11,5	-	36,5
(5/4M) x (2M) x (3M)	11,5	19	29	14	26,5	41,5
(5/4M) x (2M) x (4M)			39	19	31,5	51,5
(3/2M) x (2M) x (3M)			29	14	-	44
(3/2M) x (2M) x (4M)	14	19	39	19	34	54
(2M) x (2M) x (3M)			29	14	34	49
(2M) x (2M) x (4M)	19	19	39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.

Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Fonte: Mohamad, 2015, p. 92.

2.3.2 Argamassa de assentamento

Para Manzione (2007, p. 18):

A argamassa de assentamento terá funcionalidade de união dos blocos de concreto ou cerâmico, servindo para transferir esforços e acomodar pequenas deformações do conjunto, também pode se comportar como junta de dilatação entre um bloco e outro, vedação, absorver deformações distribuir as cargas e compensar imperfeições.

Mohamad diz que (2015, p. 103):

As argamassas são materiais fundamentais para a alvenaria. Normalmente, são compostas por cimento, cal, areia e água suficiente para produzir uma mistura plástica de boa trabalhabilidade. A cal pode ser substituída por saibro, caulim ou barro. A principal responsabilidade mecânica da argamassa é transmitir as tensões verticais por meio das unidades e acomodar as deformações concentradas, de modo a não provocar fissuras. Durante muito tempo, a principal finalidade da argamassa era somente a de unir as unidades e ser a válvula de escape para as deformações concentradas, pois o aumento da resistência da argamassa não produzia um significativo incremento na resistência da alvenaria. Por isso a resistência da argamassa sempre foi deixada em segundo plano pelo meio técnico em geral.

Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 25), “argamassa de assentamento é elemento de ligação das unidades de alvenaria em uma estrutura única, sendo normalmente constituída de cimento, areia e cal”. A argamassa, apesar de ter os materiais básicos parecidos com o concreto, são bem diferentes, “embora a argamassa de assentamento seja composta, na

essência, pelos mesmos elementos constituintes do concreto, elas têm funcionalidades e empregos bastantes distintos, assim, não se usa os procedimentos de produção iguais para os dois” (*Ibid*, 1999, p. 25).

Enquanto para o concreto o objetivo final é obter a maior resistência à compressão com menor custo, para as argamassas o importante é que sejam aptas a transferir as tensões de maneira uniforme entre os blocos, compensando as irregularidades e as variações dimensionais deles. Além disso, deve unir solidariamente as unidades de alvenaria e ajuda-las a resistir aos esforços laterais (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999, p. 25).

Conforme Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 25), as principais e mais importantes propriedades para a argamassa são a trabalhabilidade, retentividade de água, tempo de endurecimento, liga, durabilidade e a resistência à compressão.

O assentamento de argamassa se dá justamente na área líquida do bloco, ou seja, nas áreas laterais e em sua parte central (figura 10). Não sendo preenchida toda sua área bruta, ou seja, os vãos verticais, onde serão preenchidos com graute nos devidos pontos indicados no projeto de modulação.

Figura 10 - Assentamento de argamassa em blocos cerâmicos



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Há diferentes tipos de argamassas que podem ser utilizadas para o assentamento dos blocos, elas são definidas e classificadas de acordo com os materiais presentes na sua composição e na mistura de homogeneização da mesma. Eles podem ser, segundo Mohamad (2015, p. 107-108):

Argamassa de cal: constituída da mistura de cal e areia; Argamassa de cimento: feita com cimento Portland e adquire resistência com rapidez; Argamassa mista: constituída de cimento, cal e areia; Argamassa industrializada: onde a cal é substituída por aditivos, plastificantes ou incorporadores de ar.

Segundo Mohamad (2015, p. 109), as argamassas são designadas por tipos, de acordo com sua aplicação da seguinte forma:

- Argamassa tipo M: é o tipo de argamassa de alta resistência à compressão, recomendada para alvenarias armadas e não armadas, sujeitas a valores altos de compressão.
- Argamassa tipo S: recomendada para estruturas sujeitas a cargas de compressão, mas que necessitam atender à flexão, provocadas por cargas laterais, provenientes do solo, do vento ou de sismos.
- Argamassa tipo N: argamassa de uso geral, com uma boa relação entre a resistência à compressão e à flexão, trabalhabilidade e economia.
- Argamassa tipo O: argamassa com baixa resistência à compressão e recomendada para áreas internas, não sujeitas à umidade.

Tabela 2 - Propriedade física e mecânica das argamassas

Tipo	Resistência média à compressão aos 28 dias (Mpa)	Retenção de água (%)	Ar na mistura (%)
M	17,2	≥ 75	≤ 12
S	12,4	≥ 75	≤ 12
N	5,2	≥ 75	$\leq 14^*$
O	2,4	≥ 75	$\leq 14^*$

*Quando houver armadura incorporadora à junta de argamassa, a quantidade de ar incorporado não poderá ser superior a 12 %.

Fonte: Mohamad, 2015, p. 109.

Definindo-se pela tabela, as características de resistência média à compressão logo após a cura total da argamassa, será diferenciada e estipulada de acordo com suas propriedades físicas e mecânicas, variando de acordo com sua percentagem em retenção de água e quantidade de ar, na mistura da mesma.

2.3.3 Grautes para alvenaria estrutural

O graute executado na alvenaria é um procedimento em que se concretiza os vãos verticais dos blocos (figura 11), junto com uma armadura estipulada em projeto (figura 12), para que sirva de reforço estrutural a mais na alvenaria. Em cima disso, é feito um recorte retangular de pequeno porte no bloco da primeira fiada para inspecionar a total passagem do concreto por todo o vão de graute nos pontos localizados.

O graute é um concreto, ou argamassa, com suficiente fluidez para preencher os vazios dos blocos completamente e sem separação dos componentes. Tem a finalidade de aumentar a capacidade de resistência à compressão da parede e de solidificar as

ferragens com a alvenaria, preenchendo as cavidades em que se encontram. Pode também ser usado como material de enchimento em reforços estruturais e em zonas de concentrações de tensões. O graute para alvenaria é composto de uma mistura de cimento e agregado, os quais devem possuir módulos de finura em torno de quatro (areias grossas). O graute é composto dos mesmos materiais usados para produzir concreto convencional. As diferenças estão no tamanho do agregado graúdo (mais fino, 100% passando na peneira 12,5 mm) e na relação água/cimento (MOHAMAD, 2015, p. 111).

Para melhor desempenho da produtividade de uma obra em alvenaria estrutural, procura-se reduzir o número de grautes na construção, pois este, de certa forma, contribui para a queda de ritmo da mesma obra (MANZIONE, 2007, p. 21).

Segundo Manzione (2007, p. 21), a função do graute não é trabalhar como pilar, pois eles possuem características estruturais diferentes de pilaretes.

Figura 11 - Concretagem dos pontos de graute



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Figura 12 - Armaduras para os pontos de graute



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Os pontos de graute são previamente estudados e posicionados de forma com que estes auxiliem para o melhor comportamento e reforço da estrutura como um todo. Por isso, deve-se obedecer a quantidade e a disposição deles pelo projeto de modulação, conforme definido pelo engenheiro ou por um especialista, não podendo ser executado de forma alheia ou extraviada pelo executor. Normalmente, o graute é executado de forma parcial, sendo concretado na metade das fieiras do levantamento de uma parede e voltando a ser preenchido ao término da mesma, no mesmo ponto. Lembrando que essa é uma forma de graute, não somente sendo executado assim.

2.3.3.1 Propriedade dos materiais

Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 30), “O graute é composto pelos mesmos materiais usados para produzir concreto convencional. As diferenças estão no tamanho do agregado graúdo (mais fino, 100% passando na peneira 12,5 mm) e na relação água/cimento”.

O graute deve apresentar as seguintes propriedades (a) consistência: a mistura deve apresentar, coesão e ao mesmo tempo ter fluidez suficiente para preencher todos os furos do bloco; (b) retração: a retração não deve ser tal que possa ocorrer separação entre o graute e as paredes internas do bloco; (c) resistência à compressão: a resistência a compressão do graute, combinada com as propriedades mecânicas dos blocos e da argamassa, definirá as características à compressão da alvenaria (MOHAMAD, 2015, p. 112).

Conforme Mohamad (2015, p. 112), “os grautes são compostos por cimento, areia, pedrisco, água e em certos casos pode ser adicionado a cal na mistura para diminuir a rigidez. As seguintes tabelas 3 e 4 indicam as granulometrias recomendadas para areias e pedriscos”.

Tabela 3 - Faixas granulométricas recomendada para areias: porcentagens retidas acumuladas

Abertura da peneira (mm)	Tipo 1	Tipo 2
9,5	0	0
4,8	0 – 5	0
2,4	0 – 20	0 – 5
1,2	15 – 50	0 – 30
0,6	40 – 75	25 – 60
0,3	70 – 90	65 – 90
0,15	90 – 98	85 – 98
0,075	95 – 100	95 – 100

Fonte: Mohamad, 2015, p. 112.

Tabela 4 - Granulometria recomendada para os pedriscos: porcentagens retidas acumuladas

Abertura da peneira (mm)	% retida acumulada
12,5	0
9,5	0 – 15
4,8	70 – 90
2,4	90 – 100
1,2	95 – 100

Fonte: Mohamad, 2015, p. 112.

2.3.3.2 Dosagem, mistura e lançamento

Como se tem uma variedade de blocos no mercado tem-se a possibilidade de usar agregado graúdo e miúdo no graute. Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 32), “para os blocos disponíveis no mercado, pode ser usado graute com agregado graúdo. Alternativamente pode ser utilizado também graute sem agregado graúdo”.

O graute deve ser dosado para que se atinjam as características físicas e mecânicas necessárias para o bom desempenho estrutural da parede. É recomendável que seja sempre realizado ensaio de prismas feitos com material a ser utilizado na obra, para verificar se a especificação de materiais proporciona o resultado de resistência desejado (MOHAMAD, 2015, p. 113).

O graute tem algumas proporções que são as mais utilizadas. Conforme Mohamad (2015, p. 113), “em caso de obras pouco carregadas, no entanto, podem-se utilizar alguns traços clássicos de graute”, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Proporções recomendadas para a dosagem do graute em volume e materiais secos

	Materiais constituintes		
	Cimento	Areia	Pedrisco
Sem pedrisco	1	3 a 4	-
Com pedrisco	1	2 a 3	1 a 2

Fonte: Mohamad, 2015, p. 113.

Segundo Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 32), “a dosagem dos materiais componentes deve ser feita de tal forma que as quantidades especificadas possam ser controladas e mantidas com precisão de +/- 5%”.

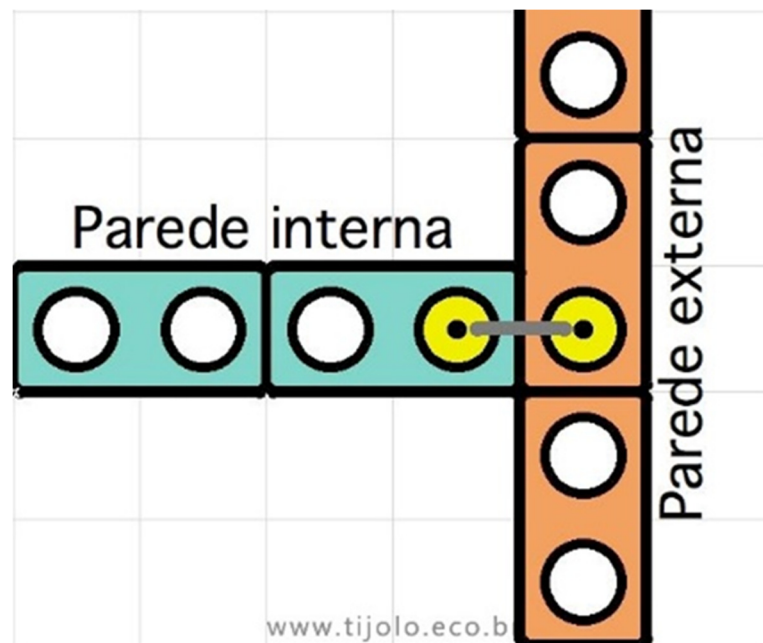
2.3.4 Armaduras

Todo o aço utilizado na formação de elementos de estrutura da alvenaria estrutural,

sendo ele nos pontos de graute, como armaduras verticais ou, então, nas treliças e lajes que são as armaduras horizontais.

As barras de aço são utilizadas juntamente com o graute e tem como função combater os esforços de tração. Essas tensões provocadas pelos esforços de tração devem ser compatíveis com a deformação da alvenaria, sendo adotadas tensões bem baixas. Outra forma de utilização de armaduras é como elemento de amarração entre paredes – “grampo” -, conforme mostra a figura 13. Essa solução, embora confira boa aderência mecânica não impede o destacamento. O uso de grampos cria uma atividade a mais na obra e de difícil verificação. Como essa solução não permite a redistribuição de tensões, podem ocorrer patologias. Por isso, o uso de grampos é desaconselhável – a não ser em casos especiais e sob condições controladas. Recomenda-se sempre que as alvenarias trabalhem com suas juntas amarradas, devendo o tipo de amarração ser definido pelo projeto (MANZIONE, 2007, p. 21-22).

Figura 13 - Uso de grampo para encontro de paredes



Fonte: Tijolo ponto eco, 2017.

Nem toda estrutura de alvenaria tem esse sistema de amarração, pois ela pode ser armada, como se vê na figura anterior, e também não armada, onde é apenas feita a amarração entre os blocos.

2.4 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

O concreto armado surgiu por volta de meados do século 19, quando se faziam construções com peças e artefatos naturais que o planeta e o solo ofereciam para tais civilizações, pioneiras da construção, como os romanos e egípcios, onde estradas, pontes,

monumentos, estruturas eram feitas e executados com pedras e rochas extraídas do solo. Com o passar dos tempos, e também por necessidade de melhoria das técnicas, com o fim de aprimorar e garantir a segurança destas civilizações, se foi aprimorando novas técnicas e eficientes maneiras de construção para ampliação e delimitação de tal funcionalidade.

Foi aí que os primeiros testes com o cimento foram criados e aprimorados, com o intuito de criar uma resistência eficiente quanto aos diversos tipos de solicitações que se faziam presentes na época. Apesar disso, tudo começou com a descoberta do cimento, que hoje é indispensável em qualquer tipo de obra em que venha a se utilizar estruturas resistentes. Na Inglaterra, foi descoberto um material que reagia com a água e endurecia formando um sólido resistente. Após algum tempo de mistura, em certas proporções com a água, também se constatou que, apesar do contato inicial com a água, e depois de endurecido, este material não reagia novamente a um novo contato com o líquido inicial, descobrindo-se, então, o cimento. Este material era o calcário e a argila juntos, num mesmo elemento, e se chamou de clínquer. Apesar de sua reação hidráulica, o clínquer não é utilizado sozinho na fabricação de cimento, porém, é o principal componente dele.

Apesar da descoberta do cimento, se via a necessidade de melhorar a resistência do material e, com isso, surgiu o chamado, e tão conhecido, concreto. Com a implantação de produtos que já se utilizava nas construções antigamente, como pedra e areia, o cimento foi ganhando mais resistência e suportando cargas maiores do que apenas dele sozinho, concluiu-se que o material era de suma eficiência para construções.

Porém, a ideia de concreto armado surgiu depois, com o aprimoramento e técnicas vindas posteriormente. Através dos anos, várias técnicas para melhoria do concreto foram testadas até se chegar ao comportamento estável com o aço e resistência maior. Foi então que as primeiras obras com concreto armado foram estabelecidas. A NBR 6118 – Projetos de estruturas de concreto – Procedimento, fixa os procedimentos para estruturas de concreto armado, que hoje é usado em todo o território nacional, e seguida com responsabilidade por muitos.

2.4.1 Concreto Armado

O concreto armado é um material composto de cimento, brita, areia e água, podendo, ou não, ter aditivos, com o objetivo de melhorar a resistência e a pega, capaz de suportar a cargas verticais e é resistente a compressão.

O concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Assim sendo, é imperiosa a necessidade de juntar ao concreto um material com alta resistência à tração, com o objetivo deste material, disposto convenientemente, resistir às tensões de tração atuantes. Com esse material composto (concreto e armadura – barras de aço), surge então o chamado “concreto armado”, onde as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão, no que pode ser auxiliado também por barras de aço (caso típico de pilares, por exemplo). No entanto, o conceito de concreto armado envolve ainda o fenômeno da aderência, que é essencial e deve obrigatoriamente existir entre o concreto e a armadura, pois não basta apenas juntar os dois materiais para se ter o concreto armado. Para a existência do concreto armado é imprescindível que haja real solidariedade entre ambos o concreto e o aço, e que o trabalho seja realizado de forma conjunta. Em resumo, pode-se definir o concreto armado como “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”. De forma esquemática pode-se indicar que concreto armado é: Concreto armado = concreto simples + armadura + aderência (BASTOS, 2006, p. 7).

A figura 14 ilustra o concreto em ação, sendo lançado em uma laje, definida com suas armaduras devidamente localizadas e dimensionadas, conforme esforços solicitantes, presentes na estrutura. No seguinte caso, o concreto foi lançado por meio de bomba hidráulica, do caminhão betoneira e despejado no pavimento desejado.

Figura 14 - Concreto lançado em estrutura de aço



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

O concreto é lançado posteriormente à estrutura de aço, já definida e executada, podendo assumir várias formas geométricas e dimensões desejadas, conforme estipulado, e seguindo restrições da norma NBR 6118.

2.4.2 Método Construtivo

Como se sabe, o concreto armado é o método mais utilizado no mundo todo, sendo o principal método de construção, atualmente. A estrutura do concreto armado é toda montada no canteiro de obras, fazendo as formas dos pilares e vigas, ou seja, as ferragens dos mesmos, para depois a laje ser montada. Assim, pavimento por pavimento vai sendo feito e construído o “esqueleto” do prédio, para depois vir a parte das vedações, que podem ser de blocos vazados ou maciços, para, aí sim, começar toda fase de acabamentos, como elétrica e hidráulica, rebocos, pintura, gessos entre outros.

2.4.3 Componentes do concreto armado

O concreto armado possui vários componentes, sendo eles de extrema importância para alcançar a sua resistência necessária.

2.4.3.1 Cimento

O cimento, por sinal, é o principal material constituinte do concreto, sendo indispensável na hora da sua execução.

O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais (ABCP, 2002). O cimento é o principal elemento dos concretos e é o responsável pela transformação da mistura de materiais que compõem o concreto no produto final desejado. O cimento é composto de clínquer e de adições, sendo o clínquer o principal componente, presente em todos os tipos de cimento. O clínquer tem como matérias-primas básicas o calcário e a argila. A propriedade básica do clínquer é que ele é um ligante hidráulico, que endurece em contato com a água (BASTOS, 2006, p. 3).

O cimento é classificado e dividido por classes, de acordo com a sua resistência e aplicação quanto à especificação desejada. Pode-se encontrar no mercado brasileiro diferentes tipos e classes de cimento, como mostra o quadro 1. Dentre eles, pode-se destacar o cimento Portland comum, cimento composto com aditivos, cimento de escoria de alto forno para resistir às elevadas temperaturas, cimento branco e cimento com baixo calor de hidratação. Cada um destes tem uma desinência diferenciada e possui diferentes características de resistência.

Quadro 1 - Tipos de cimentos fabricados no Brasil

Nome técnico		Identificação do tipo e classe
Cimento portland comum	Cimento portland comum	CP I-25 CP I-32 CP I-40
	Cimento portland comum com adição	CP I-S-25 CP I-S-32 CP I-S-40
Cimento portland composto	Cimento portland composto com escória	CP II-E-25 CP II-E-32 CP II-E-40
	Cimento portland composto com pozolana	CP II-Z-25 CP II-Z-32 CP II-Z-40
	Cimento portland composto com fíler	CP II-F-25 CP II-F-32 CP II-F-40
Cimento portland de alto-forno		CP III-25 CP III-32 CP III-40
Cimento portland pozolânico		CP IV-25 CP IV-32
Cimento portland de alta resistência inicial		CP V-ARI
Cimento portland resistente a sulfatos		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS, CP II-F-32RS, CP III-40RS, etc.
Cimento portland de baixo calor de hidratação		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC, CP II-F-32BC, CP III-40BC, etc.
Cimento portland branco	Cimento portland branco estrutural	CPB-25 CPB-32 CPB-40
	Cimento portland branco não estrutural	CPB
Cimento para poços petrolíferos		CPP - classe G

Fonte: Bastos, 2006, p. 4.

Como ilustrado, têm-se diferentes classes de cimento (Figura 15) e esses são descritos conforme sua resistência à compressão, 25 para 25 MPa, 32 para 32 MPa e 40 para 40 Mpa. Além deste, ainda pode-se encontrar o Cimento ARI, que é a classe 5, com alta resistência inicial.

Figura 15 - Cimento Portland ensacado encontrado no mercado



Fonte: Cimento Nacional, 2017.

No mercado brasileiro, os cimentos são encontrados em sacos de 25 e 50 kg cada unidade, contendo todas suas especificações e sua classe de resistência na embalagem, com exceção do Cimento ARI, que são encontrados também em sacos de 40 kg (BASTOS, 2016, p. 4).

2.4.3.2 Agregados

Além do cimento, outro importante material constituinte do concreto simples são os agregados, como mostra a figura 16. Estes, na maioria das vezes, encontrados de forma natural, na natureza, e em outros casos, também podem ser produzidos artificialmente. Segundo Pinheiro, Muzardo e Santos (2004, p. 1), agregados são partículas minerais granulosas e inertes que, por sua vez aumentam e dão mais consistência à mistura do concreto. São basicamente divididos em dois grupos distintos e com propriedades físicas diferentes.

Os agregados são classificados quanto à origem em naturais e artificiais. Os agregados naturais são aqueles encontrados na natureza, como areias de rios e pedregulhos, também chamados cascalhos ou seixo rolado. Os agregados artificiais são aqueles que passaram por algum processo para obter as características finais, como as britas originárias da trituração de rocha. Na classificação quanto às dimensões os agregados são chamados de miúdo, como as areias, e graúdo, como as pedras ou britas. O agregado miúdo tem diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm, e o agregado graúdo tem diâmetro máximo superior a 4,8 mm. Os agregados graúdos (britas) têm a seguinte numeração e dimensões máximas:

- a) Brita 0 - 4,8 a 9,5 mm;
- b) Brita 1 - 9,5 a 19 mm;
- c) Brita 2 - 19 a 38 mm;
- d) Brita 3 - 38 a 76 mm;
- e) Pedra de mão - > 76 mm (BASTOS, 2006, p. 5).

Figura 16 - Agregado miúdo e graúdo



Fonte: Betonex Brasil, 2017.

Os agregados são de suma importância para a constituição do concreto, sendo eles escolhidos de forma técnica e minuciosamente para fornecer e auxiliar na característica de resistência final do conjunto. Além disso, a granulometria do mesmo, auxiliará na compactação do material.

2.4.3.3 Aço

As armaduras de aço são de extrema necessidade para a expressão concreto armado, pois são elas que resistem à tração. Conforme a NBR 6118, nos projetos de estrutura em concreto armado deve ser utilizado aço classificado pela NBR 7480, com o valor característico da resistência de escoamento nas categorias CA-25, CA-50 e CA-60.

2.4.3.4 Água

Constituinte que faz com que as reações químicas aconteçam com o cimento e possibilitem o endurecimento e a hidratação do concreto, garantindo e fornecendo as características de resistência ao material (BASTOS, 2006, p. 6-7).

2.5 VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Como o Brasil vive um momento de renovação na construção civil, a alvenaria estrutural vem ganhando cada vez mais espaço no âmbito nacional. Após passar por uma etapa de implantação, ela apresenta várias vantagens em relação aos processos construtivos tradicionais, pois pode reduzir os custos de uma obra, aumenta a produtividade e ainda ajuda no gerenciamento da obra.

Acredita-se que até para o projetista e executor, o método construtivo de alvenaria estrutural facilitou, pois, as pranchas de projetos são mais fáceis de ler, com mais detalhes entre outros, como citado abaixo.

Para a execução dos projetos, o sistema de alvenaria estrutural permite detalhamentos estéticos bastante atraentes, com variadas formas, texturas e cores, oferecendo boas possibilidades arquitetônicas e estruturais. Devido à coordenação modular apresentada, todos os projetos são mais fáceis de detalhar. Possibilita a elaboração de um projeto executivo de fácil compreensão pela mão-de-obra. Projetos realizados em alvenaria estrutural são aplicáveis a uma grande variedade de usos funcionais (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999, p. 20-21).

Em relação aos custos de uma obra de alvenaria estrutural, esta tende a ser mais em conta, em relação às obras convencionais de concreto armado, pois tem uma vasta economia na utilização de madeiras, aço, concreto.

Quanto ao custo, normalmente é mais econômica em relação aos prédios estruturados, o que ocorre não só por se executarem estrutura e alvenaria numa só etapa, mas também devido à economia no uso de madeiras para formas, redução no uso de concreto e ferragem, menores espessuras de revestimentos, maior rapidez na execução. Além disso, a simplificação nas instalações, em que são evitados rasgos nas paredes, ocasionam menor desperdício de material do que o verificado em obras convencionais (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 1999, p. 21).

Ainda em relação às vantagens econômicas, Mohamad (2015, p. 23) diz “que em virtude da otimização das tarefas na obra, por meio de técnicas executivas simplificadas e facilidade de controle nas etapas de produção e eliminação de interferências, gerando uma redução no desperdício de matérias produzido pelo constante trabalho”.

É possível ter uma porcentagem alta de redução de custos com a alvenaria estrutural. Segundo Mohamad (2015, p. 24), é possível ter uma redução de custos, tendo um comparativo de um prédio de até quatro pavimentos, entre alvenaria estrutura e construções com estruturas convencionas de 25% a 30%. À medida que se aumenta os pavimentos, essa redução diminui para valores em torno de 4% a 6%.

A mão de obra também pode ser vista como uma vantagem, ela reduz tanto na parte de carpintaria quanto na parte de armação, mas precisa de um treinamento qualificado para bloqueiros. Conforme Roman, Mutti e Araújo (1999, p. 21), “verifica-se boa receptividade ao treinamento, com aprendizagem rápida, o que possibilita menor número de equipes ou subcontratados para o trabalho”.

A alvenaria estrutural é um dos sistemas construtivos mais competitivos para empreendimentos residenciais. Porém, adotando-se boas práticas em planejamento e na construção, e ainda com o auxílio de tecnologias e sistemas suporte, pode-se tornar o processo de construção mais econômico e rápido. A exemplo do uso de transporte vertical de cargas - via cremalheira, guincho, ou grua -, da aplicação de elementos pré-fabricados, da organização e do treinamento de mão de obra, são várias as decisões que possibilitam agilizar a execução dos edifícios (PRADO NETO; PELUSO; CARVALHO, 2015, p. 27).

Mesmo com todas as tecnologias, mão de obra qualificada, a solução tem que vir desde a concepção dos projetos, visando a uma modulação mais prática para a produção. Prédios mais altos tendem a ter mais pontos de graute, portanto, deve reduzir um pouco na produtividade.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 CARACTERÍSTICA DO ESTUDO REALIZADO

A descrição do tipo de pesquisa realizada é antecedida pela discussão sobre a pesquisa científica, e mais especificamente sobre os estudos empíricos realizados, atualmente. Pode-se afirmar que as investigações fundadas no rigor científico são de relevância ímpar para a construção do conhecimento, para a interpretação da realidade circundante e, sobretudo, para fazer emergir um pesquisador de vanguarda.

A inserção, então, no universo da investigação científica, faz surgir um novo sujeito, com competência emancipatória, e que apresenta e produz um novo olhar para a sociedade e para a ciência.

Se buscar-se uma cidadania emancipada, capaz de projeto próprio de desenvolvimento, ou se buscamos garantir aos marginalizados, condições equânimes de luta, o instrumento mais decisivo, hoje, é a habilidade de manejar e produzir conhecimento. Se a educação se diz emancipatória, não poderá prescindir de lançar mãos deste meio. Não corresponderá ao desafio da cidadania moderna se permanecer na mesma transmissão, cópia, reprodução de conhecimento, no puro ensino e na pura aprendizagem, nos treinamentos domesticadores. Onde o aluno é objeto de aprendizagem, copiam-se lacaios, não se fazem cidadãos competentes. Onde o professor apenas ensina, reproduz-se a sucata, não o projeto próprio de desenvolvimento (DEMO, 2012, p. 35-36).

Portanto, o pesquisador deixa de ser objeto de aprendizagem e torna-se, efetivamente, protagonista do processo construtivo. E é exatamente o que se pretendeu quando se decidiu realizar um estudo minuciosamente planejado e que, de certa forma, retrata parte do cenário social atual. Até porque tratar de construção civil é buscar alternativas adequadas e factíveis para a sociedade.

Então, para a resposta à hipótese de trabalho (problema) deste estudo, determinou-se a abordagem quantitativa em estudo comparativo de nível descritivo. Foi um estudo empírico, onde os referenciais teóricos, apesar de não aparecerem fartamente, foram suficientes para o nível do estudo. De acordo com Demo (2012, p. 39-40), “chama-se empirismo o vício de reduzir a realidade toda à sua manifestação empírica ou à manifestação mensurável quantitativamente”.

É abordagem quantitativa, pois, procurou-se, após a delimitação da hipótese central, determinar um conjunto de variáveis, independentes, dependentes e intervenientes que nortearam o estudo. Este tipo de abordagem é objetiva, estruturada e pontual, que exige um

adequado instrumento de coleta de dados e uma rigorosa análise da relação entre as variáveis em estratégia pautada pela dedução científica com a possibilidade de generalização dos resultados.

A característica do nível empregado, descritivo foi em função da necessidade da análise da relação entre variáveis. “As pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômenos ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 1999, p. 44).

Como se tratou da comparação entre dois métodos construtivos, as variáveis independentes foram os dois métodos, cada um constituindo uma variável. As independentes foram definidas rigorosamente como: os materiais construtivos ligados a cada uma das variáveis independentes e suas decorrências como preço, ciclo de vida e decorrências ambientais. Não foram consideradas variáveis intervenientes como transporte de material, tempo de entrega etc.

Por sua vez, o estudo comparativo, escolhido para o estudo realizado, é definido por Lijphart (1971) como adequado para a descoberta de relações entre variáveis. Entretanto, este método é caracterizado por apresentar um elevado número de variáveis numa composição amostral muito pequena. Para solucionar este obstáculo, a utilização de dados estatísticos é uma estratégia que pode ser satisfatória. “A utilização do método comparativo requer, da mesma forma que qualquer outro método de análise empírico, uma série de decisões prévias referentes à estrutura da investigação” (LIÑÁN, 2007, p. 3 – tradução nossa).

3.2 MÉTODO DE ABORDAGEM

O método de pesquisa adotado neste trabalho de conclusão de curso é pesquisa bibliográfica, estudo de caso com relatório fotográfico e método de observação visual indutivo, que é caracterizado pela dedução das exposições relatadas.

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi efetuada em artigos científicos, revistas técnicas e livros, onde se busca o esclarecimento, definições e todas as técnicas de construção dos dois métodos construtivos apontados no problema desta pesquisa.

São relatados desde os princípios dos projetos e elaboração de projetos, até a conclusão final das obras caracterizadas nos estudos, buscando apontar todas as características de suas fases construtivas, ainda fazendo uma análise definida dos resultados, técnicas e

sistemas adotados pelos dois casos, deixando e esclarecendo como são abrangidos e estudados os dois métodos.

3.2.2 Estudo de Caso

O estudo de caso foi feito em empresas, na cidade de Tubarão, em que se executam obras civis nesses dois modelos de construção. São caracterizados por visitas técnicas, acompanhadas, ou não, de um Engenheiro ou Responsável pelas obras, buscando observar e identificar todas as suas técnicas e métodos construtivos.

As visitas foram efetuadas em um dado momento das obras, sendo analisadas algumas das possíveis fases de execução, buscando fazer um levantamento de dados, como economia, materiais, tempo, mão de obra, planejamento e resultado final, segundo apontado nos objetivos deste trabalho. Ainda assim, levantando todos os seus prós e contras, dos dois métodos, segundo as fases analisadas, bem como, esclarecendo os objetivos de cada método.

3.2.3 Observação Visual

A observação visual será caracterizada pelas técnicas de atenção individual e em conjunto, dentre os autores e coautores, como engenheiros responsáveis, mestre de obras entre outros capacitados a fornecer informações pertinentes aos métodos de construção e elaboração de projetos e administração da obra.

Com base nisso, será relatado, por meio de dedução, as descrições realizadas pelos autores diante das informações e observações coletadas por meio desta técnica de abordagem. Ainda que este método seja de tal importância como os outros, ele servirá como complemento perante o estudo de caso, informado no item anterior.

4 ESTUDO COMPARATIVO

4.1 FASES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

O Condomínio Residencial, ilustrado na Figura 17, trata-se de um empreendimento multifamiliar composto por oito apartamentos por pavimento, sendo que a construção possui 7 pavimentos mais o térreo que abriga dois apartamentos, juntamente com o salão de festas, totalizando 58 apartamentos. Todos contêm dois quartos, banheiro, sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira (Figura 18). O empreendimento dispõe também de elevador, com o intuito de proporcionar comodidade aos moradores.

As atividades na obra iniciaram em 03/10/2016, com previsão para término em 30/03/2018, e todos os apartamentos já foram comercializados.

Figura 17 - Fachada Condomínio Residencial



Fonte: Habitare Participações, 2017.

Figura 18 - Planta Baixa Apartamento Tipo



Fonte: Habitare Participações, 2017.

Depois da fundação, que foi feita com estacas cravadas, e do térreo, que foi feito pelo método tradicional de concreto armado pronto, deve-se demarcar a primeira fiada de blocos. A alvenaria tem que ser levada desde o início até o fim no esquadro, prumo e nível, para não dar problemas no tamanho das peças e também para a melhor qualidade dos prismas.

Os blocos cerâmicos estruturais selecionados para a obra em estudo devem ser dispostos na laje, exatamente conforme o projeto de modulação, já que a primeira fiada dos blocos é a base dos pontos de graute, por isso, é necessário cuidado especial nesta fiada, pois ela receberá o acúmulo de argamassa, conforme figura 19.

Figura 19 - Acúmulo de argamassa de assentamento



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Por isso, é aberto uma janela de inspeção de aproximadamente 6 cm no bloco, onde é limpo o excesso de argamassa de assentamento, colocado a ferragem necessária que pede em projeto, e também é aplicada água para uma melhor aderência do concreto, conforme figura 20.

Como citado na referência bibliográfica, no item 2.3.3, sabe-se que em hipótese alguma a alvenaria estrutural pode ser danificada ou serem feitos buracos, mas este é um ponto específico, onde o próprio graute enrijece no ponto onde a alvenaria foi cortada.

Figura 20 - Janela de inspeção nos blocos



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

A partir desta fiada, deve-se sempre tomar cuidado com esquadro, prumo e nível. Portanto, é necessário o auxílio de alguns instrumentos, tais como, réguas, esquadros de mão, prumo e níveis, podendo ser de diversos tipos, como bolha, nível a laser ou até o mais comum e utilizado, a mangueira de nível, o importante é sempre manter a qualidade do serviço (Figura 21).

Deve-se tomar bastante cuidado também nos cantos e encontros de paredes, pois são pontos onde, normalmente, são grauteados e lugares onde se encontram até quatro paredes, portanto, devem se encaixar conforme o projeto de modulação.

Figura 21 - Utilização da régua na alvenaria



Fonte: UFRGS, 2017.

As argamassas de assentamento devem ser aplicadas com o auxílio de uma palheta (Figura 22), para agilizar a produção e também para que ela fique linear, deve-se aplicar no sentido longitudinal e também transversal do bloco cerâmico (Figura 23), deixando, assim, uma resistência à compressão muito boa.

Figura 22 - Palheta para colocação da argamassa



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Figura 23 - Aplicação da argamassa de assentamento



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Depois das fiadas de blocos, têm-se as conhecidas canaletas, tanto “U” quanto “J”. Após serem assentadas, são colocadas as treliças pedidas em projeto e, por fim, são grauteadas. Após esta etapa, é a vez de montar a laje (Figura 24), que nessa obra é com vigotas pré-moldadas e com telas cerâmicas, também é usada a ferragem necessária, que é pedido em projeto, passada toda a parte elétrica e, por último, concretada.

Figura 24 - Montagem da laje pré-moldada



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Não necessariamente as lajes precisam ser em vigotas pré-moldadas. Este item

estrutural é definido de acordo com o projetista e as especificações do projeto estrutural, pois, a alvenaria estrutural aceita os demais tipos de estruturas de lajes, assim como é permitido, também, no concreto armado.

4.2 FASES DO CONCRETO ARMADO

As fases de concepção no estudo comparativo em concreto armado foram baseadas em informações dadas pelo engenheiro, observações concluídas pelos autores e conceitos determinados a partir da revisão bibliográfica deste conteúdo.

O item refere-se a discriminar as etapas de construção em concreto armado, buscando diferenciá-las e identificá-las em relação às fases de alvenaria estrutural.

O concreto armado tem como fases principais fundação, levantamento de vigas baldrame, estrutura em pórtico, levantamento das alvenarias de vedação, instalações hidro e elétricas, lajes, cobertura e acabamentos.

A fase de fundação tem como base o projeto estrutural, o tipo de solo e a carga total que o empreendimento distribuirá ao solo, assim como se faz e se executa quando construído em alvenaria estrutural, pois, até esta etapa, o método de projeto e execução, ainda é igual para os dois sistemas.

As fundações podem ser rasas ou profundas, isto é definido de acordo com o tipo do empreendimento e a que melhor se enquadra para o melhor funcionamento do conjunto.

As vigas baldrame são as vigas provenientes direto da fundação (Figura 25), aquelas que podem, ou não, ficar em contato direto com o solo, elas têm a função de receber as primeiras cargas das paredes acima e as distribuir para a fundação.

Figura 25 - Vigas baldrame



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Depois de as vigas baldrame ficarem prontas, é necessário começar o levantamento da estrutura da construção, que são os pilares, as vigas e lajes, necessariamente nesta ordem (Figura 26).

Figura 26 - Pilares, vigas e lajes



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

A alvenaria de vedação nada mais é do que a divisão dos ambientes e o fechamento da obra, não tendo função estrutural, apenas contribuindo para o peso total da obra, que pode ser definida por vários materiais, como tijolo, gesso e, em alguns casos, até em drywall.

As instalações hidro e elétrica devem ser definidas e projetadas de acordo com o projeto arquitetônico, e serem executadas antes das fases de acabamento. Porém, caso haja algum imprevisto, é possível modificar esses projetos, tendo em vista que os mesmos não interferem diretamente na estrutura do conjunto, podendo, assim, sofrer, ou não, variações.

A cobertura será executada após o término da última laje da construção. O material a ser utilizado para esta fase fica à escolha do projetista, e também não será um item obrigatório, mas, o mais usual, é ser executado para melhor desempenho da vida útil e manutenção da construção.

Já as fases de acabamento podem, ou não, ser a última etapa a ser executada, isto irá depender do cronograma de obra de cada empresa, já que são, também, muitas vezes, as partes mais caras e demoradas da construção, sendo escolhidas e ajustadas com o cliente e a empreiteira.

4.3 ORÇAMENTO

Os orçamentos, que classificarão este item, serão analisados através de dois orçamentos produzidos para uma obra do edifício, citado no item 4.1, para os dois métodos de construção.

O orçamento original da obra em alvenaria estrutural foi realizado pelo engenheiro responsável da obra e disponibilizado pela empresa que executa a mesma (Anexo A). Os levantamentos da quantidade de serviços foram feitos através dos estudos do projeto arquitetônico e as informações da planilha de orçamentos. Já para o levantamento da quantidade de insumos, foram utilizadas composições unitárias de preço e combinações parciais e totais dos custos.

Quanto à composição do orçamento do estudo comparativo de concreto armado, foram levantadas através dos projetos complementares, estrutural e arquitetônico e de informações também disponibilizadas pelos responsáveis (Apêndice A). Já para o levantamento de quantidade de insumos, utilizaram-se, também, composições unitárias de preço. No entanto, para os itens que não possuem projetos, foram feitas estimativas com base nas tabelas do DEINFRA, atualização 2016, e outras obras já executadas por este método.

Os itens de mesma referência para as duas construções, possuirão os mesmos valores, tendo em vista que, em certas fases, o método de execução e materiais são os mesmo para os dois sistemas.

A tabela orçamentária é apresentada a seguir.

Tabela 6 – Planilha orçamentária de Alvenaria Estrutural e Concreto Armado

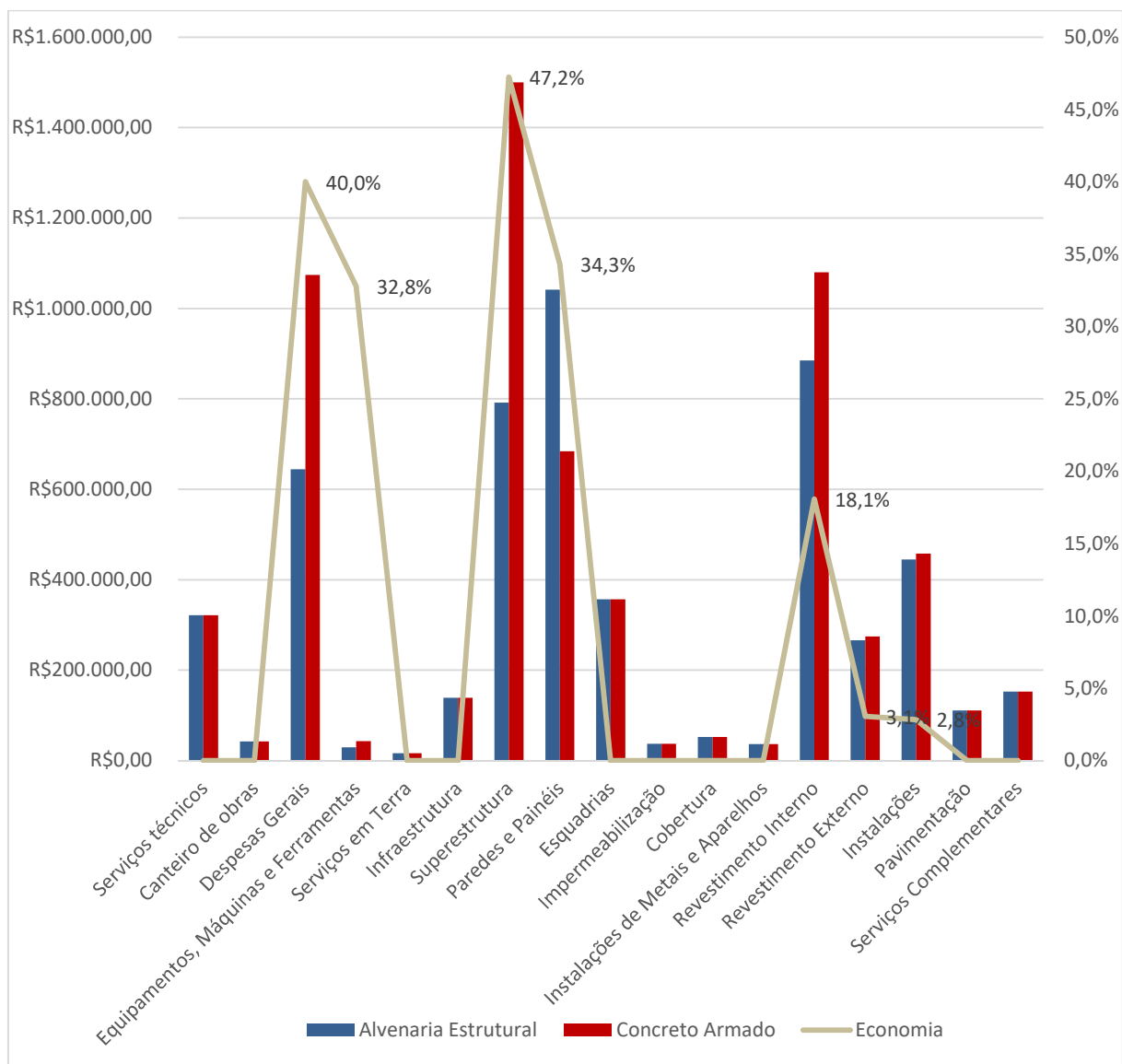
Planilha Orçamentária	Alvenaria Estrutural	Concreto Armado
Serviços técnicos	R\$ 321.500,00	R\$ 321.500,00
Canteiro de obras	R\$ 42.300,08	R\$ 42.300,08
Despesas Gerais	R\$ 644.400,00	R\$ 1.074.000,00
Equipamentos, Máquinas e Ferramentas	R\$ 29.100,00	R\$ 43.300,00
Serviços em Terra	R\$ 16.406,40	R\$ 16.406,40
Infraestrutura	R\$ 138.773,19	R\$ 138.773,19
Superestrutura	R\$ 791.453,26	R\$ 1.499.951,46
Paredes e Painéis	R\$ 1.041.501,14	R\$ 684.404,66
Esquadrias	R\$ 357.091,21	R\$ 357.091,21
Impermeabilização	R\$ 37.493,31	R\$ 37.493,31
Cobertura	R\$ 52.490,62	R\$ 52.490,62
Instalações de Metais e Aparelhos	R\$ 36.654,00	R\$ 36.654,00
Revestimento Interno	R\$ 884.865,41	R\$ 1.080.144,42
Revestimento Externo	R\$ 266.126,15	R\$ 274.518,75
Instalações	R\$ 445.000,00	R\$ 458.000,00
Pavimentação	R\$ 110.961,32	R\$ 110.961,32
Serviços Complementares	R\$ 152.787,34	R\$ 152.787,34
Total	R\$ 5.368.903,43	R\$ 6.380.776,76

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Conforme apontado nas tabelas acima, os orçamentos de cada método construtivo são muito parecidos, e até iguais em algumas etapas, para um mesmo tipo de construção, porém é de se destacar, que, nos itens relevantes a cada método, como estrutura, vedações, revestimentos entre outros, os valores se alteram significativamente, pelo método de abordagem e concepção de projeto dos dois tipos já mencionados e exaltados posteriormente.

A seguir, é apresentado o gráfico ilustrativo, buscando representar a diferença entre os valores nas etapas de construção mencionadas e destacadas acima.

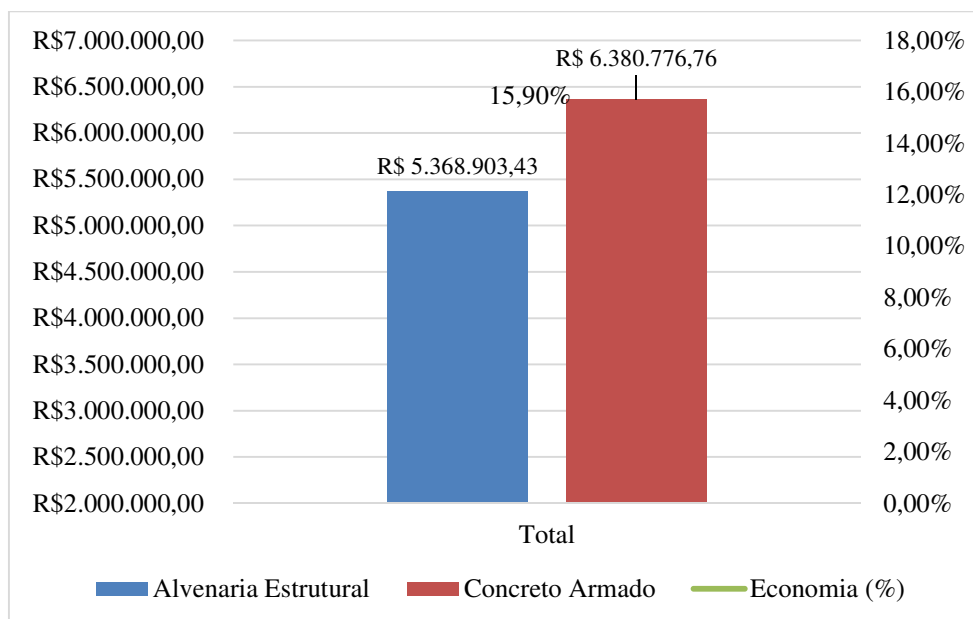
Gráfico 1 - Comparativo econômico entre os sistemas construtivos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

É notório perceber a diferença econômica entre as principais fases de construção de cada método construtivo. As que diferenciam os sistemas entre elas são o ápice da economia, ou não, durante a construção, como se pode analisar no gráfico apresentado, ainda que, a seguir, se pode ver a diferença no custo total da obra que estas fases proporcionaram ao empreendimento como um todo, levando, assim, em consideração uma grande diferença entre os dois aspectos.

Gráfico 2 - Comparativo do custo total da obra



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Para este empreendimento, e de acordo com os dois métodos construtivos abordados, tem-se uma diferença econômica na faixa de 15,90%, para o método construtivo de alvenaria estrutural, em relação ao concreto armado, economizando, aproximadamente, 1 milhão de reais para a obra analisada.

4.4 TEMPO DISPENDIDO

Este item refere-se à agilidade dos processos construtivos, elaboração dos projetos e execução da obra, tendo em vista todos os fatores contribuintes, reluzentes e diretos, ou não, à obra.

Para esta obra, a partir da fundação e vigas baldrame, é que são notadas as diferenças entre os dois sistemas. Na alvenaria estrutural, depois da primeira laje pronta, é possível erguer o prédio de acordo com a experiência da equipe de trabalho. Analisando o cronograma do residencial mencionado, se vê que em 1 (um) mês é possível levantar a alvenaria e concretar 3 (três) lajes. Isso é possível por conta de que, ao mesmo tempo em que a laje está em cura, a alvenaria de vedação já pode ser levantada, o que acarreta, também, na construção da estrutura, já que cada parede (vedação) é a própria estrutura do conjunto.

Com isto, duas fases, que seriam necessárias para a construção em concreto armado, são realizadas em uma única fase na alvenaria estrutural, pois o tempo de confecção das formas, armação e concretagem dos pilares e das vigas são descartadas, para o método da alvenaria.

Além disso, o tempo de cura e desforma do conjunto, também podem ser descartados, nesse sistema, pois a vedação da alvenaria já comporta o carregamento da estrutura.

Ainda tendo em vista o andamento da obra, em 5 (cinco) meses de acompanhamento de trabalho, foi possível analisar o “término” de 7 (sete) pavimentos, ou seja, foram executadas, nesse período, 14 (quatorze) lajes (Figura 27). O que não seria impossível, entretanto, é inviável obter o mesmo rendimento com a mesma mão de obra, para um prédio em concreto armado, sendo que, neste caso, o tempo de forma e desforma, seria impactante no rendimento da equipe. Além de conferir prumo, esquadro, nível das vigas e pilares, das vedações etc.

Figura 27 - Rendimento da alvenaria



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Outro ponto a ser analisado é a limpeza do canteiro, tendo em vista que, na obra de alvenaria estrutural, o próprio material (blocos cerâmicos) podem ser armazenados e distribuídos, na própria laje (Figura 28), o que favorece a produtividade e o rendimento do serviço, e também contribui para menos ajuntamento de entulhos. Por outro lado, no concreto armado, o mesmo não é possível, pois, é necessário um canteiro de obras para armazenagem do aço para confecção das armaduras, da madeira para confecção das formas, além que os materiais de vedação precisam de equipamentos auxiliares para içar até os andares subsequentes, quando forem utilizados, e isto gera tempo e transtorno durante a execução.

Figura 28 - Armazenamento de blocos cerâmicos na laje



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Tendo em vista essa questão, é possível analisar e compreender a diferença de canteiro de obras, ou seja, as duas fazem necessidade de canteiro para armazenagem de materiais e equipamentos, porém, enquanto os principais componentes de construção e levantamento são dispostos diretamente no local de aplicação, como é o caso da alvenaria estrutural, no outro método, os materiais ficam espalhados pelo solo e, muitas vezes, em contato direto com o mesmo, o que não isola os materiais e constituintes do concreto na hora da mistura e aplicação, podendo, assim, sofrer variações na sua composição e capacidade de resistência. Além disso, muito do material espalhado pelo campo, ou pela área da obra, é desperdiçado, indo, mais tarde, ao caminhão de entulhos e, por este, motivo é notável perceber que a alvenaria estrutural possui uma armazenagem mais organizada, o que também ocorre perdas, e pode, também, causar transtornos, mas em quantidade muito menor e expressiva.

4.5 ACABAMENTOS

Outro aspecto determinante, em uma opção de escolha pelos dois métodos apresentados até aqui, é a parte de acabamento.

Para os dois sistemas, as etapas de acabamentos, materiais e aplicações utilizados, muitas das vezes, são os mesmos, o que difere entre elas é a capacidade de finalização e aplicação dos materiais na maneira mais rápida e econômica entre os dois sistemas. Em seguida, serão analisadas as seguintes etapas, suas metodologias de aplicação e racionalização de tempo mão de obra e materiais necessários.

4.5.1 Planejamento do projeto

Sabe-se que em uma obra de alvenaria estrutural, as paredes, janelas portas e aberturas são definidas de acordo com o projeto modular do edifício, e também do tipo e tamanho do bloco que será usado na construção. Isto significa dizer que os mesmos serão múltiplos de 20, 40, e assim por diante. Então, as paredes têm os tamanhos e larguras bem definidas e postadas, o que significa dizer que as esquadrias de portas e janelas, são planejadas e executadas exatamente como mostra e define o projeto, não havendo necessidade, posterior, de o pedreiro ou servente medir a largura da abertura para fazer o pedido do marco e contra marco das portas e janelas, como acontece em obras de concreto armado, pois, muitas das vezes, o reboco, a espessura, o desaprumo das paredes interferem nesses itens, nesse tipo de construção, o que não é aplicável em alvenaria estrutural.

Por conta disso, pode-se definir este método como mais certo em relação às esquadrias. Isso não significa que não pode e não haverá erros, mas, porém, limita essas imperfeições, em comparação ao método convencional, simplesmente porque tudo é definido em função da compensação dos tamanhos dos blocos e todo o projeto já é baseado nisso, não dando margens a erros de execução e nivelamentos dos componentes secundários da construção.

4.5.2 Esquadros de vigas e pilares

É muito comum você entrar em um cômodo de alguma casa ou apartamento e encontrar uma viga abaixo da laje, passando pelo meio do ambiente, aparente e exposta, ou até mesmo pilares no centro dos ambientes, ou enquadrados nos cantos de paredes, por exemplo (Figura 29). Isso acontece, e muito, em obras de concreto armado.

Figura 29 - Elemento estrutural exposto



Fonte: Acervo dos autores, 2017.

Muitas das vezes, esses elementos estruturais estão espalhados pelos cômodos pelo simples motivo de estabilidade da estrutura, ou seja, não há outro lugar ou outra maneira de realocar os mesmos sem que fiquem visíveis, de acordo com o projeto estrutural. Algumas vezes, estes elementos ocasionam a necessidade de rebaixo do pé direito com forro de PVC ou gesso, para esconder as vigas e deixar os ambientes lisos, porém, quando é o caso de pilares, não há o que fazer, há de se conviver com ele, e é onde se encontram reclamações, pois, aquele elemento é essencial estar ali, mesmo que não seja muito agradável para a estética.

Por outro lado, em uma obra de alvenaria estrutural, esses detalhes não acontecem, pois, a própria parede são as vigas e pilares da estrutura, ou seja, em resumo, os “pilares” e “vigas” deste tipo de estrutura não existem, salvo em condições de estruturas e elementos mistos, eles simplesmente se escondem por trás das paredes.

Com isto, os ambientes são bem definidos e enquadrados, a área útil do local não sofre interferências de elementos estruturais, isto já é definido no projeto modular do edifício, possibilitando, para a estética do local, melhores condições de acabamentos e aplicações, sem complicações de materiais de revestimento.

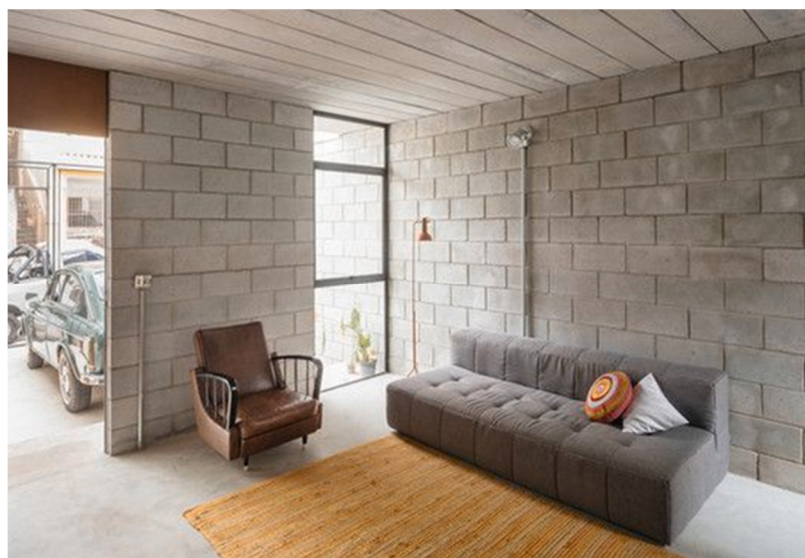
4.5.3 Reboco e outros materiais de revestimentos

O próprio bloco de concreto ou cerâmico, depois de levantada a construção sem

mais aplicações de revestimentos, já permite e disponibiliza uma estética muito mais agradável do que uma construção de concreto e tijolos. Isso porque o perfeito alinhamento dos blocos de alvenaria estrutural permite, por muitas vezes, apenas uma aplicação de massa corrida e tinta, dando à construção um acabamento bem executado e de fácil aplicação do que a estrutura convencional, onde isso não é possível, pois, é necessário, neste método, chapiscar a parede, primeiro para a boa aderência do emboço e, posteriormente, o reboco, para deixar a parede lisa e esconder as imperfeições de desaprumos e paredes tortas, pois, como o tijolo não tem função estrutural nenhuma, somente de vedação e separação dos ambientes, ele é aplicado de qualquer maneira pelos pedreiros, muitas vezes sem cuidados nenhum, o que prejudica a eficiência de nivelamento do mesmo.

Em muitas obras de alvenaria estrutural, é possível perceber os blocos aparentes depois de finalizada a obra (Figura 30), porém, quando se trata de casas ou apartamentos, muitas vezes, na parte externa da construção, é aplicada o chapisco, emboço e reboco, para proteção da alvenaria contra umidade e outros agentes prejudiciais aos elementos, mesma função que no concreto armado, e também para um melhor acabamento na parte exterior. Já na parte interna da edificação, muitas das vezes, é possível apenas a aplicação de massa corrida direto na parede, sem precisar de reboco e tinta, por outro, lado na construção convencional, é necessária aplicação de chapiscos, emboço e reboco em todas as paredes e lajes da obra.

Figura 30 - Ambiente em acabamento de alvenaria estrutural



Fonte: Pinterest, 2017.

Além do reboco, é possível aplicar outro material de revestimento direto no bloco. Hoje em dia já é possível aplicar o gesso diretamente na parede, em partes interna da casa ou

apartamento como revestimento final, pois, o acabamento dos blocos e seus alinhamentos permitem uma fácil aplicação destes materiais. Já no concreto armado, é necessário rebocar antes e fazer todo o método primeiro, antes de se pensar no revestimento final.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista todo o sistema de ideias e conjuntos demonstrativos apresentados ao longo deste trabalho de conclusão de curso, onde o principal aspecto e relação de desenvolvimento do mesmo foi a relação entre a diferença sintetizada de dois métodos construtivos na área de engenharia, destacando todos os pontos de fases de construção, eficiência econômica e ambiental, além de segmentos de extrema importância nas partes de planejamento de projeto.

A metodologia empregada, para início de avaliações e formação da base de dados, para definição dos resultados obtidos, foi adquirida de acordo, primeiramente, com pesquisas bibliográficas, onde se criaram uma base de informações necessárias e pertinentes aos conjuntos de técnicas e fases da construção relacionadas aos dois métodos construtivos, ainda que sendo verificada, diretamente, nas construções por meios de relatórios fotográficos e discussões com os diretos envolvidos nas obras, destacando os aspectos principais e relevantes quanto aos sistemas de aplicações e utilizações de materiais e dos serviços por base dos dois sistemas. Outro aspecto de suma importância foi utilizado para complementação das ideias e sínteses estudadas anteriormente, o da observação da construção por diferentes fases da obra, que permitiu aos autores, analisar os pequenos e principais dados da pesquisa, como maneiras de execuções das fases do projeto, estilos de apresentações de projetos, entrosamento dos envolvidos e das equipes técnicas responsáveis pelo levantamento da obra, e assim por diante. Contudo, este método de abordagens de dados fez com que um complementasse o outro, a ponto de justificar cada etapa e agregar informações para a continuidade do estudo.

Analisando os resultados em relação aos objetivos apresentados, é possível identificar as diferentes fases de execução e projeto dos dois sistemas questionados, porém, é de se concluir que, enquanto em um método construtivo é necessário levantar toda a estrutura primeiramente, como vigas e pilares, além de ter o tempo de forma e desforma dos elementos por conta da cura do concreto, no outro já é possível erguer a estrutura e vedações, elétrica e hidráulica, ao mesmo tempo, uma vez que os elementos de vedações são as próprias estruturas e as instalações são previamente definidas antes de executadas. Isso acarreta numa melhor trabalhabilidade de técnicas definidas, acrescentando, também uma produção mais eficaz em relação ao tempo de obra. Além disso, o sistema de alvenaria estrutural ainda permite um acabamento mais eficaz e de melhor aparência, o que já não acontece em relação ao concreto armado. Por motivos já citados nos resultados, isso difere nos custos diretamente da obra, pois, uma vez que uma obra já bem acabada permite aplicações mais simples de revestimentos para

o empreendimento, de acordo com o projeto, tendo em vista a qualidade do projeto, é possível identificar e definir as relações diretas com as alvenarias. A base de escolha para os dois sistemas, praticamente, é o mesmo, o que um método permite, o outro também aceita. A diferença é que no método de alvenaria, o projetista já tem definido os tamanhos das mesmas, por conta dos tamanhos e assentamentos dos blocos, enquanto no método convencional, precisa-se garantir a medida das esquadrias, fazendo vistorias na obra, por considerações do reboco e desaprumos das paredes. Além disso, todos estes fatores são contribuintes diretos ao tempo de duração da obra, o que deixa mais prático o sistema e, dependendo da situação, o proprietário da obra poderá usufruir do negócio mais brevemente que no outro sistema, já citado, e isso acarreta num tempo de retorno financeiro, ou de acordo com a funcionalidade do empreendimento, um aproveitamento mais emergente.

Assim, os objetivos, apresentados no primeiro capítulo, puderam ser alcançados e avaliados de acordo com cada etapa e, visando o conjunto como um todo, uma vez que todas as etapas estão, de alguma forma, diretamente ligadas, e são consequência uma da outra, é de se perceber que as etapas da obra estão diretamente unidas com as fases do projeto e do planejamento. Já este serve de base para acabamentos, sistemáticas de construções, levantamentos de materiais e disponibilidade do cronograma da obra. Tendo em vista que estes fatores estão diretamente ligados aos custos por etapas, ou seja, parcial e total que o empreendimento terá, diferente dos projetos em concreto armado que, muitas vezes, nas construções podem haver mudanças na obra por meio de incompatibilizações de projetos, gastos a mais na argamassa, desperdícios de materiais entre outros. Isso pode haver também no modelo de alvenaria estrutural, porém, já neste modo, tudo isso já é previsto no projeto e acontece com mais dificuldade, ou menos intensidade.

Pode-se, então, afirmar com base nas pesquisas levantadas e analisadas, que um modelo possui vantagens mais significantes do que o outro. Tendo em vista tudo o que foi estudado e levantado por meio disto, a alvenaria estrutural traz mais vantagens que o concreto armado em questão, mais prós do que contras. Há também algumas desvantagens neste modelo, como já foi citado no segundo capítulo, porém, as vantagens deste método compensam e proporcionam um método de construir mais simples e rápido de executar. Não querendo, aqui, desmerecer as construções e os métodos construtivos de concreto armado, até hoje, viu-se que este é o produto construtivo ainda dominante no mercado, e suas vantagens também são muito relevantes. Em obras, por exemplo, que a alvenaria estrutural não é viável, este método consegue satisfazer, porém, em comparações a dois edifícios, ou até mesmo à duas residências de mesmo tipo, é notório e satisfatório, os benefícios e vantagens da alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: Abci/projeto/pw, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria - Requisitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. Disponível em: <<http://www.construpac.com.br/pdf/nbr6136.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BASTOS, Paulo César dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru: Unesp, 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

BETONEX BRASIL. **Betonex Brasil**. Disponível em: <www.betonexbrasil.com/areiaebrita>. Acesso em: 28 out. 2017.

CERÂMICA CONSTRULAR. **Cerâmica Constrular**. Disponível em: <<http://www.ceramicaconstrular.com.br/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

CIMENTO NACIONAL. **Cimento nacional**. Disponível em: <www.cimentonacional.com.br>. Acesso em: 28 out. 2017.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

FONSECA, Fábio Braga. **Desempenho estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-19012005-114956/pt-br.php>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999, 206 p.

HABITARE PARTICIPAÇÕES. **Habitare Participações**. Disponível em: <<http://habitareparticipacoes.com.br/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

LIJPHART, Arend. **Comparative Politics and the Comparative Method**. The American Political Science Review, Vol. 65, N. 3. Setembro, 1971, p. 682-693.

LIÑÁN, Aníbal Pérez. **El Método Comparativo: Fundamentos y Desarrollos Recientes**. Pittsburgh: Universidade de Pittsburgh, 2007. Disponível em: <<http://www.pitt.edu/~asp27/USAL/2007.Fundamentos.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

MACHADO, Diego Willian Nascimento. **Alvenaria Estrutural: Construindo Conhecimento**. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/20/TDE-2016-03-29T111012Z-7073/Publico/MACHADO, DIEGO WILLIAN NASCIMENTO.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2017.

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

MOHAMAD, Gihad. **Construções em alvenaria estrutural: Materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2015.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Fundamentos do concreto e projetos de edifícios**. São Carlos: USP, 2007. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Apost_EESC_USP_Libanio.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2017.

PINTEREST. **Pinterest**. Disponível em: <www.pinterest.com>. Acesso em: 28 out. 2017.

PRADO NETO, Álvaro Pereira do; PELUSO, Edgard de Oliveira; CARVALHO, Valdinei Tadeu Alves de. **Alvenaria Estrutural: Empreendimento Flora Park II**. 2015. 59 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ALVENARIA_ESTRUTURAL_EMPREENDIMENTO_FLORA_PARK_II.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2017.

RICHTER, Cristiano. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: Uma análise da confiabilidade e da conformidade**. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12146>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

ROMAN, Humberto Ramos; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARAÚJO, Hércules Nunes de. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

THOMAZ, Ercio et al. **Código de práticas nº 1: Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2009. Disponível em: <www.ipt.br/download.php?filename=113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2017.

TIJOLO PONTO ECO. **Tijolo ponto eco**. Disponível em: <<http://www.tijolo.eco.br>>. Acesso em: 28 out. 2017.

TUDO CONSTRUÇÃO. **Tudo Construção**. Disponível em: <<http://www.tudoconstrucao.com/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **UFRGS**. Disponível em: <www.ufrgs.br>. Acesso em: 28 out. 2017.

ANEXOS

ANEXO A – Planilha orçamentária de alvenaria estrutural

(Continua)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ALVENARIA ESTRUTURAL <i>Obra: Condomínio Residencial</i>								
						<i>Prazo da Obra: 18 meses</i>		
Código		Descrição	Unidade	Quantidade Orçada	Preço Unitário - MO	Preço Unit. Mat./Equip. /Serv.	Preço Unitário Total (R\$)	Preço Total (R\$)
1		SERVIÇOS TÉCNICOS						321.500,00
1.1		Projetos						276.500,00
1.1.1		Levantamento Topográfico	vb	1,00	0,00	6.500,00	6.500,00	6.500,00
1.1.2		Projeto Arquitetônico	vb	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
1.1.3		Projeto Estrutural	vb	1,00	0,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00
1.1.4		Projeto Elétrico / Telecomunicações / Climatização	vb	1,00	0,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
1.1.5		Projeto Hidrossanitário	vb	1,00	0,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
1.1.6		Projeto Preventivo de Incêndio	vb	1,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
1.1.7		Projeto de Alvenaria	vb	1,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
1.1.9		Cópias e Plotagens	vb	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
1.2		Controles e Assessorias						45.000,00
1.2.1		Sondagem SPT	vb	1,00	0,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
1.2.3		Consultorias	vb	1,00	0,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00
2		CANTEIRO DE OBRAS						42.300,08
2.1	74209/001	Placa de obra	und	1,00	347,28	2.436,32	2.783,60	2.783,60
2.2	73847/002	Container escritório	mês	13,00	0,00	472,65	472,65	6.144,45
2.3	73803/001	Galpão de obra (ferragem, carpintaria)	m²	50,00	168,85	47,99	216,84	10.842,00
2.4	74220/001	Tapumes em chapa de madeira compensada	m²	476,52	31,84	10,63	42,47	20.237,80
2.5	74077/003	Locação da obra - execução de gabarito	m²	523,34	3,07	1,31	4,38	2.292,23

(Continua)

3		DESPESAS GERAIS						644.400,00
3.1		Despesas com Mão-de-obra Própria						554.400,00
3.1.1		Engenheiro Civil	mês	18,00	15.000,00	0,00	15.000,00	270.000,00
3.1.2		Estagiário	mês	18,00	1.200,00	0,00	1.200,00	21.600,00
3.1.3		Técnico de Edificações	mês	18,00	2.600,00	0,00	2.600,00	46.800,00
3.1.4		Almoxarife	mês	18,00	2.000,00	0,00	2.000,00	36.000,00
3.1.5		Vigilância 24h	mês	18,00	10.000,00	0,00	10.000,00	180.000,00
3.2		Consumíveis						90.000,00
3.2.1		Fatura de água/esgoto	mês	18,00	0,00	800,00	800,00	14.400,00
3.2.2		Fatura de energia elétrica	mês	18,00	0,00	1.800,00	1.800,00	32.400,00
3.2.3		Limpeza da obra - caixa de entulhos	mês	18,00	0,00	2.000,00	2.000,00	36.000,00
3.2.4		Conservação e limpeza permanente	mês	18,00	400,00	0,00	400,00	7.200,00
4		EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E FERRAMENTAS						29.100,00
4.1		Locação						15.600,00
4.1.1		Locação Balancins	mês	3,00	0,00	5.200,00	5.200,00	15.600,00
4.2		Manutenção						13.500,00
4.2.1		Manutenção de equipamentos, máquinas e ferramentas	mês	18,00	0,00	750,00	750,00	13.500,00
5		SERVIÇOS EM TERRA						16.406,40
5.1		Escavação Mecânica e Transportes						16.406,40
5.1.1	73859/002	Capina e Limpeza do Terreno	m²	2.540,00	0,04	0,12	0,16	406,40
5.1.2		Serviço de retroescavadeira	h	160,00	0,00	100,00	100,00	16.000,00
6		INFRAESTRUTURA						138.773,19
6.1		Fundações						59.224,88
6.1.1		Estaca Pré-moldada 16 x 16 cm	m	142,00	0,00	55,34	55,34	7.858,28
6.1.2		Estaca Pré-moldada 18 x 18 cm	m	42,00	0,00	56,10	56,10	2.356,20

(Continua)

6.1.3		Estaca Pré-moldada 20 x 20 cm	m	138,00	0,00	65,00	65,00	8.970,00
6.1.4		Estaca Pré-moldada 23 x 23 cm	m	560,00	0,00	69,51	69,51	38.925,60
6.1.5		Mobilização de Equipamentos	und	1,00	0,00	1.114,80	1.114,80	1.114,80
6.2		Blocos, Cortinas						79.548,31
6.2.1	5970	Forma Tábua Pinus p/ Fundação (2x)	m²	205,00	32,04	20,77	52,81	10.826,05
6.2.2	92915	Armadura de fundações CA-60 Diâmetro 5,00mm	kg	45,00	3,53	8,96	12,49	562,05
6.2.3	92917	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 8,00mm	kg	201,00	2,01	8,63	10,64	2.138,64
6.2.4	92919	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 10,00mm	kg	3.211,00	1,50	7,08	8,58	27.550,38
6.2.5	92921	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 12,50mm	kg	2.219,00	1,10	5,94	7,04	15.621,76
6.2.6	92922	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 16,00mm	kg	243,00	0,74	4,70	5,44	1.321,92
6.2.7	92725	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado	m³	61,00	19,95	332,96	352,91	21.527,51
7		SUPERESTRUTURA						791.453,26
7.1		Térreo, Pavimentos, Cobertura						791.453,26
7.1.1		Formas						127.757,72
7.1.1.1	92509	Forma em Compensado Resinado para Laje	m²	3.334,00	15,76	18,97	34,73	115.789,82
7.1.1.2	92418	Forma em Compensado Resinado para Pilares	m²	205,00	23,34	35,04	58,38	11.967,90
7.1.2		Armadura						143.333,50
7.1.2.1	92768	Armadura CA-60 Diâmetro 5,00mm - Laje	kg	4.820,00	1,73	7,60	9,33	44.970,60
7.1.2.2	92769	Armadura CA-50 Diâmetro 6,30mm - Laje	kg	3.536,00	1,31	6,74	8,05	28.464,80
7.1.2.3	92770	Armadura CA-50 Diâmetro 8,00mm - Laje	kg	4.192,00	0,96	6,59	7,55	31.649,60
7.1.2.4	92771	Armadura CA-50 Diâmetro 10,00mm - Laje	kg	6.450,00	0,70	5,23	5,93	38.248,50
7.1.2.5	92772	Armadura CA-50 Diâmetro 12,50mm - Laje	kg	0,00	0,50	4,60	5,10	0,00
7.1.2.6	92773	Armadura CA-50 Diâmetro 16,00mm - Laje	kg	0,00	0,32	4,46	4,78	0,00
7.1.2.7	92774	Armadura CA-50 Diâmetro 20,00mm - Laje	kg	0,00	0,19	4,20	4,39	0,00
7.1.2.8	92775	Armadura CA-50 Diâmetro 25,00mm - Laje	kg	0,00	0,19	4,20	4,39	0,00

(Continua)

7.1.2.9	92759	Armadura CA-60 Diâmetro 5,00mm - Viga ou Pilar	kg	0,00	2,52	8,28	10,80	0,00
7.1.2.11	92761	Armadura CA-50 Diâmetro 8,00mm - Viga ou Pilar	kg	0,00	1,49	8,80	10,29	0,00
7.1.2.12	92762	Armadura CA-50 Diâmetro 10,00mm - Viga ou Pilar	kg	0,00	1,07	7,08	8,15	0,00
7.1.2.13	92763	Armadura CA-50 Diâmetro 12,50mm - Viga ou Pilar	kg	0,00	0,78	5,94	6,72	0,00
7.1.2.14	92764	Armadura CA-50 Diâmetro 16,00mm - Viga ou Pilar	kg	0,00	0,53	4,70	5,23	0,00
7.1.3		Concreto						148.606,05
7.1.3.1	92720	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado para Pilares	m³	13,00	22,31	332,98	355,29	4.618,77
7.1.3.2	92725	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado para Vigas e Lajes	m³	408,00	19,95	332,96	352,91	143.987,28
7.1.4		Lajes						270.160,00
7.1.4.1	74141/001	Laje Trelaçada TR8	m²	452,00	18,44	47,91	66,35	29.990,20
7.1.4.2	74141/002	Laje Trelaçada TR12	m²	3.198,00	20,51	54,59	75,10	240.169,80
7.1.5		Contrapisos						101.595,99
7.1.5.1	87630	Contrapiso interno 3cm	m²	4.334,30	2,10	21,34	23,44	101.595,99
8		PAREDES E PAINÉIS						1.041.501,14
8.1.1	89310	Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos 14x19x29	m²	14.372,00	35,80	33,84	69,64	1.000.866,08
8.1.2	89302	Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos 14x19x39	m²	669,00	28,20	32,54	60,74	40.635,06
8.1.3	93186	Verga em concreto para janelas fck 20Mpa	m	0,00	9,14	31,57	40,71	0,00
9		ESQUADRIAS						357.091,21
9.1		Esquadrias de Alumínio						169.691,77
9.1.1	VIAREGIO	Janela de correr 120x120	und	117,00	50,00	360,83	410,83	48.067,11
9.1.2	VIAREGIO	Janela basculante 60x70	und	56,00	50,00	157,67	207,67	11.629,52
9.1.3	VIAREGIO	Janela de correr 135x120	und	56,00	50,00	463,42	513,42	28.751,52
9.1.4	FIRENZE	Janela/porta de correr 2 folhas persiana int. 165x210	und	58,00	50,00	642,37	692,37	40.157,46

(Continua)

9.1.5	VIAREG GIO	Janela de correr (banho) 135x60	un d	2,00	50,00	231,71	281,71	563,42
9.1.6		Janela fixa 20x20	un d	1,00	50,00	175,00	225,00	225,00
9.1.7	VIAREG GIO	Janela de abrir 60x70	un d	1,00	50,00	157,67	207,67	207,67
9.1.8	FIRENZE	Porta/janela de correr 475x215	un d	1,00	50,00	1.356,00	1.406,00	1.406,00
9.1.9	FIRENZE	Porta/janela de correr 260x215	un d	1,00	50,00	995,96	1.045,96	1.045,96
9.1.10		Janela de abrir 120x50	un d	2,00	50,00	25,00	75,00	150,00
9.1.11		Janela fixa de alumínio 90x120	un d	7,00	50,00	270,63	320,63	2.244,41
9.1.12	FIRENZE	Porta de abrir com vidro 90x210	un d	2,00	50,00	663,53	713,53	1.427,06
9.1.13	VIAREG GIO	Porta veneziana alumínio 60x140	un d	2,00	50,00	567,41	617,41	1.234,82
9.1.14	FIRENZE	Peitoril Para Sacada com Gradil CG078 Tubo 25mm 1950x1100	un d	56,00	50,00	531,82	581,82	32.581,82
9.2		Esquadrias de Ferro						15.041,20
9.2.1	VIAREG GIO	Porta de Ferro Corta Fogo 120 x 210cm	un d	10,00	50,00	1.454,12	1.504,12	15.041,20
9.3		Grades e Portões						8.167,91
9.3.1	FIRENZE	Grade veneziana alumínio 250x200	un d	4,00	50,00	1.078,00	1.128,00	4.512,00
9.3.2	FIRENZE	Portinhola (alçapão) de alumínio 80x80	un d	1,00	50,00	255,18	305,18	305,18
9.3.3	74194/0 01	Escada de marinho	m	6,80	97,57	108,42	205,99	1.400,73
9.3.4	VIAREG GIO	Portão de correr (carros) 500x180	un d	1,00	50,00	1.400,00	1.450,00	1.450,00
9.3.5	VIAREG GIO	Portão social	un d	1,00	50,00	450,00	500,00	500,00
9.4		Esquadrias de Madeira						120.831,30
9.4.1	90820	Porta Madeira Interna 60x210cm lisa para verniz	un d	56,00	30,88	195,97	226,85	12.703,60
9.4.2	91291	Marco/Batente Porta Madeira Interna 60x210cm lisa	un d	56,00	42,08	131,32	173,40	9.710,40
9.4.3	90822	Porta Madeira Interna 80x210cm lisa para verniz	un d	178,00	37,24	199,84	237,08	42.200,24
9.4.4	91293	Marco/Batente Porta Madeira Interna 80x210cm lisa	un d	178,00	50,74	143,84	194,58	34.635,24
9.4.5	74070/0 04	Fechadura de imbutir	un d	234,00	41,36	50,87	92,23	21.581,82
9.5		Vidros						31.314,59
9.5.1	72116	Vidro liso incolor 3mm	m ²	514,11	11,41	49,50	60,91	31.314,59

(Continua)

9.6		Corrimão de escadas						12.044,44
9.6.1	74072/003	Corrimão escada de emergência	m	176,89	42,00	26,09	68,09	12.044,44
10		IMPERMEABILIZAÇÕES						37.493,31
10.1		Baldrames						0,00
10.1.1	83737	Impermeabilização com manta asfáltica 3mm	m²	0,00	13,54	35,62	49,16	0,00
10.2		Poço do Elevador						65,91
10.2.1	73929/001	Impermeabilização com cimento cristalizante	m²	2,72	18,75	5,48	24,23	65,91
10.3		Cobertura, Central GLP, Dep. Lixo						6.392,40
10.3.1	83738	Impermeabilização com manta asfáltica 4mm	m²	106,54	20,31	39,69	60,00	6.392,40
10.4		Banheiros / Sacadas						28.741,20
10.4.1	83738	Impermeabilização com manta asfáltica 4mm	m²	479,02	20,31	39,69	60,00	28.741,20
10.5		Proteção Mecânica Impermeabilização						2.293,81
10.5.1	83747	Proteção mecânica p/impermeabilização cimento 1:7 - 1,5cm	m²	106,54	15,35	6,18	21,53	2.293,81
11		COBERTURAS						52.490,62
11.1		Torre						26.648,90
11.1.1	92543	Estrutura de madeira para cobertura c/telha fibrocimento	m²	458,41	3,04	11,71	14,75	6.761,61
11.1.2	94210	Cobertura com telha ondulada de fibrocimento 6mm	m²	458,41	3,82	28,77	32,59	14.939,71
11.1.3	94231	Rufo em chapa de aço galvanizado nº 24	m	118,42	4,42	14,66	19,08	2.259,45
11.1.4	94228	Calha em chapa de aço galvanizado nº 24 desenvolvimento 50cm	m	67,22	9,11	30,88	39,99	2.688,13
11.2		Estacionamento						25.841,72
11.2.1	94210	Cobertura com telha ondulada de fibrocimento 6mm	m²	792,93	3,82	28,77	32,59	25.841,72
12		INSTALAÇÕES DE METAIS E APARELHOS						36.654,00
12.1		Instalação dos Metais						10.390,46
12.1.1	89353	Base p/ Registro de Gaveta 3/4"	und	118,00	6,41	21,63	28,04	3.308,72
12.1.2	89351	Base p/ Registro de Pressão 3/4"	und	58,00	6,41	17,37	23,78	1.379,24

(Continua)

12.1.3	86914	Torneira do tanque	un d	58,00	3,33	26,69	30,02	1.741,16
12.1.4	86915	Torneira do lavatório	un d	61,00	2,18	62,76	64,94	3.961,34
12.2		Instalação de Louças Aparelhos Sanitários						26.263,54
12.2.1	86888	Vaso Sanitário com caixa acoplada	un d	60,00	19,60	141,55	161,15	9.669,00
12.2.2	86903	Pia de Louça com Coluna	un d	61,00	34,66	185,02	219,68	13.400,48
12.2.3		Tanque de Plástico	un d	58,00	16,69	38,38	55,07	3.194,06
13		REVESTIMENTOS INTERNOS						884.865,41
13.1		Massa única						337.267,10
13.1.1	87529	Massa única interna 1:2:8 esp.2,5cm	m²	14.437,80	10,62	12,74	23,36	337.267,10
13.2		Revestimentos Cerâmicos						184.309,79
13.2.1	87246	Piso Cerâmico 35x35cm	m²	3.318,61	13,90	18,01	31,91	105.896,85
13.2.2	87268	Revestimento cerâmico para paredes 25x35cm	m²	1.795,99	19,82	23,84	43,66	78.412,95
13.3		Rodapés						20.047,19
13.3.1	88648	Rodapé cerâmico L=7cm	m	3.605,61	1,55	4,01	5,56	20.047,19
13.4		Forro						21.981,24
13.4.1		Forro em pvc	m²	610,59	0,00	36,00	36,00	21.981,24
13.5		Pintura Interna						295.378,00
13.5.1	88497	Massa Corrida 2 demãos	m²	13.596,82	7,05	3,69	10,74	146.029,84
13.5.2	88483	Selador PVA 1 demão	m²	13.596,82	0,61	1,58	2,19	29.777,03
13.5.3	88487	Pintura em PVA 2 demãos	m²	13.596,82	2,94	4,77	7,71	104.831,48
13.5.4		Pintura Esmalte Sintético Fosco - Porta Corta Fogo	un d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.5.5	74065/001	Pintura esmalte fosco em madeira, 2 demãos	m²	739,20	11,64	8,30	19,94	14.739,65
13.6		Acabamentos em Granito						25.882,10
13.6.1	84161	Soleira de Granito 15cm	m	113,55	9,73	133,86	143,59	16.304,64
13.6.2	84161	Soleira do box em Granito Polido L=15cm	m	66,70	9,73	133,86	143,59	9.577,45

(Continua)

14		REVESTIMENTOS EXTERNOS						266.12 6,15
14.1		Massa única						160.02 9,29
14.1.1	87779	Massa única externa 1:2:8 esp. 3,0cm	m ²	3.811,13	26,39	15,60	41,99	160.02 9,29
14.2		Pintura Externa						65.932,52
14.2.1	88411	Selador acrílico 1 demão	m ²	3.811,13	0,99	0,83	1,82	6.936,25
14.2.2	88424	Pintura com Tinta Texturizada Acrílica, 2 cores	m ²	3.811,13	5,50	9,98	15,48	58.996,27
14.3		Peitoris						40.164,34
14.3.1	84088	Peitoril em Granito 15cm	m	275,40	12,27	133,57	145,84	40.164,34
15		INSTALAÇÕES						445.000,00
15.1		Instalações Elétricas / Telecomunicações						265.000,00
15.1.1		Instalações Elétricas - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	265.000,00	265.000,00	265.000,00
15.2		Instalações Hidrosanitárias						100.000,00
15.2.1		Instalações Hidrosanitárias - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
15.3		Instalações de Gás						45.000,00
15.3.1		Instalação Rede e distribuição de gás GLP - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
15.4		Preventivo Contra Incendio						35.000,00
15.4.1		Instalação Preventivo Contra Incendio - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	35.000,00	35.000,00	35.000,00
16		PAVIMENTAÇÃO						110.961,32
16.1		Pavimentação Externa						88.409,27
16.6.1	73892/002	Passeio (calçada) em concreto 12Mpa, esp. 7cm, com juntas de dilatação em madeira	m ²	319,61	15,06	16,28	31,34	10.016,58
16.6.2	92404	Pavimentação com piso intertravado 8cm	m ²	1.251,28	8,56	58,84	62,65	78.392,69
16.2		Pavimentação Passeio						22.552,05
16.2.1	73892/002	Passeio (calçada) em concreto 12Mpa, esp. 7cm, com juntas de dilatação em madeira	m ²	95,41	15,06	16,28	31,34	2.990,15
16.2.2	92404	Pavimentação com piso intertravado 8cm	m ²	246,95	8,56	58,84	62,65	15.471,42
16.2.3	94273	Meio-Fio Concreto Pré-Fabricado 15x30cm	m	140,76	12,09	16,97	29,06	4.090,49

(Conclusão)

17		SERVIÇOS COMPLEMENTARES						152.787,34
17.1.1		Elevador com 7 paradas	und	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
17.1.2		Peitoril de Granito Polido L=15cm	m	0,00	12,27	133,57	145,84	0,00
17.1.3		Muro de alvenaria 30cm com gradil h=1,50m	m	111,66	30,47	353,80	390,89	43.646,78
17.1.4	9537	Limpeza final da obra	m²	4.810,82	1,78	0,12	1,90	9.140,56
TOTAL DA OBRA						R\$	5.368.903,44	

ANEXO B – Planilha orçamentária de concreto armado

(Continua)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA								
<i>Obra: Condomínio Residencial</i>								
						<i>Prazo da Obra:</i>	<i>30 meses</i>	
Código		Descrição	Unidade	Quantidade Orçada	Preço Unitário - MO	Preço Unit. Mat./Equip. /Serv.	Preço Unitário Total (R\$)	Preço Total (R\$)
1		SERVIÇOS TÉCNICOS						321.500,00
1.1		Projetos						276.500,00
1.1.1		Levantamento Topográfico	vb	1,00	0,00	6.500,00	6.500,00	6.500,00
1.1.2		Projeto Arquitetônico	vb	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
1.1.3		Projeto Estrutural	vb	1,00	0,00	65.000,00	65.000,00	65.000,00
1.1.4		Projeto Elétrico / Telecomunicações / Climatização	vb	1,00	0,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
1.1.5		Projeto Hidrossanitário	vb	1,00	0,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
1.1.6		Projeto Preventivo de Incêndio	vb	1,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
1.1.7		Projeto de Alvenaria	vb	1,00	0,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
1.1.9		Cópias e Plotagens	vb	1,00	0,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
1.2		Controles e Assessorias						45.000,00
1.2.1		Sondagem SPT	vb	1,00	0,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
1.2.3		Consultorias	vb	1,00	0,00	30.000,00	30.000,00	30.000,00
2		CANTEIRO DE OBRAS						42.300,08
2.1	74209/001	Placa de obra	und	1,00	347,28	2.436,32	2.783,60	2.783,60
2.2	73847/002	Container escritório	mês	13,00	0,00	472,65	472,65	6.144,45
2.3	73803/001	Galpão de obra (ferragem, carpintaria)	m²	50,00	168,85	47,99	216,84	10.842,00
2.4	74220/001	Tapumes em chapa de madeira compensada	m²	476,52	31,84	10,63	42,47	20.237,80
2.5	74077/003	Locação da obra - execução de gabarito	m²	523,34	3,07	1,31	4,38	2.292,23

(Continua)

3		DESPESAS GERAIS						1.074.000,00
3.1		Despesas com Mão-de-obra Própria						924.000,00
3.1.1		Engenheiro Civil	mês	30,00	15.000,00	0,00	15.000,00	450.000,00
3.1.2		Estagiário	mês	30,00	1.200,00	0,00	1.200,00	36.000,00
3.1.3		Técnico de Edificações	mês	30,00	2.600,00	0,00	2.600,00	78.000,00
3.1.4		Almoxarife	mês	30,00	2.000,00	0,00	2.000,00	60.000,00
3.1.5		Vigilância 24h	mês	30,00	10.000,00	0,00	10.000,00	300.000,00
3.2		Consumíveis						150.000,00
3.2.1		Fatura de água/esgoto	mês	30,00	0,00	800,00	800,00	24.000,00
3.2.2		Fatura de energia elétrica	mês	30,00	0,00	1.800,00	1.800,00	54.000,00
3.2.3		Limpeza da obra - caixa de entulhos	mês	30,00	0,00	2.000,00	2.000,00	60.000,00
3.2.4		Conservação e limpeza permanente	mês	30,00	400,00	0,00	400,00	12.000,00
4		EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E FERRAMENTAS						43.300,00
4.1		Locação						20.800,00
4.1.1		Locação Balancins	mês	4,00	0,00	5.200,00	5.200,00	20.800,00
4.2		Manutenção						22.500,00
4.2.1		Manutenção de equipamentos, máquinas e ferramentas	mês	30,00	0,00	750,00	750,00	22.500,00
5		SERVIÇOS EM TERRA						16.406,40
5.1		Escavação Mecânica e Transportes						16.406,40
5.1.1	73859/002	Capina e Limpeza do Terreno	m²	2.540,00	0,04	0,12	0,16	406,40
5.1.2		Serviço de retroescavadeira	h	160,00	0,00	100,00	100,00	16.000,00
6		INFRAESTRUTURA						138.773,19
6.1		Fundações						59.224,88
6.1.1		Estaca Pré-moldada 16 x 16 cm	m	142,00	0,00	55,34	55,34	7.858,28
6.1.2		Estaca Pré-moldada 18 x 18 cm	m	42,00	0,00	56,10	56,10	2.356,20

(Continua)

6.1.3		Estaca Pré-moldada 20 x 20 cm	m	138,00	0,00	65,00	65,00	8.970,00
6.1.4		Estaca Pré-moldada 23 x 23 cm	m	560,00	0,00	69,51	69,51	38.925,60
6.1.5		Mobilização de Equipamentos	und	1,00	0,00	1.114,80	1.114,80	1.114,80
6.2		Blocos, Cortinas						79.548,31
6.2.1	5970	Forma Tábua Pinus p/ Fundação (2x)	m²	205,00	32,04	20,77	52,81	10.826,05
6.2.2	92915	Armadura de fundações CA-60 Diâmetro 5,00mm	kg	45,00	3,53	8,96	12,49	562,05
6.2.3	92917	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 8,00mm	kg	201,00	2,01	8,63	10,64	2.138,64
6.2.4	92919	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 10,00mm	kg	3.211,00	1,50	7,08	8,58	27.550,38
6.2.5	92921	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 12,50mm	kg	2.219,00	1,10	5,94	7,04	15.621,76
6.2.6	92922	Armadura de fundações CA-50 Diâmetro 16,00mm	kg	243,00	0,74	4,70	5,44	1.321,92
6.2.7	92725	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado	m³	61,00	19,95	332,96	352,91	21.527,51
7		SUPERESTRUTURA						1.499.951,46
7.1		Térreo, Pavimentos, Cobertura						1.499.951,46
7.1.1		Formas						558.921,16
7.1.1.1	92509	Forma em Compensado Resinado para Laje	m²	13.336,00	15,76	18,97	34,73	463.159,28
7.1.1.2	92418	Forma em Compensado Resinado para Pilares	m²	1.640,32	23,34	35,04	58,38	95.761,88
7.1.2		Armadura						217.714,28
7.1.2.1	92768	Armadura CA-60 Diâmetro 5,00mm - Laje	kg	4.820,00	1,73	7,60	9,33	44.970,60
7.1.2.2	92769	Armadura CA-50 Diâmetro 6,30mm - Laje	kg	3.536,00	1,31	6,74	8,05	28.464,80
7.1.2.3	92770	Armadura CA-50 Diâmetro 8,00mm - Laje	kg	4.192,00	0,96	6,59	7,55	31.649,60
7.1.2.4	92771	Armadura CA-50 Diâmetro 10,00mm - Laje	kg	6.450,00	0,70	5,23	5,93	38.248,50
7.1.2.5	92772	Armadura CA-50 Diâmetro 12,50mm - Laje	kg	1.480,00	0,50	4,60	5,10	7.548,00
7.1.2.6	92773	Armadura CA-50 Diâmetro 16,00mm - Laje	kg	1.430,00	0,32	4,46	4,78	6.835,40
7.1.2.7	92774	Armadura CA-50 Diâmetro 20,00mm - Laje	kg	2.290,00	0,19	4,20	4,39	10.053,10
7.1.2.8	92775	Armadura CA-50 Diâmetro 25,00mm - Laje	kg	364,00	0,19	4,20	4,39	1.597,96

(Continua)

7.1.2.9	92759	Armadura CA-60 Diâmetro 5,00mm - Viga ou Pilar	kg	816,00	2,52	8,28	10,80	8.812,80
7.1.2.11	92761	Armadura CA-50 Diâmetro 8,00mm - Viga ou Pilar	kg	344,00	1,49	8,80	10,29	3.539,76
7.1.2.12	92762	Armadura CA-50 Diâmetro 10,00mm - Viga ou Pilar	kg	3.658,00	1,07	7,08	8,15	29.812,70
7.1.2.13	92763	Armadura CA-50 Diâmetro 12,50mm - Viga ou Pilar	kg	884,00	0,78	5,94	6,72	5.940,48
7.1.2.14	92764	Armadura CA-50 Diâmetro 16,00mm - Viga ou Pilar	kg	46,00	0,53	4,70	5,23	240,58
7.1.3		Concreto						351.560,02
7.1.3.1	92720	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado para Pilares	m³	110,43	22,31	332,98	355,29	39.234,67
7.1.3.2	92725	Concreto usinado Fck=30Mpa bombeado para Vigas e Lajes	m³	885,00	19,95	332,96	352,91	312.325,35
7.1.4		Lajes						270.160,00
7.1.4.1	74141/001	Laje Treliçada TR8	m²	452,00	18,44	47,91	66,35	29.990,20
7.1.4.2	74141/002	Laje Treliçada TR12	m²	3.198,00	20,51	54,59	75,10	240.169,80
7.1.5		Contrapisos						101.595,99
7.1.5.1	87630	Contrapiso interno 3cm	m²	4.334,30	2,10	21,34	23,44	101.595,99
8		PAREDES E PAINÉIS						684.404,66
8.1.1	7268	Bloco cerâmico (alvenaria de vedação), 8 furos, de 9 x 19 x 29 cm	m²	13.372,00	35,80	11,78	47,58	636.239,76
8.1.2	7268	Bloco cerâmico (alvenaria de vedação), 8 furos, de 9 x 19 x 14 cm	m²	852,00	28,20	11,78	39,98	34.062,96
8.1.3	93186	Verga em concreto para janelas fck 20Mpa	m	346,40	9,14	31,57	40,71	14.101,94
9		ESQUADRIAS						357.091,21
9.1		Esquadrias de Alumínio						169.691,77
9.1.1		Janela de correr 120x120	und	117,00	50,00	360,83	410,83	48.067,11
9.1.2		Janela basculante 60x70	und	56,00	50,00	157,67	207,67	11.629,52
9.1.3		Janela de correr 135x120	und	56,00	50,00	463,42	513,42	28.751,52
9.1.4		Janela/porta de correr 2 folhas persiana int. 165x210	und	58,00	50,00	642,37	692,37	40.157,46

(Continua)

9.1.5		Janela de correr (banho) 135x60	und	2,00	50,00	231,71	281,71	563,42
9.1.6		Janela fixa 20x20	und	1,00	50,00	175,00	225,00	225,00
9.1.7		Janela de abrir 60x70	und	1,00	50,00	157,67	207,67	207,67
9.1.8		Porta/janela de correr 475x215	und	1,00	50,00	1.356,00	1.406,00	1.406,00
9.1.9		Porta/janela de correr 260x215	und	1,00	50,00	995,96	1.045,96	1.045,96
9.1.10		Janela de abrir 120x50	und	2,00	50,00	25,00	75,00	150,00
9.1.11		Janela fixa de alumínio 90x120	und	7,00	50,00	270,63	320,63	2.244,41
9.1.12		Porta de abrir com vidro 90x210	und	2,00	50,00	663,53	713,53	1.427,06
9.1.13		Porta veneziana alumínio 60x140	und	2,00	50,00	567,41	617,41	1.234,82
9.1.14		Peitoril Para Sacada com Gradil CG078 Tubo 25mm 1950x1100	und	56,00	50,00	531,82	581,82	32.581,82
9.2		Esquadrias de Ferro						15.041,20
9.2.1		Porta de Ferro Corta Fogo 120 x 210cm	und	10,00	50,00	1.454,12	1.504,12	15.041,20
9.3		Grades e Portões						8.167,91
9.3.1		Grade veneziana alumínio 250x200	und	4,00	50,00	1.078,00	1.128,00	4.512,00
9.3.2		Portinhola (alçapão) de alumínio 80x80	und	1,00	50,00	255,18	305,18	305,18
9.3.3	74194/001	Escada de marinheiro	m	6,80	97,57	108,42	205,99	1.400,73
9.3.4		Portão de correr (carros) 500x180	und	1,00	50,00	1.400,00	1.450,00	1.450,00
9.3.5		Portão social	und	1,00	50,00	450,00	500,00	500,00
9.4		Esquadrias de Madeira						120.831,30
9.4.1	90820	Porta Madeira Interna 60x210cm lisa para verniz	und	56,00	30,88	195,97	226,85	12.703,60
9.4.2	91291	Marco/Batente Porta Madeira Interna 60x210cm lisa	und	56,00	42,08	131,32	173,40	9.710,40
9.4.3	90822	Porta Madeira Interna 80x210cm lisa para verniz	und	178,00	37,24	199,84	237,08	42.200,24
9.4.4	91293	Marco/Batente Porta Madeira Interna 80x210cm lisa	und	178,00	50,74	143,84	194,58	34.635,24
9.4.5	74070/004	Fechadura de imbutir	und	234,00	41,36	50,87	92,23	21.581,82
9.5		Vidros						31.314,59
9.5.1	72116	Vidro liso incolor 3mm	m²	514,11	11,41	49,50	60,91	31.314,59
9.6		Corrimão de escadas						12.044,44

(Continua)

9.6.1	74072/0 03	Corrimão escada de emergência	m	176, 89	42,0 0	26,0 9	68,0 9	12.044, 44
10		IMPERMEABILIZAÇÕES						37.493, 31
10.1		Baldrames						0,00
10.1. 1	83737	Impermeabilização com manta asfáltica 3mm	m²	0,00	13,5 4	35,6 2	49,1 6	0,00
10.2		Poço do Elevador						65,91
10.2. 1	73929/0 01	Impermeabilização com cimento cristalizante	m²	2,72	18,7 5	5,48	24,2 3	65,91
10.3		Cobertura, Central GLP, Dep. Lixo						6.392,4 0
10.3. 1	83738	Impermeabilização com manta asfáltica 4mm	m²	106, 54	20,3 1	39,6 9	60,0 0	6.392,4 0
10.4		Banheiros / Sacadas						28.741, 20
10.4. 1	83738	Impermeabilização com manta asfáltica 4mm	m²	479, 02	20,3 1	39,6 9	60,0 0	28.741, 20
10.5		Proteção Mecânica Impermeabilização						2.293,8 1
10.5. 1	83747	Protecao mecanica p/impermeabilizacao ci:ar 1:7 - 1,5cm	m²	106, 54	15,3 5	6,18	21,5 3	2.293,8 1
11		COBERTURAS						52.490, 62
11.1		Torre						26.648, 90
11.1. 1	92543	Estrutura de madeira para cobertura c/telha fibrocimento	m²	458, 41	3,04	11,7 1	14,7 5	6.761,6 1
11.1. 2	94210	Cobertura com telha ondulada de fibrocimento 6mm	m²	458, 41	3,82	28,7 7	32,5 9	14.939, 71
11.1. 3	94231	Rufo em chapa de aço galvanizado nº 24	m	118, 42	4,42	14,6 6	19,0 8	2.259,4 5
11.1. 4	94228	Calha em chapa de aço galvanizado nº 24 desenvolvimento 50cm	m	67,2 2	9,11	30,8 8	39,9 9	2.688,1 3
11.2		Estacionamento						25.841, 72
11.2. 1	94210	Cobertura com telha ondulada de fibrocimento 6mm	m²	792, 93	3,82	28,7 7	32,5 9	25.841, 72
12		INSTALAÇÕES DE METAIS E APARELHOS						36.654, 00
12.1		Instalação dos Metais						10.390, 46
12.1. 1	89353	Base p/ Registro de Gaveta 3/4"	un d	118, 00	6,41	21,6 3	28,0 4	3.308,7 2
12.1. 2	89351	Base p/ Registro de Pressão 3/4"	un d	58,0 0	6,41	17,3 7	23,7 8	1.379,2 4
12.1. 3	86914	Torneira do tanque	un d	58,0 0	3,33	26,6 9	30,0 2	1.741,1 6

(Continua)

12.1.4	86915	Torneira do lavatório	un d	61,00	2,18	62,76	64,94	3.961,34
12.2		Instalação de Louças Aparelhos Sanitários						26.263,54
12.2.1	86888	Vaso Sanitário com caixa acoplada	un d	60,00	19,60	141,55	161,15	9.669,00
12.2.2	86903	Pia de Louça com Coluna	un d	61,00	34,66	185,02	219,68	13.400,48
12.2.3		Tanque de Plástico	un d	58,00	16,69	38,38	55,07	3.194,06
13		REVESTIMENTOS INTERNOS						1.080.144,42
13.1		Massa única						445.937,73
13.1.1	87529	Massa única interna 1:2:8 esp.2,5cm	m ²	19.089,80	10,62	12,74	23,36	445.937,73
13.2		Revestimentos Cerâmicos						227.970,21
13.2.1	87246	Piso Cerâmico 35x35cm	m ²	3.318,61	13,90	18,01	31,91	105.896,85
13.2.2	87268	Revestimento cerâmico para paredes 25x35cm	m ²	2.796,00	19,82	23,84	43,66	122.073,36
13.3		Rodapés						21.715,14
13.3.1	88648	Rodapé cerâmico L=7cm	m	3.905,60	1,55	4,01	5,56	21.715,14
13.4		Forro						21.981,24
13.4.1		Forro em pvc	m ²	610,59	0,00	36,00	36,00	21.981,24
13.5		Pintura Interna						336.658,01
13.5.1	88497	Massa Corrida 2 demãos	m ²	15.596,82	7,05	3,69	10,74	167.509,85
13.5.2	88483	Selador PVA 1 demão	m ²	15.596,82	0,61	1,58	2,19	34.157,04
13.5.3	88487	Pintura em PVA 2 demãos	m ²	15.596,82	2,94	4,77	7,71	120.251,48
13.5.4		Pintura Esmalte Sintético Fosco - Porta Corta Fogo	un d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.5.5	74065/001	Pintura esmalte fosco em madeira, 2 demãos	m ²	739,20	11,64	8,30	19,94	14.739,65
13.6		Acabamentos em Granito						25.882,10
13.6.1	84161	Soleira de Granito 15cm	m	113,55	9,73	133,86	143,59	16.304,64
13.6.2	84161	Soleira do box em Granito Polido L=15cm	m	66,70	9,73	133,86	143,59	9.577,45

(Continua)

14		REVESTIMENTOS EXTERNOS						274.51
								8,75
14.1		Massa única						168.42
								1,89
14.1.1	87779	Massa única externa 1:2:8 esp. 3,0cm	m ²	4.011,00	26,39	15,60	41,99	168.421,89
14.2		Pintura Externa						65.932,52
14.2.1	88411	Selador acrílico 1 demão	m ²	3.811,13	0,99	0,83	1,82	6.936,25
14.2.2	88424	Pintura com Tinta Texturizada Acrílica, 2 cores	m ²	3.811,13	5,50	9,98	15,48	58.996,27
14.3		Peitoris						40.164,34
14.3.1	84088	Peitoril em Granito 15cm	m	275,40	12,27	133,57	145,84	40.164,34
15		INSTALAÇÕES						458.000,00
15.1		Instalações Elétricas / Telecomunicações						278.000,00
15.1.1		Instalações Elétricas - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	278.000,00	278.000,00	278.000,00
15.2		Instalações Hidrosanitárias						100.000,00
15.2.1		Instalações Hidrosanitárias - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
15.3		Instalações de Gás						45.000,00
15.3.1		Instalação Rede e distribuição de gás GLP - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
15.4		Preventivo Contra Incendio						35.000,00
15.4.1		Instalação Preventivo Contra Incendio - incluindo material e mão-de-obra	v b	1,00	0,00	35.000,00	35.000,00	35.000,00
16		PAVIMENTAÇÃO						110.961,32
16.1		Pavimentação Externa						88.409,27
16.6.1	73892/002	Passeio (calçada) em concreto 12Mpa, esp. 7cm, com juntas de dilatação em madeira	m ²	319,61	15,06	16,28	31,34	10.016,58
16.6.2	92404	Pavimentação com piso intertravado 8cm	m ²	1.251,28	8,56	58,84	62,65	78.392,69
16.2		Pavimentação Passeio						22.552,05
16.2.1	73892/002	Passeio (calçada) em concreto 12Mpa, esp. 7cm, com juntas de dilatação em madeira	m ²	95,41	15,06	16,28	31,34	2.990,15
16.2.2	92404	Pavimentação com piso intertravado 8cm	m ²	246,95	8,56	58,84	62,65	15.471,42
16.2.3	94273	Meio-Fio Concreto Pré-Fabricado 15x30cm	m	140,76	12,09	16,97	29,06	4.090,49

(Continua)

17		SERVIÇOS COMPLEMENTARES						152.787,34
17.1.1		Elevador com 7 paradas	und	1,00	0,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
17.1.2		Peitoril de Granito Polido L=15cm	m	0,00	12,27	133,57	145,84	0,00
17.1.3		Muro de alvenaria 30cm com gradil h=1,50m	m	111,66	30,47	353,80	390,89	43.646,78
17.1.4	9537	Limpeza final da obra	m²	4.810,82	1,78	0,12	1,90	9.140,56
TOTAL DA OBRA						R\$	6.380.776,76	