

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DANIELLY LOUREIRO ALMEIDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS EM EDIFÍCIOS DE  
ALVENARIA ESTRUTURAL COM DIFERENTES POSIÇÕES DE  
ABERTURAS DE PORTAS E JANELAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2017

DANIELLY LOUREIRO ALMEIDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS EM EDIFÍCIOS DE  
ALVENARIA ESTRUTURAL COM DIFERENTES POSIÇÕES DE  
ABERTURAS DE PORTAS E JANELAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Boabaid Ibrahim.

TOLEDO

2017



---

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de N° 085

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS EM EDIFÍCIOS DE  
ALVENARIA ESTRUTURAL COM DIFERENTES POSIÇÕES DE  
ABERTURAS DE PORTAS E JANELAS**

Por

**Danielly Loureiro Almeida**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 8:20 h do dia **08 de Novembro de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Prof<sup>a</sup> Dra Lucia Bressiani  
(UTFPR – TD)

---

Prof<sup>a</sup> Dra Silmara Dias Feiber  
(UTFPR – TD)

---

Prof Dr. Lucas Boabaid Ibraim  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof. Dr Fulvio Natercio Feiber  
Coordenador da COECI

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bloco vazado de concreto .....	21
Figura 2 – A esquerda tem-se o bloco cerâmico com parede maciça e na direita tem-se o mesmo bloco com parede maciça e internas vazadas .....	23
Figura 3 – Bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas .....	23
Figura 4 - Bloco cerâmico estrutural perfurado .....	23
Figura 5 – Fluxograma mostrando as etapas da pesquisa.....	36
Figura 6 – Planta 1 utilizada para fazer o orçamento .....	39
Figura 7 – Planta 2 utilizada para fazer o orçamento .....	40
Figura 8 – Grupo de paredes da planta 1 .....	41
Figura 9 – Grupo de paredes da planta 2.....	42

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões reais das famílias.....	22
Quadro 2 - Dimensões de fabricação dos blocos de cerâmica estrutural .....	24
Quadro 3- CUB-PR de fevereiro de 2017.....	45
Quadro 4 - Representatividade para estimativa de custos por etapa de obra.....	45
Quadro 5- Valores utilizados na conversão do aço CA-50 de kg para barras.....	48
Quadro 6- Valores propostos pela TCPO para alvenaria estrutural com blocos cerâmicos 14x19x30 cm.....	49
Quadro 7- Valores propostos pela TCPO para concreto feito em obra .....	50
Quadro 8 - Fechamento do orçamento.....	51
Quadro 9- Composição de custo unitários do chapisco .....	52
Quadro 10- Composição de custo unitários do concreto.....	53
Quadro 11- Composição de custos unitários dos serviços e custos totais.....	54
Quadro 12 - Custo total da edificação .....	54
Quadro 13 -Levantamento por etapas.....	56
Quadro 14 - Resumo do dimensionamento da planta 1 .....	56
Quadro 15 - Custo total do projeto da planta 1.....	57
Quadro 16 - Resumo do dimensionamento da planta 2 .....	58
Quadro 17 - Custo total do projeto da planta 2.....	59
Quadro 18- Diferenças nos custos globais dos projetos .....	60
Quadro 19 - Diferenças nos custos do serviço de graute.....	61
Quadro 20 Diferenças nos custos do serviço de armação .....	61
Quadro 21 - Diferenças nos custos do serviço de alvenaria .....	62
Quadro 22 - Diferenças nos custos dos revestimentos e pintura .....	62
Quadro 23 - Representação dos serviços da curva ABC, para o projeto 1 .....	63
Quadro 24 - Representação dos serviços da curva ABC, para o projeto 2 .....	64
Quadro 25 - Comparação dos custos por metro quadrado com o CUB .....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
1.2.1 Objetivo Geral .....	14
1.2.2 Objetivos Específicos .....	14
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
2.1 HISTÓRIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	16
2.2 Classificação das Alvenarias .....	17
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA ESTRUTURAL .....	18
2.4 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	20
2.4.1 Blocos .....	20
2.4.1.1. Blocos de Concreto .....	20
2.4.1.2 Blocos Cerâmicos .....	22
2.4.2 Argamassa .....	25
2.4.3 Graute .....	25
2.4.4 Aço .....	26
2.5 PESQUISAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL .....	27
2.6 CUSTOS DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL .....	29
2.7 ORÇAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO .....	32
2.7.1 Orçamento Discriminado .....	32
2.7.1.1 Estudo das Condicionantes .....	34
2.7.1.2 Composição dos Custos .....	35
2.7.1.3 Fechamento do Orçamento .....	35
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA .....	36
3.2 ESTUDO DE CASO .....	38
3.2.1 Características Da Edificação .....	38
3.3 ORÇAMENTO DETALHADO .....	42
3.3.1 Definição dos serviços .....	43

3.3.2 Levantamento Dos Quantitativos .....	46
3.3.3 Composição Dos Custos Unitários .....	49
3.3.4 Fechamento do orçamento.....	50
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>52</b>
4.1 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS .....	52
4.2 ESTIMATIVA POR ETAPAS .....	54
4.3 ANÁLISE DO PROJETO 1 .....	56
4.4 ANÁLISE DO PROJETO 2 .....	58
4.5 ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS .....	59
4.5.1 Diferença Global do Custo .....	60
4.5.2 Comparação entre os serviços .....	60
4.5.3 Curva ABC .....	63
4.5.4 Comparação com o CUB.....	65
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS. ....	67
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE A: Valores propostos pela TCPO.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE B: Composição de custos unitários e totais dos serviços.....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE C: Curva ABC de serviços. ....</b>	<b>84</b>

## **AGRADECIMENTOS**

Estes agradecimentos com certeza não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa fase importante da minha vida. Por isso, peço desculpas àquelas que não estarão entre essas palavras de agradecimento, mas que estiveram presentes em algum momento desta trajetória.

Primeiramente eu gostaria de agradecer aos meus pais Elsa Loureiro e Silvio Almeida Gonzales, por absolutamente tudo, eu não tenho palavras suficientes para descrever o quão importante vocês foram na minha vida, como o apoio e carinho de vocês foi determinante para mim durante todo esse percurso. Se estou aqui hoje é graças a dedicação, amor e suporte que vocês me deram durante toda a vida. Por sempre me incentivarem a correr atrás dos meus sonhos e por nunca subestimarem o meu potencial, eu amo muito vocês.

Gostaria de agradecer também a esta universidade, e seu corpo docente, por proporcionar-me conhecimento, este, de valor inestimável para mim.

Agradeço também a minha adorada orientadora Lúcia Bressiani, pelo suporte e apoio, por dedicar o seu tempo e carinho durante todo esse processo, meu único arrependimento foi não ter tido a oportunidade de presenciar mais de suas aulas, que sempre foram maravilhosas. Tudo o que posso dizer é obrigada.

Agradeço também aos amigos que fiz durante a graduação, sinceramente eu não esperava conhecer tantas pessoas maravilhosas aqui, em especial agradeço a minha vizinha Letícia Fideli, que esteve comigo durante alguns dos melhores e piores momentos dessa etapa, sempre me tranquilizando e amortizando minhas crises de ansiedade.

Agradeço também a Ana Laske e Manuela Kapp, por estarem sempre presentes e por tornarem os meus dias mais divertidos e prazerosos. Ao meu amigo Pertum, que me ajudou a manter minha sanidade mental durante o final dessa graduação.

Agradeço também ao meu amigo Klaysson por todo o apoio e paciência durante o início da faculdade. E ao meu amigo Jackson pelos bons momentos.

Agradeço também a professora Gladis pelas maravilhosas aulas e visitas, das quais nunca me esquecerei, a professora Silmara, que me iniciou aos projetos de pesquisas. E a professora Mariana Sbaraini Cordeiro, por seu carinho e atenção



durante todos esses anos de UTF, pela oportunidade que ela me proporcionou de participar de um projeto de extensão que eu amava, por todas as experiências cinematográficas e pelas horas de discussões sobre séries. Muito obrigada!

## RESUMO

ALMEIDA, Danielly L. **Análise Comparativa De Custos Em Edifícios De Alvenaria Estrutural Com Diferentes Posições De Aberturas De Portas E Janelas**. 2017. 84 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2017.

A alvenaria estrutural é um dos métodos construtivos mais antigos, porém, apenas nos últimos anos este sistema começou a se destacar no mercado devido a demanda do setor por tecnologias eficientes, rápidas e econômicas. O surgimento de normas e a elaboração de um método racional e normatizado de dimensionamento também ajudaram a difundir sua utilização. Nesse sistema, onde não são utilizados pilares ou vigas, a alvenaria além de fazer o papel de vedação também é o elemento portante da edificação. Sendo assim, deve-se procurar desenvolver projetos que possuam a mesma configuração de paredes em todos os pavimentos, visto que os carregamentos serão transmitidos por elas. Outro fator importante, são as posições das aberturas, uma vez que elas interferem diretamente no sistema estrutural. Desse modo, o presente trabalho apresenta um levantamento de custos para dois projetos com diferentes posições de aberturas, que foram previamente estudadas por Benetti (2016), utilizando blocos estruturais cerâmicos da família 19. Para a orçamentação dos projetos foram utilizados dois métodos, o orçamento discriminado e o por etapas. Além da utilização da curva ABC de serviços, foram realizadas comparações globais e por etapas e comparou-se ainda com o CUB do mês de julho de 2017. A diferença de custos entre os dois projetos foi de 0,32%. A diferença não foi representativa principalmente pelo fato dos dois serviços que sofreram maiores variações, armação e graute, estarem situados na faixa C da curva, ou seja, que contempla os itens que tem pouca representatividade nos custos. A curva ABC de serviços dos projetos também apresentou a mesma configuração para as duas situações analisadas. Obtiveram-se os custos por metro quadrado de edificação de R\$/m<sup>2</sup> 982,44 e R\$ 979,31/m<sup>2</sup>, para a planta 1 e 2, respectivamente. Ambos os valores se apresentaram inferiores ao valor do CUB/m<sup>2</sup> adotado, de R\$/m<sup>2</sup> 1204,09, sendo o maior deles 22,56% inferior ao valor de referência, confirmando assim, a viabilidade do sistema estrutural em alvenaria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alvenaria Estrutural. Blocos cerâmicos. Orçamentos. Comparativo de Custos. CUB.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Danielly L. **Costs comparative analysis on structural masonry buildings with diferente openings patterns of doors and windows**. 2017. 84 p. Monograph of Course Completion (Graduation) - Civil Engineering, Federal Technological University of Paraná, Toledo, 2017.

The structural masonry is one of the oldests constructive methods, however, only in the last few years this system started to mark their presence in the Market because of demand from the construction sector for more faster technologies and cost-effective solutions. The emerging of standards and technical recommendations and the development of a rational method use for sizing helped spreading the system. In that system don't have pillars and beams supported, the masonry besides sealing she also do supporting structure. Therefore, civil engineers should develop projects that have the same openings patterns of doors and windows in all floor of the building, because their are gonna transmitted the loads. Another important fact are the position of the openings patterns, since they intervene directly with the structural system. So in this work presente a costs comparative for two projects with diferente oppenings patterns os doors and windows, they were previously study by Benetti (2016), using ceramic blocks froom 19 family. For the budgeting has been used two methods, detailed budget and budget for stages. Has been used the ABC curve of services and making global costs comparative and for stages, also as comparated with CUB of the month of July 2017. The difference in costs between the two projects were 0,32%. The gap of costs has not been significant because the steps of frame and fluid concrete belong on the category C of the curve, the category represents 20% of all costs. The two projects study presents the same ABC curve for both situations. The costs for square metre of construction has been R\$/m<sup>2</sup> 982,44 and R\$ 979,31/m<sup>2</sup> for the plants 1 and 2 respectively. Both value are cheaper than R\$/m<sup>2</sup> 1204,09 the adopted CUB and the higher of then were 22,56% lower than CUB, present this way the cost-effective to the masonry system.

**Keywords:** Structural Masonry. Ceramic Blocks. Budget. Costs Comparative. CUB.

## 1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um método antigo e tradicional que vem sendo utilizado a milênios pela humanidade, desde as pirâmides de Gizé, coliseu, Catedral de Notre Dame, edifício Monadnock, dentre outras grandes obras.

As primeiras edificações eram construídas sem muita tecnologia e de maneira empírica, basicamente alguns amontoados de pedras ou blocos. Dessa forma, a alvenaria passou por um período longo de pouco acréscimo tecnológico. Apenas nos últimos 100 anos foram constatadas mudanças significativas nas técnicas construtivas e na forma de dimensionamento.

A criação de normas que regem os seus princípios construtivos foi um dos maiores avanços na área, pois, dessa forma, os profissionais podem se orientar de maneira adequada, sem ter que se basear em experiências anteriores ou metodologias estrangeiras.

Um fator que contribuiu para o recente destaque da alvenaria foi o crescimento da concorrência e demanda no setor da construção civil, levando as construtoras a optarem por sistemas mais econômicos, aperfeiçoados e rápidos de serem executados. Com essas novas exigências as empreiteiras tiveram que buscar maneiras de atender esses novos requisitos (BORGES, 2012).

A alvenaria estrutural é o processo construtivo onde as paredes, além de fazerem a vedação, tem a função de elemento portante da estrutura, recebendo os carregamentos e transmitindo-os para a fundação. O seu dimensionamento é feito através de um método racional e normatizado, preconizado pelas NBR 15812-1- Alvenaria estrutural -Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos (2011) e NBR 15961-1- Alvenaria Estrutural-Blocos de Concreto Parte 1: Projeto (2011).

Como não possui pilares e vigas, a quantidade de concreto utilizada na obra geralmente é menor, quando comparada com as construções convencionais. Outros insumos também têm sua quantidade reduzida como a madeira, argamassa e armaduras. O processo de uma forma geral produz menos entulho e consegue manter um canteiro de obras “limpo”. Esses são alguns fatores que também favorecem a alvenaria no quesito ambiental, visto que, a construção civil é responsável por uma parcela significativa do lixo produzidos nas cidades. Dessa forma, um modelo no qual essas quantidades podem ser reduzidas e ainda manter as características do projeto,

aliado também a fatores econômicos, torna esse sistema um forte concorrente no mercado (SANTOS, 2015).

Neste sentido, este trabalho se insere na área de projetos de alvenaria estrutural, mais especificamente na área de determinação de custos, com o objetivo de contribuir para a análise do referido sistema, bem como determinação de suas vantagens e desvantagens.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O projeto é uma peça fundamental quando se utiliza o sistema construtivo em alvenaria estrutural. Sua correta elaboração, dando ênfase não só ao produto final, mas em todo o conjunto, elaborando todas as etapas até a finalização da obra, pode ser a chave para o sucesso desse tipo de empreendimento.

No projeto existem três conceitos básicos que o mercado espera que sejam atendidos, viabilidade da construção, planejamento técnico-econômico e controle físico-financeiro (GOLDMAN, 2004). Na elaboração deste trabalho foi possível constatar uma grande quantidade de pesquisas que comprovam que a alvenaria é capaz de atender esses requisitos.

Grande parte dos estudos sobre alvenaria estrutural abordam as vantagens desse sistema em comparação ao modelo convencional. Nesse âmbito, vários estudos de casos podem ser encontrados, como o de Arcari (2005) e Salesse (2012), exemplificando assim os benefícios que ela garante. Há também trabalhos que analisam o seu dimensionamento, outros, proporcionam orientações e advertências para a correta execução e elaboração de um projeto em alvenaria.

Contudo, existe um déficit em algumas áreas de pesquisa, dentre elas pode-se citar a relevância do projeto arquitetônico para a edificação. Pode-se observar a necessidade de provar que a alvenaria estrutural é adequada para qualquer tipo de projeto, porém, poucas pesquisas apresentam resultados sobre a influência da concepção do projeto nos resultados.

Nesse contexto, pode ser destacado o trabalho Benetti (2016), que aborda a interferência das aberturas de portas e janelas no dimensionamento de projetos em alvenaria estrutural.

Sendo assim, a pesquisa do autor serviu de base para a realização desse trabalho. Dessa forma, foi realizado o levantamento de custos dos projetos propostos pelo autor, visando identificar possíveis interferências nos custos do empreendimento.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar se a posição das aberturas de portas e janelas pode influenciar no custo de uma edificação em alvenaria estrutural.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para que esse objetivo fosse alcançado foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Definir dois projetos com características particulares.
- Elaborar o orçamento discriminado dos projetos estudados.
- Identificar quais serviços são os mais alterados em termos de custo em função da posição das aberturas nos projetos.
- Identificar a variação de custo dos insumos nos projetos analisados.
- Construir a curva ABC de serviços.
- Comparar os custos globais para os projetos.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho apresenta o levantamento de custos de um projeto de alvenaria estrutural com oito pavimentos, utilizando duas plantas semelhantes que se diferenciam unicamente no posicionamento das portas e janelas. Foram utilizados dois métodos, o orçamento discriminado e o por etapas. O primeiro foi aplicado aos serviços que apresentavam informações nos projetos para a determinação dos custos, ou seja, alvenaria, graute, armadura, pintura, revestimentos argamassados, revestimentos cerâmicos, esquadrias e vidros. O segundo aplicou-se para os demais serviços, que não apresentavam informações para o desenvolvimento do orçamento detalhado, como fundações, serviços iniciais, instalações elétricas, dentre outros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se o contexto histórico da alvenaria e seus conceitos básicos, classificações e componentes, bem como principais vantagens e desvantagens.

Também são apresentados resultados de outras pesquisas sobre a alvenaria como a de Santos (2013), Balduino (2016) e Kato (2002). Por fim, são apresentados conceitos sobre o processo de orçamentação, que é o enfoque deste trabalho.

### 2.1 HISTÓRIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL

As primeiras obras em alvenaria estrutural foram construídas a milênios e se deram de forma simples e rudimentar, apenas como amontoados de fragmentos de rochas, os quais, eram empilhados usando técnicas empíricas. Em um segundo momento, aproximadamente 4000 A.C., com o início dos trabalhos com a argila, foi possível a produção dos primeiros tijolos que a princípio eram secos ao sol (KALIL, 2013).

Vários povos se destacaram na utilização desse método construtivo, dentre eles os romanos e os egípcios. Estes levantaram monumentos que permanecem até hoje como demonstrações de suas histórias e registros do surgimento da alvenaria. Algumas das obras que mais destacam-se são as pirâmides de Gizé do Egito, a Grande pirâmide, possuindo 147,75 metros de altura. Conta com mais de 2 milhões de blocos que pesavam mais de duas toneladas e meia, o que torna impressionante a sua execução, em função pouca tecnologia disponível na época e da dificuldade de içamento e transporte das peças (BARBOSA, 2004).

A princípio essas obras não tinham significativa concepção estrutural. Isso começou a mudar em aproximadamente 1400 a.C. com o surgimento dos primeiros arcos. O farol de Alexandria (280 a.C.) e o Coliseu (80 d.C) são alguns exemplos, assim como os arcos góticos e a Catedral de Gerona na Espanha (1598), que possuía um vão de 22,3 metros (BARBOSA, 2004).



Uma construção que pode ser considerada um marco na história da alvenaria é o edifício Monadnock, construído na cidade de Chicago, em 1889 a 1891. Possuía 65 metros de altura e 16 pavimentos. Esta obra marcou o ápice e o declínio da utilização da alvenaria estrutural, pois, neste período também houve um grande avanço na siderurgia e o início da utilização do concreto armado. Isso fez com que a alvenaria entrasse em desuso (CAMPOS, 2013).

No Brasil, o emprego da alvenaria iniciou-se junto com a chegada dos portugueses, porém, nessas obras eram utilizados tijolos de barro e pedras. O emprego de blocos estruturais demorou para acontecer. Foi apenas em 1966 na cidade de São Paulo que o primeiro edifício de múltiplos pavimentos foi construído. Ele contava com quatro pavimentos e foram utilizados blocos de concreto em sua execução. Posteriormente foram construídos outros dois prédios, um com 12 pavimentos na cidade de São Paulo e outro com 16 na cidade de São José dos Campos (RAMALHO; CORREIA, 2003).

Com o aprimoramento da técnica surgiram normas que regulamentam a execução e os materiais que devem ser utilizados. Dentre elas destacam-se nacionalmente a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As mais utilizadas durante a elaboração de um projeto são a NBR 10837 - Cálculo de Alvenaria Estrutural de blocos Vazados de Concreto (1989) que posteriormente foi substituída pela NBR 15961-1 – Alvenaria Estrutural-Blocos de Concreto Parte 1: Projeto (2011).

A alvenaria estrutural é o processo construtivo onde as paredes, além de fazerem a vedação, tem a função de elemento portante da estrutura recebendo os carregamentos e transmitindo-os para a fundação. É composta por paredes de blocos e lajes enrijecedoras, que fazem o papel estrutural da edificação. Em construções com esse sistema não são executados pilares ou vigas (RAUBER, 2005).

## 2.2 Classificação das Alvenarias

Podem ser discriminadas quatro categorias para o sistema construtivo em alvenaria estrutural: não armada, armada, mista e protendida. A primeira comumente utilizada em estruturas de pequeno porte (residências e prédios até oito pavimentos) (KALIL, 2013).

Para construções com 20 pavimentos ou mais deve-se optar pela alvenaria armada. Nela utilizam-se as forças de tração para dimensionar e posicionar as armaduras, que são fixadas nos blocos com a utilização do graute. O método de cálculo segue as mesmas normas da não armada (KALIL, 2013).

Tem-se também a alvenaria estrutural protendida, que não é muito utilizada no Brasil e ainda não possui normas no país. Segundo Parsekian (2002), esse método é requerido quando se tratam de paredes que recebem esforços laterais, como em murros de arrimo, caixas de água, silos entre outros. Porém, o elevado custo da técnica pode tornar a obra inviável.

Por último, as estruturas mistas, são executadas combinando dois ou mais sistemas construtivos. Este método é mais comum em pequenas obras, pois, em grandes edifícios pode tornar-se arriscado optar por essa associação, visto que, possui várias limitações e devem ser adotados cuidados especiais durante o projeto e execução. Em caso de reformas ou ampliações, deve-se ter cautela ao retirar algum elemento, pois, pode ocasionar o colapso da estrutura (KALIL, 2013).

### 2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA ESTRUTURAL

No Brasil esse sistema não é tão valorizado como em outros países. Isto se deve ao preconceito em relação a alvenaria, associando ela a habitações populares, ou ainda, pressupondo que ela não tem potencial para utilização em edificações de vários pavimentos. Também pode ser destacado o “mito da inflexibilidade arquitetônica”, no qual a alvenaria se adequa melhor a obras de pequeno porte e geometria simples, fazendo com que a aceitação do modelo se torne difícil no país (ROSSO, 1994 apud RAUBER 2005).

A alvenaria apresenta alguns fatores que favorecem a sua escolha, dentre eles estão a simplificação dos procedimentos de execução, menor número de etapas, pequena diversidade de materiais e mão de obra, além da facilidade de treinamento dos funcionários. Também vale destacar que reduz as interferências, uma vez que, proporciona a facilidade de compatibilização com outros projetos e sua integração com outros subsistemas (ROMAN; PARIZOTTO FILHO, 2006).

Como foi mencionado, o sistema possui uma quantidade menor de etapas, isso pode ser analisado ao comparar com edificações convencionais (pilares e vigas), que exigem setores como carpintaria que demanda um tempo considerável durante a execução da obra, além de causar patologias graves durante concretagem quando não executada de maneira correta. Já a alvenaria, não é suscetível a nenhuma dessas patologias, uma vez que, ela está isenta de fôrmas ou escoramentos (KATO, 2002).

O fato de a estrutura ser executada juntamente com as paredes favorece a redução do uso de concreto, aço e fôrmas, colaborando para a racionalização da obra, evitando desperdícios e propiciando a organização e limpeza do canteiro (ARCARI, 2005).

Essa redução é interessante, devido os benefícios ambientais que ela acarreta. A construção civil tem uma grande participação na produção nacional de lixo e entulho, segundo a Associação Brasileira Para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON). Cerca de 40 a 70 % do lixo sólido produzido nas cidades é proveniente dessa indústria. Logo, um processo que reduz os resíduos é preferível tanto ambientalmente quando economicamente.

Outros benefícios podem ser citados, como a simplificação nas instalações elétricas e hidrossanitárias, viabilidade de utilização de lajes e escadas pré-moldadas, além de redução dos custos com acabamento e revestimento, uma vez que, o processo exige que as paredes estejam alinhadas e aprumadas. A agilidade e produtividade que se tem em uma obra de alvenaria é significativamente superior as obras convencionais. No entanto, para obter-se todas as vantagens citadas, necessita-se de uma equipe que saiba executar o processo corretamente, o que é difícil de encontrar. Dessa forma, se torna frequente a necessidade de treinamento de mão de obra. O material utilizado também deve ser de qualidade, principalmente quando for necessária a utilização de blocos cerâmicos. Estes são mais baratos e possuem melhor conforto térmico que o concreto, mas torna-se difícil encontrar fornecedores em todas as regiões (ARCARI, 2005).

Fatores relevantes que devem ser considerados antes de trabalhar com esse sistema, ou seja, suas desvantagens são a dificuldade de improvisação, alterações não planejadas no projeto e limitações para grandes vãos e áreas em balanço. Com exceção da limitação de vãos os outros dois fatores podem ser contornados com um bom planejamento e incremento da logística (ROMAN; FILHO, PARIZOTTO, 2006).

## 2.4 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Os principais materiais utilizados na alvenaria estrutural são os blocos, argamassa, graute e armaduras. Esses materiais são utilizados para a execução dos elementos estruturais da edificação (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

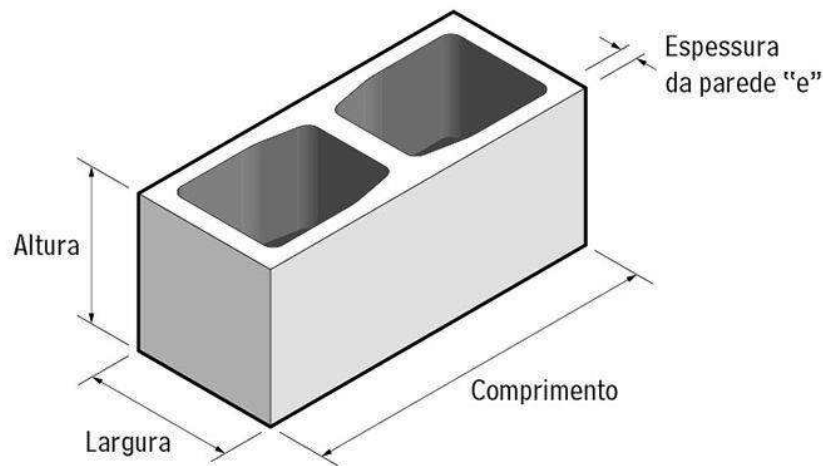
### 2.4.1 Blocos

Os blocos utilizados na construção civil podem ser classificados em duas categorias, vedação ou estrutural. Neste sistema os blocos não são acomodados da mesma forma que na alvenaria comum. São criadas sequências denominadas de modulação. Ela busca a perfeita amarração da estrutura e deve ser seguida seriamente durante a execução. Os blocos podem ser de concreto como especifica a NBR 6136 (2014) ou cerâmico NBR 15270-2 (2005).

Os blocos utilizados devem ser modulados, ou seja, as suas peças devem ser múltiplas do módulo do bloco. Devem também fazer parte de uma família, conjuntos de blocos que interagem entre si e com outros elementos estruturais. Eles são designados segundos suas dimensões: bloco inteiro (predominante), meio bloco, blocos L (Amarração), blocos T (encontro de parede), blocos compensadores A e B (para eventuais ajustes na modulação) e o tipo canaleta (usados nas execuções de vergas, contravergas e cintras) NBR 6136 (2014).

#### 2.4.1.1. Blocos de Concreto

Para blocos de concreto devem ser utilizados os critérios estabelecidos pela NBR 6136-Blocos Vazados de Concreto Simples para a Alvenaria-Requisitos (ABNT, 2014). Blocos vazados são aqueles em que a área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta do bloco (Figura 1). A área bruta é a dimensão total do bloco, e a líquida é descontada a área vazia.



**Figura 1- Bloco vazado de concreto.**

**Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2014).**

Os blocos são classificados da seguinte forma pela NBR 6136 (2014):

Classe A- Com função estrutural, uso abaixo ou acima do nível do solo.

Classe B- Com função estrutural, uso apenas acima do nível do solo.

Classe C- Com função estrutural, uso apenas acima do nível do solo. (Blocos designados M10 devem ser usados em edificações com apenas 1 pavimento e M12,5 até 2 pavimentos e M15 e M20 para edificações maiores)

Classe D- Sem função estrutural, para uso acima do nível do solo.

Segundo a norma, os blocos devem ser fabricados e curados visando um material homogêneo e compacto. Os materiais constituintes devem ser cimento Portland, água, agregados e aditivos se necessário. Os lotes devem possuir identificação, ser transportado e manuseado com cautela para evitar danos a peça. Não devem ser utilizados blocos trincados ou rachados.

O Quadro 1 apresenta as dimensões reais dos blocos de cada família. As modulações são feitas de acordo com a NBR 6136 (2014). As tolerâncias aceitáveis nas dimensões são  $\pm 2$  mm na largura e  $\pm 3$  mm no comprimento e altura. É importante que os blocos estejam dentro dos padrões estipulados pela norma, pois, a modulação é feita utilizando estes valores.

Família de Blocos											
Designação	Nominal	20	15		12,5			10			7,5
	Módulo	M-20	M-15		M-12,5			M-10			M-7,5
	Amarração	1/2	1/2		1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2
	Linha	20X40	15X40	15X30	12,5X40	12,5X25	12,5X37,5	10X40	10X30	10X30	7,5X40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	90	-	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90	-
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	-	40

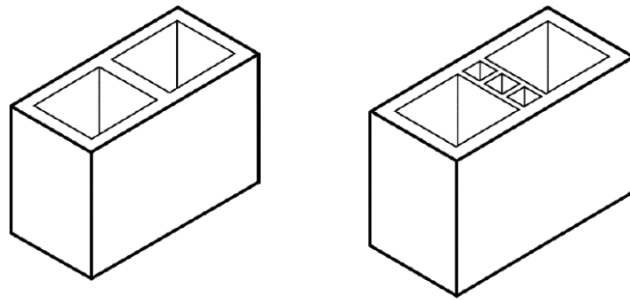
**Quadro 1 - Dimensões reais das famílias.**

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2014)

Como pode-se observar no quadro 1 tem-se oito tipos de blocos diferentes para cada família, isso facilita a modulação das paredes ao passo que melhora a qualidade das paredes executadas, visto que, não existe a necessidade de quebrar blocos.

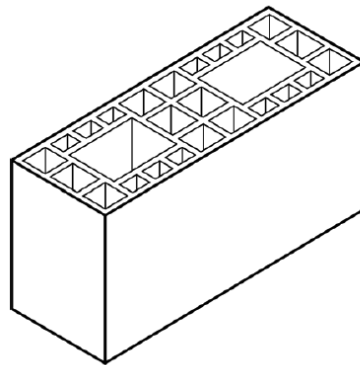
#### 2.4.1.2 Blocos Cerâmicos

Diferentemente dos blocos de concreto, o cerâmico tem vários modelos como pode ser observado nas Figuras 2, 3 e 4. Estes são os blocos, cerâmicos estruturais de paredes maciças, paredes maciças com internas vazadas, bloco de paredes vazadas e o perfurado, de acordo com a NBR 15270-2 (ABNT, 2005).



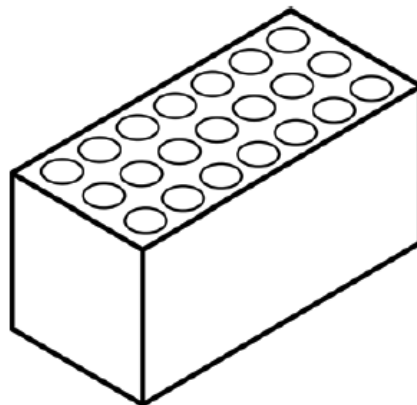
**Figura 2- A esquerda tem-se o bloco cerâmico com parede maciça e na direita tem-se o mesmo bloco com paredes internas vazadas.**

**Fonte: NBR 15270-2. (ABNT, 2005)**



**Figura 3-Bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas.**

**Fonte: NBR 15270-2. (ABNT, 2005)**



**Figura 4-Bloco cerâmico estrutural perfurado.**

**Fonte: NBR 15270-2. (ABNT, 2005)**

Os blocos das Figuras 2 e 3 podem ser utilizados para qualquer tipo de estrutura. Já o bloco perfurado pode ser utilizado apenas em alvenaria não armada.

Como pode observar-se na Figura 4, não seria viável a distribuição das armaduras nem a colocação do graute (NBR 15270-2, 2005).

A fabricação das unidades ocorre através da conformação plástica, a argila é queimada a elevadas temperaturas. Devem conter no bloco cerâmico, identificação do fabricante com o nome da empresa, dimensões, código de rastreamento e identificação de peça estrutural. Deve apresentar sempre boa qualidade, ou seja, não apresentar deformações que impeçam a sua utilização NBR 15270-2 (2005).

O Quadro 2 apresenta as dimensões que os blocos devem ter. É importante que esses valores se mantenham dentro dos limites aceitáveis para que não haja prejuízos na modulação.

Dimensões LxHxC	Dimensões de Fabricação em cm					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento ©			
			Bloco Principal	Meio Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (5/4)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14		19	29	14	-
(3/2)M x (2)M x (4)M		39		19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

**Quadro 2 - Dimensões de fabricação dos blocos de cerâmica estrutural.**

**Fonte: NBR 15270-2. (ABNT, 2005)**

A norma permite uma discrepância de  $\pm 5$  mm para peça isolada relacionada a dimensão efetiva e  $\pm 3$  mm para a média das dimensões efetivas. Outra dimensão que deve ser atendida é a espessura das paredes do bloco, sendo que paredes maciças devem ter pelo menos 20 mm e paredes vazadas devem ter pelo menos 8 mm nas paredes externas e 7 nos septos (parte interna). Além disso, a resistência característica a compressão ( $f_{bk}$ ) dos blocos cerâmicos estruturais deve ser considerada a partir de 4,5 MPa, referida a área bruta (NBR 15270-2, 2005).



### 2.4.2 Argamassa

A argamassa de assentamento possui algumas funções básicas, dentre elas absorver pequenas deformações, solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar tensões, vedação evitando a entrada de vento e água. Ela é composta geralmente de areia, cimento, cal e água além de apresentar boa trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade para desempenhar sua função (RAMALHO; CORREIA, 2003).

A argamassa deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR 13281(2005). Com relação à resistência à compressão deve ser atendido um valor máximo limitado a 0,7 da resistência característica do bloco ( $f_{ck}$ ), referida a área líquida. Segundo Ramalho & Correia (2003) a resistência da argamassa não é significativa para a resistência à compressão final da parede. O importante é a plasticidade e a distribuição das tensões que a argamassa proporcionará.

Segundo a NBR 15961-2 (2011), a argamassa deve possuir um coeficiente de variação inferior a 20%. Deve ser armazenada em um recipiente de plástico ou metal, que garanta a estanqueidade, e consumida em um período máximo de 2h30min. A mistura deve ser realizada com um misturador, sendo que a realização manual é proibida. Deve-se também evitar a segregação da argamassa durante o transporte e caso necessário remisturar manualmente.

### 2.4.3 Graute

O graute é uma composição de cimentícios e água, e pode ou não conter agregados de pequena dimensão, além de possuir uma consistência fluída (PRUDÊNCIO JUNIOR; OLIVEIRA; BEDIN, 2002).

Comumente é utilizado para preenchimento de blocos vazados, com a finalidade de propiciar o aumento da seção transversal das unidades, ou ainda, realizar a solidarização dos blocos com as armaduras que serão posicionadas em seus vazios. A interação entre esses três componentes (bloco, graute e armadura)

deve ser monolítica e análoga ao comportamento do concreto armado (RAMALHO; CORREIA, 2003).

A resistência do graute deve ser de no mínimo 15 Mpa, segundo a NBR 15961-1 (2011). A produção deve ser feita de modo a garantir que a resistência seja preservada. Caso seja utilizada cal, esta não deve exceder 10% do volume utilizado de cimento. A dimensão máxima do agregado depende do cobrimento mínimo da armadura, sendo 10 mm (para 15 mm de cobrimento) ou 20 mm (para 25 mm). Os agregados não devem ter dimensão superior a 1/3 do menor vazado (furo) a ser preenchido. Assim como a argamassa, deve ser utilizado em um prazo de 2h30min após a colocação da água, além de ser misturado mecanicamente.

#### 2.4.4 Aço

O aço é uma liga metálica formada principalmente por ferro e pequenas quantidades de carbono, que podem variar de 0,008% a 2,14% de participação de carbono, conferindo assim maior ductibilidade ao material (CALLISTER, 2008).

As armaduras utilizadas são as mesmas do concreto armado e tem suas especificações determinadas pela NBR 7480 (2007). Elas devem estar completamente envolvidas pelo graute, para que ele faça a união com as unidades de blocos. Devem ser isentas de defeitos tais como esfoliação, manchas de óleo, redução da seção, corrosão e fissuras transversais.

Ainda segundo a NBR 7480 (2007) são consideradas como barras os produtos com diâmetro nominal de 6,3 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação quente sem processo posterior de deformação mecânica e para efeitos de cálculo a massa específica do aço é de 7850 kg/m<sup>3</sup>.

## 2.5 PESQUISAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Embora esse sistema não seja amplamente difundido no mercado brasileiro é possível encontrar um portfólio significativo de trabalhos acadêmicos. Dentre eles vários temas são abordados, desde peculiaridades dos projetos arquitetônicos, até influência de recalque e projeto de fundações para obras em alvenaria.

Um tema abordado por Melhado & Violani (1992) trata do descaso da etapa de planejamento da obra, pois, se torna difícil separar nitidamente a elaboração do projeto e a execução, fazendo com que muitas decisões tenham que ser tomadas durante o seu curso.

Outro ponto que é comumente abordado é a importância do projeto arquitetônico e o impacto que ele pode causar na obra. Ele é o ponto de partida de qualquer empreendimento, assim como todos os projetos complementares dependem diretamente dele, ou seja, qualquer falha acarretará em patologias nos demais projetos. Dessa maneira, antes de iniciar a sua elaboração deve-se conhecer o sistema estrutural utilizado, além de buscar atender todas as expectativas e necessidades dos usuários (RAUBER, 2005).

Uma observação que pode ser feita em relação ao projeto em alvenaria estrutural é quanto a sua flexibilidade, principalmente ao abordar empreendimentos que contenham pavimentos tipos diferentes, visto que, o processo exige a repetição das paredes, o que se tornaria uma limitação estrutural para a alvenaria (SPINA, 2016).

O projeto arquitetônico não deve visar só as questões estéticas, mas também seu desempenho como ambiente construído, analisando também os projetos complementares que serão implementados nele. Dessa forma, a interação entre os projetos e o total conhecimento dos sistemas são imprescindíveis (RIBEIRO, 2010).

De acordo com Micheviz, Santos & Teixeira (2011) blocos de concreto com agregados leves geram mais agilidade na execução, maior praticidade e eficiência no transporte, melhorias no conforto térmico e acústico, além de redução no peso próprio da edificação. Eles verificaram que com a substituição total da brita 0 por argila expandida e 8,77% da areia média fina por vermiculita expandida é suficiente para atender a resistência mecânica a compressão de 4,5 Mpa, além de reduzir em até 33,6 % a massa específica do bloco.

É interessante também, verificar o grau de satisfação das empresas atuantes no mercado em relação aos projetos que lhes são apresentados. Segundo a pesquisa realizada por Oliveira (2006) no estado de São Paulo, os esquemas propostos têm atendido medianamente as expectativas das construtoras, mas existem alguns pontos críticos que devem ser melhorados com rapidez.

Já ficou nítida a importância do projeto na execução da alvenaria, no entanto as empresas continuam a apresentar apenas a forma final do edifício, deixando de lado as sucessões de etapas da produção, ou seja, elas retratam apenas um projeto do produto, deixando as especificações da construção defasada (HELENA JÚNIOR, 2012).

Analisar o tipo de fundação que melhor se adapta a esse sistema construtivo é interessante para evitar possíveis patologias, pois, os carregamentos chegam às fundações distribuídos ao longo de todas as paredes. Logo, é necessária a construção de uma fundação secundária (como vigas baldrame) que servirão para transferir os carregamentos para os blocos. Como essas vigas receberão todo o carregamento da estrutura, é possível que as deformações sejam maiores, sendo a alvenaria um sistema significativamente rígido, flechas muito grandes acarretariam em danos a edificação, prejudicando a sua utilização ou até sua estrutura (BORGES, 2012).

Um comportamento intrínseco desse sistema é o efeito de arco, onde, o carregamento em paredes tende a se uniformizar ao longo de seu comprimento, seguindo um modelo de arco. Esse carregamento segue para os apoios com blocos e estacas (para fundações profundas), que são os pontos de maior rigidez. A fundação mais indicada para atenuar esse problema, segundo o estudo analisado, seria a sapata corrida, em segunda opção tem-se também os radiers, pois, é conveniente evitar recalques diferenciais nessas edificações (BORGES, 2012).

Há também trabalhos como o de Machado (2014) que estabelecem diretrizes para os projetos de alvenaria, como por exemplo, os blocos da “família 29” se adequarem melhor as modulações do que os da “família 39”. Outro fator pode ser apresentado são os benefícios do bloco cerâmico no quesito produção. Segundo o autor, deve-se também fazer um bom detalhamento dos projetos, para que não haja dúvida na hora da produção.

Pesquisas como a de Reboredo (2011), que comentam o dimensionamento dos edifícios em alvenaria estrutural segundo a norma NBR 15961-1 (2011), são interessantes pelo fato do documento ter se atualizado recentemente e muitas

bibliografias e softwares ainda não se enquadraram aos novos parâmetros estipulados. Outra pesquisa que aborda a mesma temática é o trabalho de Barbosa (2011).

Pode-se observar uma vasta área de pesquisa no campo da alvenaria estrutural, que engloba todas as etapas do projeto construtivo, desde o seu dimensionamento, os materiais utilizados, até o processo de fabricação e critérios que possam influenciar na produtividade. Devido ao seu recente avanço tecnológico é de extrema importância a realização de pesquisas para a evolução do método construtivo.

## 2.6 CUSTOS DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria tende a ser mais econômica do que prédios convencionais, principalmente pelo fato de ser executada juntamente com a estrutura do edifício, tendo assim redução de custos com revestimento, fôrmas e concreto. Além da maior agilidade e rapidez durante sua execução (SILVA et al., 2004 Apud ANTUNES, 2009).

Algumas pesquisas também abordam a questão social e uso da alvenaria em projetos de habitações populares, apontando quais seriam as vantagens e desvantagens desse método nesses empreendimentos. Segundo Arcari (2005), que fez o levantamento de custos do mesmo empreendimento para o método convencional e para a alvenaria, foi possível verificar que esta custou 7,35 % a menos em relação a estrutura de pilares. A agilidade do sistema também se tornou evidente, sendo executada aproximadamente oito semanas antes do método tradicional.

Comumente encontra-se comparação entre os dois modelos, destacando principalmente as vantagens de utilização da alvenaria, os critérios mais recorrentes são o tempo de execução, economia de materiais e preço final da obra.

Analisando cada etapa das construções, observa-se várias diferenças entre a alvenaria estrutural e sistemas convencionais. Mesmo sendo mais rígida e gerando menores momentos na fundação, a alvenaria tem um custo final próximo ao outro modelo, não existindo assim diferença significativa para o valor da fundação. O benefício se torna evidente no custo do pavimento. Embora a alvenaria estrutural tenha um custo maior em relação a de vedação, o valor total do piso em pilares e vigas

é 26% mais elevado. A agilidade na execução também é um fator importante, reduzindo em até dois meses, ou seja, 38 % a menos do tempo necessário para a construção de estrutura e vedação. O preço final da obra em alvenaria pode chegar a uma redução de 19,2 %, comprovando assim seu benefício econômico (ARCARI, 2005).

Já segundo Salesse (2012), por não necessitar de blocos de coroamento, a alvenaria pode ter uma economia de até 16%, em relação a sua infraestrutura, em comparação com sistemas convencionais. Em sua pesquisa ela analisa uma construção residencial de quatro pavimentos localizada no bairro Jardim Pancera, no município de Toledo Paraná. Nota-se que a economia da alvenaria para a parte estrutural chega a 71%, valor relativamente alto quanto comparado aos outros autores. Porém, essa diferença pode ser explicada pela localização da obra e pelos valores obtidos com materiais, equipamentos e mão de obra.

Analisando também o empreendimento Piazza Maggiore, um edifício residencial de seis pavimentos com quatro apartamentos por andar, localizado no bairro Pilarzinho na cidade de Curitiba-PR, obteve-se uma redução de custos para o modelo em alvenaria de 8,01% (PILOTTO; VALLE, 2011). Analisando outras onze obras realizadas na região metropolitana de Curitiba obteve-se uma redução de 16% dos custos totais para a alvenaria, (HIRT; MARANGONI, 2013).

Outro estudo de caso, realizado em Ouro Preto-MG, analisa uma edificação residencial com um pavimento de garagem e quatro pavimentos tipos, onde também foi obtido uma redução de custos de 16,69% (BALDUINO, 2016).

Uma abordagem diferente é apresentada por Kato (2002), que explana sobre a teoria da construção enxuta e analisa se o processo construtivo da alvenaria se enquadra nos padrões dessa teoria. Segundo o autor, a pacotização da estrutura e alvenaria de vedação em uma só etapa, facilidade a incorporação de peças pré-moldadas, maior racionalização, além da exigência de um melhor planejamento e coordenação. Contribuindo para a confirmação de que o sistema se enquadra teoricamente na teoria enxuta. No entanto a análise prática, ambos os métodos deixaram a desejar, segundo o autor.

Para Michels & Araújo (2016) a alvenaria estrutural chega a ser 17% mais econômica quando se utiliza blocos de concreto e 14% quando as unidades são cerâmicas. Para os autores, o grande diferencial são os gastos com fôrmas, aço, escoramentos, graute e cimento.

Análises comparativas entre a alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local, mostram que a diferença entre os modelos é de 1,8% melhor para o segundo sistema, ou seja, não há diferença significativa em relação a custos (SANTOS, 2013).

Também são analisadas as vantagens da alvenaria em relação a sistemas pré-moldados de concreto, levando em consideração os custos dos serviços de terraplanagem, fundação e estrutura do empreendimento. Neste sentido, a alvenaria se torna de 39% a 41% mais econômica. No entanto, há alguns prejuízos em relação a flexibilidade da estrutura, pois, as paredes das edificações não podem mais ser removidas ou remanejadas (ALVES, 2014).

Em outra pesquisa é apresentada uma comparação com o modelo estrutural *Light Steel Frame*, sistema construtivo estruturado em aço galvanizado. Analisando a aplicação desse modelo e da alvenaria estrutural para conjuntos habitacionais percebe-se que não há diferença significativa entre os mesmos, tanto no tempo de execução quanto nos custos diretos, que são de cerca de 7% mais elevados para a alvenaria (KLEIN; MARONEZI, 2013).

Outro estudo de caso, realizado em Santa Catarina, obteve uma redução dos custos finais de 12% ao utilizar blocos de concreto, para uma edificação com quatro pavimentos. Como nessa região comumente são usadas peças cerâmicos seria possível que os valores fossem maiores se tivessem optado por esse tipo de unidade (JACOBY; PELISSER, 2015).

Além de comparações entre outros sistemas, discriminações entre materiais, também são realizadas análises de custo entre os blocos cerâmicos e de concreto. Por exemplo, leva em consideração os custos necessários por metro quadrado de alvenaria e a produtividade em obra. Nas pesquisas pode-se obter uma porcentagem de tempo gasto com atividades improdutivas para blocos cerâmicos de 19,4% e de 33,5% para os de concreto. Em relação ao metro quadrado, o bloco de concreto tem um custo 13% superior. Isso explica-se pela quantidade de blocos e argamassa utilizada, somando também ao fato da unidade de concreto ser 41% mais cara que a cerâmica (POYASTRO, 2008).

Outro estudo de caso da cidade de Cuiabá-MT constatou uma redução de 49,4% nos revestimentos para alvenaria estrutural em comparação com a convencional. No entanto houve um aumento para o valor da fundação de 29,14% visto que o número de tubulões passou de 26 para 44 (NUNES; JUNGES, 2008).

## 2.7 ORÇAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO

Segundo Mattos (2006) o custo da obra pode ser obtido pela orçamentação. Esta trata-se de uma estimativa, pois, o valor final depende de vários fatores que nem sempre podem ser contabilizados. A técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de uma série e itens. O processo deve ser feito de forma minuciosa para evitar lacunas e valores irreais. Para empresas que participam de licitações o orçamento se torna uma peça fundamental, pois, todos os custos da obra devem ser atendidos e a empresa participante deve ainda garantir uma margem de lucro adequada.

Podem existir ainda três tipos de orçamentos segundo González (2008).

- Orçamento Paramétrico: É uma forma de levantamento mais rápida, baseia-se em uma concepção da obra ou em um anteprojeto, podem utilizar ainda parâmetros como área ou volume construídos.
- Orçamento para registro da incorporação em condomínio (NBR 12721, 2006): Utiliza como base o CUB (Custo Unitário Básico) e através de ponderações se adequa ao empreendimento realizado, quando há a necessidade de detalhamento dos custos para registros em cartório esse método deve ser utilizado.
- Orçamento discriminado: É o mais detalhado dos orçamentos, nele deve conter uma relação extensa dos serviços a serem executados, os preços unitários desses serviços são obtidos por composições de custos referentes a mão de obra, equipamentos e materiais.

### 2.7.1 Orçamento Discriminado

De uma maneira genérica os orçamentos são subdivididos em serviços ou grupo de serviços, para simplificar os custos parciais, não existe uma única maneira correta de elaborar um orçamento, pois, isso depende da precisão e detalhamento demandada no projeto. Lembrando também, os valores de referência (livros, software)



talvez não represente com total certeza os valores reais disponíveis (GONZÁLEZ, 2008).

Os custos que se tem em uma obra podem ser classificados da seguinte maneira (LIMMER, 2012, p.87):

- Custos diretos: Gastos com insumo mão de obra, materiais, equipamentos e meios, que se incorporam ou não ao produto.
- Custos indiretos: Gastos com elementos coadjuvantes necessários para a elaboração do produto ou de gastos de difícil alocação, sendo dessa forma diluídos por certos grupos de atividades ou mesmo pelo projeto todo.
- Custos fixos: São os que não variam significativamente para uma dada faixa de produção, como por exemplo, materiais e pessoal da administração empresarial do projeto, depreciação dos equipamentos de construção entre outros.
- Custos variáveis: Eles têm uma variação proporcional e direta em função da quantidade ou da dimensão dos produtos produzidos. Alguns exemplos são os materiais consumidos, mão de obra de todos os setores e os encargos sociais dos operários envolvidos, auxiliares de projeto como, por exemplo, transporte interno.
- Custos semivariáveis: Eles variam com a quantidade produzida, porém, não de maneira proporcional. Esse custo tem as características de custos fixos e variáveis, sendo assim o tipo mais encontrável em projetos de construção.
- Custos totais: São os valores finais, constituídos somando as parcelas fixas, variáveis e semivariáveis.

A aproximação se torna o diferencial de um orçamento. Premeditar o máximo de incógnitas possíveis faz com que o valor final seja o mais semelhante ao estimado. Levando em conta sempre as especificidades dos empreendimentos como critérios de localização, clima, transporte e outros fatores que possam agregar significativamente no valor final da construção (MATTOS, 2006).

As partes de um orçamento podem ser divididas em estudos dos condicionantes, no qual é analisado o projeto que será executado e suas particularidades, em seguida são feitos os levantamentos de custos, ou quantificação (insumos, serviços e equipamentos), onde os materiais são facilmente quantificados,

porém, a mão de obra e os equipamentos varia de acordo com a produtividades e as condições do meio (LIMMER, 2012).

#### 2.7.1.1 Estudo das Condicionantes

Para iniciar o levantamento de um quantitativo é necessário ter o projeto que será executado, assim como, suas demais informações técnicas (MATTOS, 2006).

- Plantas- Arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, fôrmas entre outros.
- Cortes, vistas e perspectivas do projeto, facilitando a identificação dos detalhes.
- Perfis de sondagens e demais dados topográficos extraídos do local onde a edificação será instalada.
- Detalhamento de armaduras e quadros de especificações elétricas.

É necessário elaborar as especificações técnicas, documentos que abordam a natureza qualitativa e quantitativa dos métodos utilizados. Devem conter de forma clara, organizada e completa os materiais e detalhes do procedimento a ser executado (GONZÁLEZ, 2008):

- Descrição dos materiais – Cerâmica, marca, tamanho, cor, forma etc.
- Padrão de acabamentos – Espessura do revestimento ou produto impermeabilizante.
- Tolerâncias aceitáveis.
- Critérios de aceitação de materiais.
- Traço exigido da argamassa.
- Resistência mínima do concreto.
- Granulometria dos agregados.
- Condição de armazenamento dos insumos.

### 2.7.1.2 Composição dos Custos

Levando em consideração todos os fatores abordados anteriormente nesta etapa, deve ser elaborada a discriminação dos custos diretos e indiretos da obra. Detalhadamente deve-se realizar a cotação do preço dos insumos, utilizando valores de mercado atualizados. Juntamente com o valor dos materiais deve-se levantar o valor gasto com encargos sociais e trabalhistas, pagamento pelas horas de trabalho, impostos, benefícios e direitos que são de responsabilidade do empregador (LIMMER, 2012).

### 2.7.1.3 Fechamento do Orçamento

Após a execução dos quantitativos é necessário realizar o cálculo do lucro estimado no empreendimento, destacando fatores como a concorrência de mercado, interesse em conquistar a obra, risco do empreendimento entre outros. A magnitude da lucratividade pode ser classificada em por Mattos (2006) em três grupos.

- A magnitude baixa é um dos piores casos, fatores que comumente são os responsáveis – Ampla concorrência, recessão da economia, novos mercados e clientes ou possibilidade de novos serviços.
- Já a normal compensa a atividade empresarial em padrões médios, garantindo retorno dos investimentos e ganhos coerentes com a sua área de atuação no mercado.
- Enquanto a alta apresenta pouca concorrência, projetos incompletos e empreendimentos de alto risco.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo estão descritos os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do trabalho. Primeiramente abordou-se o tipo de pesquisa realizada, destacando suas etapas. Em seguida apresenta-se uma descrição de cada uma das etapas.

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa realizada pode ser simplificada pelo esquema demonstrado na Figura 5.

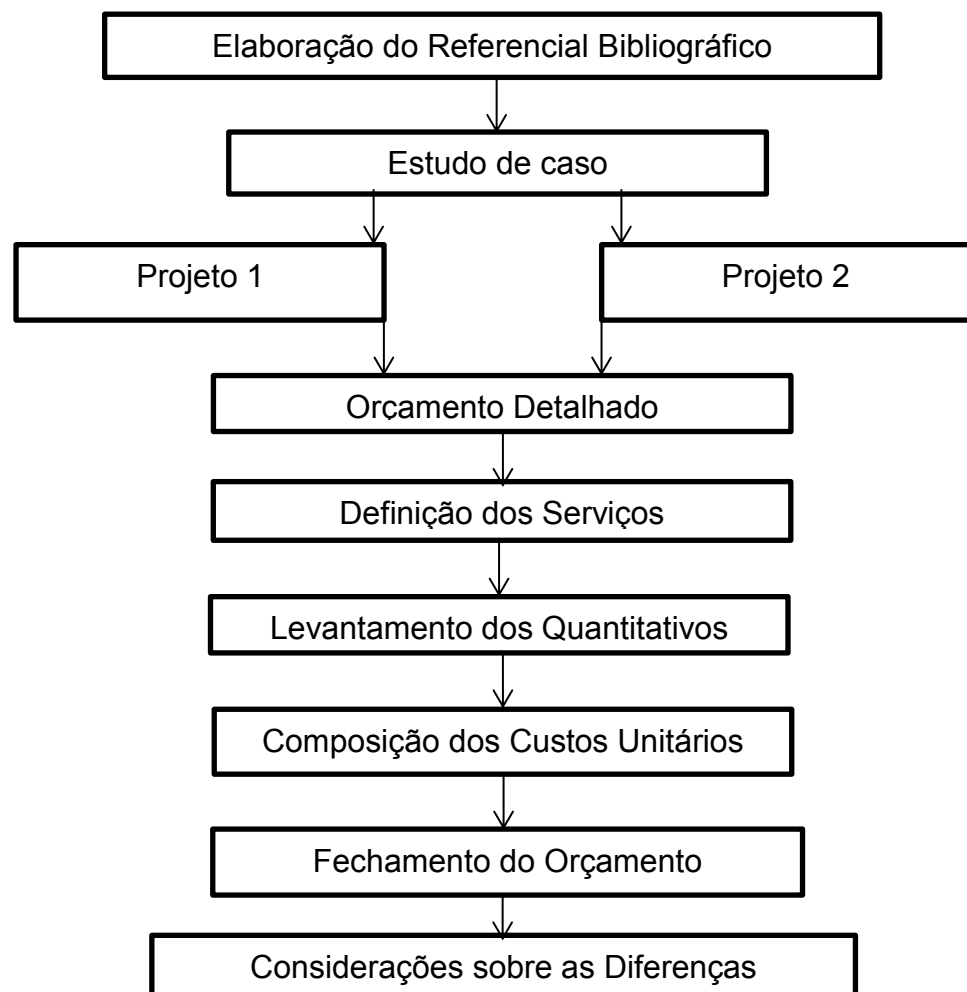


Figura 5: Fluxograma mostrando as etapas da pesquisa.

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa teórica buscando informações sobre a evolução da alvenaria estrutural e sua técnica, além de identificar os principais conceitos envolvidos e reconhecer as tecnologias que são aplicadas nesse sistema construtivo. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o processo de orçamentação, que serviu de base para o desenvolvimento do trabalho.

A segunda etapa deu-se pela realização de um estudo de caso. Esse método enquadra-se em uma abordagem qualitativa, e é comumente utilizado para a coleta de dados na área de estudos organizacionais. Para discutir esse método alguns aspectos foram analisados, ou seja, a natureza da experiência, o fenômeno investigado, o conhecimento alcançado e as chances de generalização de estudo a partir desse método (CESAR; ANTUNES, 2008).

A análise pode ser feita de duas formas. A primeira é estudando apenas um caso, usualmente utilizado quando se quer provar que uma determinada teoria ou quando o caso em questão é peculiar ou extremo para ser comparado a outro. A segunda forma, utiliza-se de múltiplos casos. A principal dificuldade dessa análise é determinar a amostra estudada, visto que em estudos dessa natureza a escolha das amostras não é feita com base em incidência de fenômenos, mas sim no interesse do caso em relação ao fenômeno sob estudo e nas variáveis potencialmente relevantes (CESAR; ANTUNES, 2008).

Considerando a definição de estudo de caso, pode-se dizer que é pertinente a escolha de duas plantas, o projeto 1 e projeto 2, visto que ambas representam de maneira satisfatória o parâmetro que se deseja analisar, ou seja, a influência da posição das aberturas no consumo final dos insumos.

Desta forma, a seguir são apresentadas as etapas para elaboração desta pesquisa.

## 3.2 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado neste trabalho refere-se a uma análise orçamentária de projetos em alvenaria estrutural. A proposta tem como premissa o trabalho desenvolvido por Benetti (2016), que realizou um estudo com o objetivo de verificar se o posicionamento das aberturas poderia influenciar no dimensionamento de projetos em alvenaria estrutural.

Para isso, o autor elaborou um projeto arquitetônico para alvenaria estrutural, e com base neste projeto desenvolveu duas situações, variando apenas a posição das aberturas de portas e janelas.

Com isso conseguiu mostrar a interferência das aberturas no dimensionamento, e sua influência na resistência dos blocos e argamassa, a quantidade de aço e graute utilizada.

Ao término de seu trabalho foi sugerido que futuros trabalhos analisassem a viabilidade econômica do projeto por ele apresentado. Dessa forma, o presente trabalho vem como uma complementação ao trabalho de Benetti (2016).

### 3.2.1 Características Da Edificação

Os projetos utilizados para análise neste trabalho referem-se a edifícios residenciais de oito pavimentos projetados por Benetti (2016), para a cidade de Toledo - PR.

Cada edifício possui área total de 1587,04m<sup>2</sup>, com 198,38m<sup>2</sup> em cada pavimento. Possuem dois apartamentos de 87,0 m<sup>2</sup> e área comum de 24,36m<sup>2</sup>.

O dimensionamento foi realizado considerando o uso de blocos cerâmicos da família 29.

Em sua pesquisa, Benetti (2016) propôs dois projetos com as seguintes denominações:

- Planta 1: Disposição da maioria das aberturas no sentido X, como pode ser observado na Figura 6.

- Planta 2: Disposição de aberturas distribuídas uniformemente entre os eixos X e Y, como pode ser observado na Figura 7.

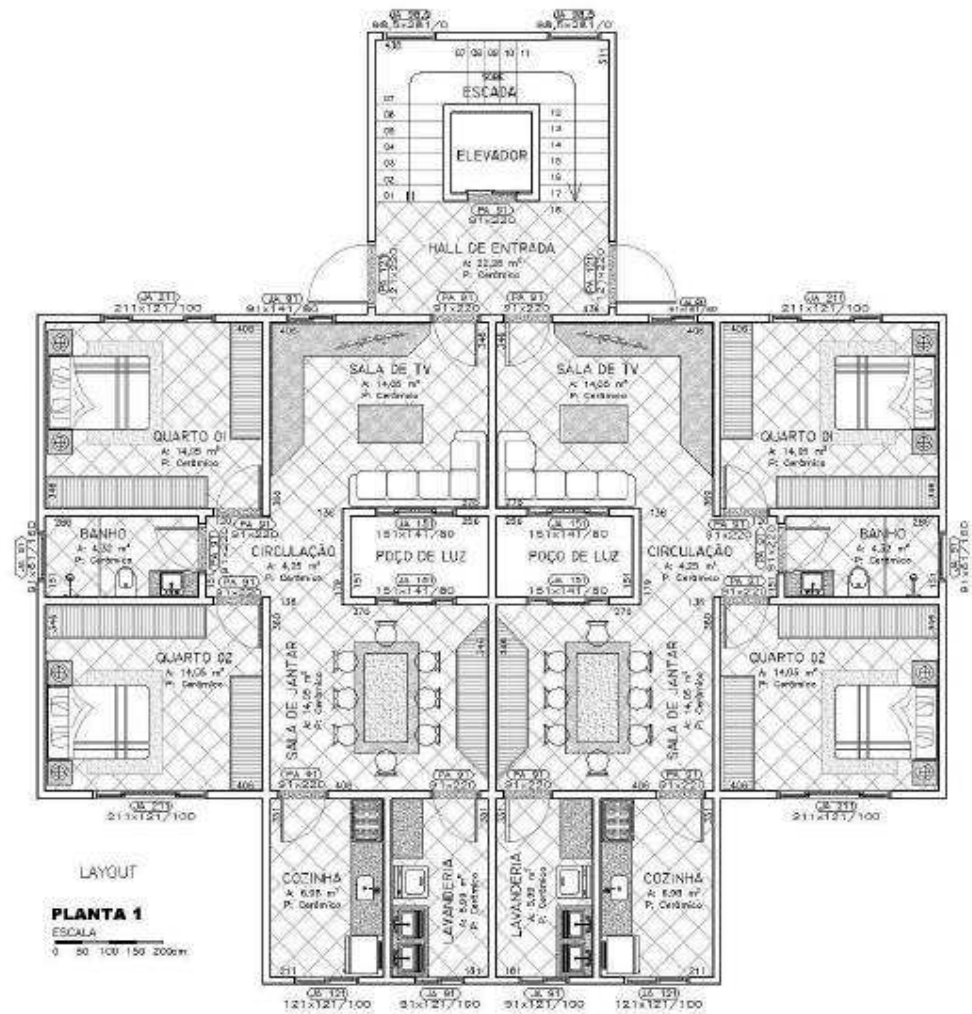
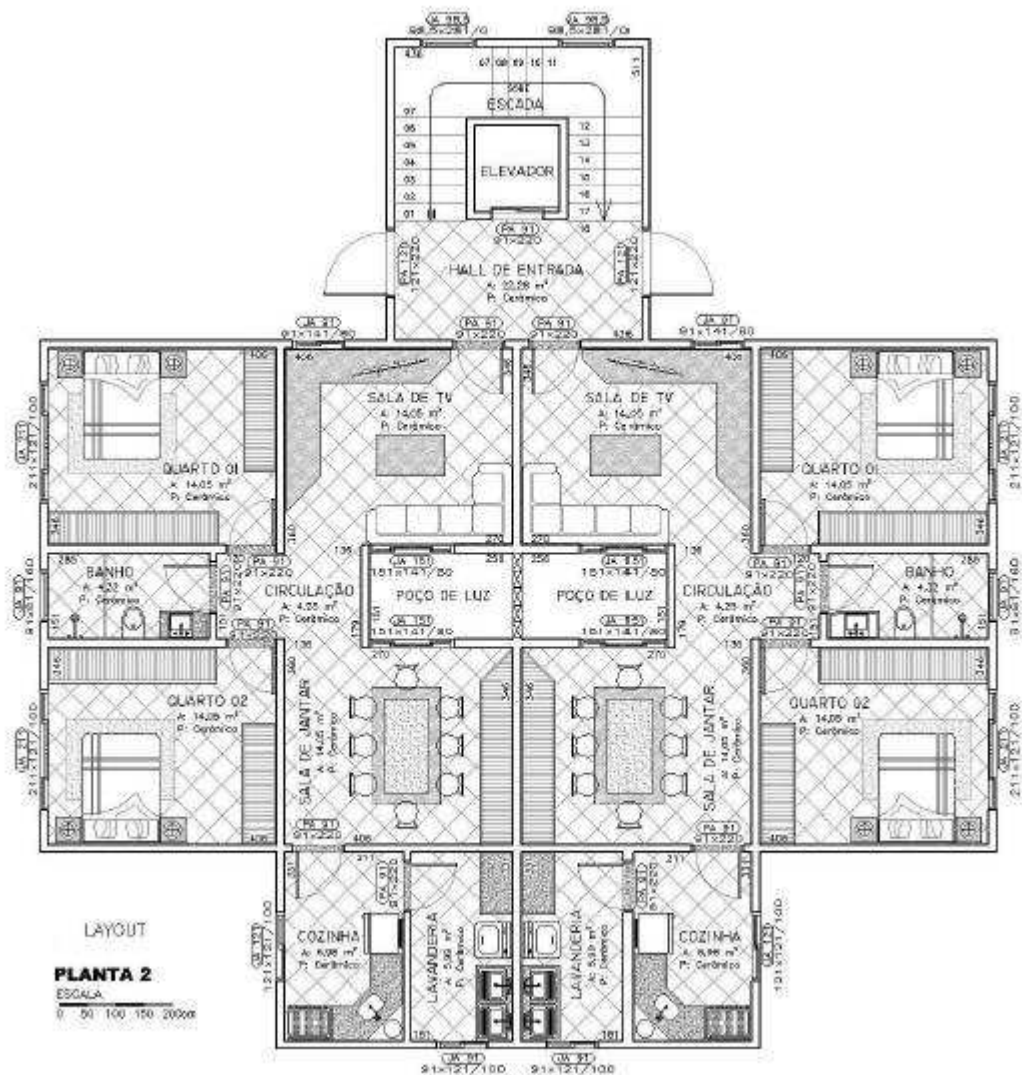


Figura 6 - Planta 1 utilizada para fazer o orçamento.

Fonte: Benetti (2016)



**Figura 7 - Planta 2 utilizada para fazer o orçamento.**

**Fonte: Benetti (2016)**

Outros parâmetros adotados pelo mesmo autor que foram mantidos nesse trabalho são:

- Pé-direito de 2,80m.
- Laje maciça com espessura de 10 cm, apoiada nas paredes de alvenaria.
- Camada de regularização da laje de 3 cm, com argamassa de cimento e areia.
- Acabamento inferior da laje com espessura de 2 cm, com argamassa de cal, cimento e areia;



- Piso cerâmico com espessura de 1 cm.

Nas Figuras 8 e 9 estão apresentados os grupos de paredes das duas plantas analisadas. Nota-se que as aberturas estão concentradas no eixo x para a planta 1 e no eixo y para a planta 2.

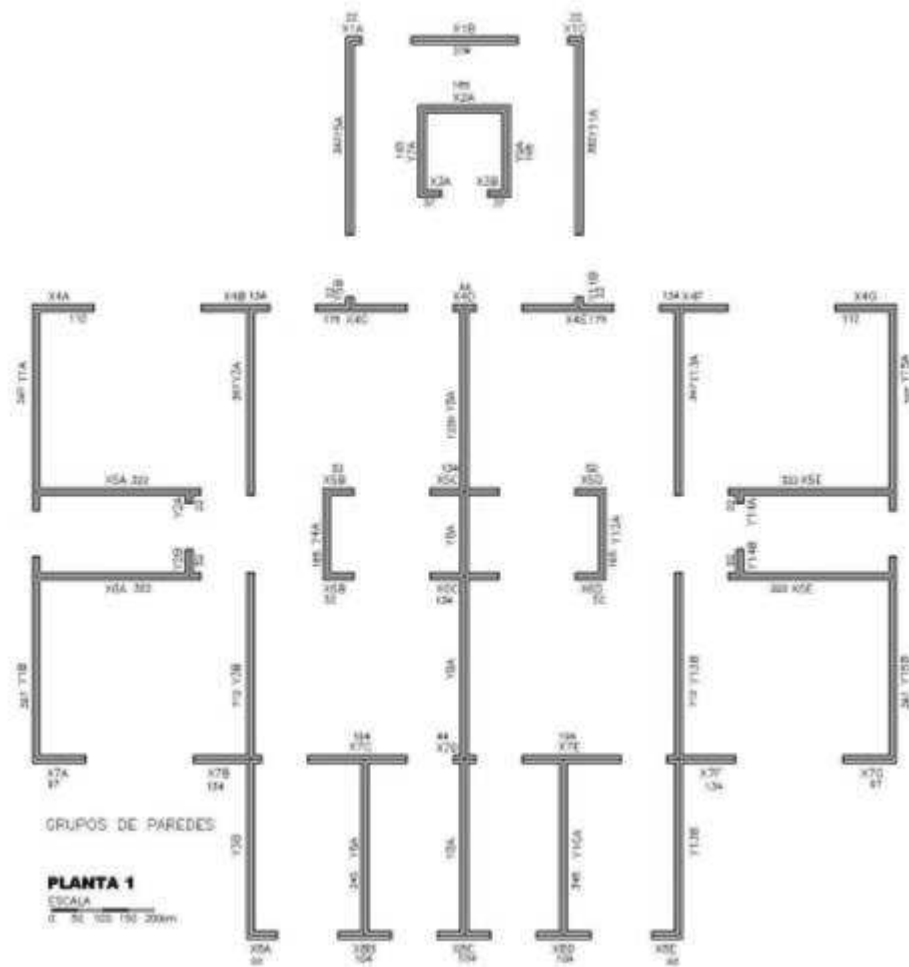
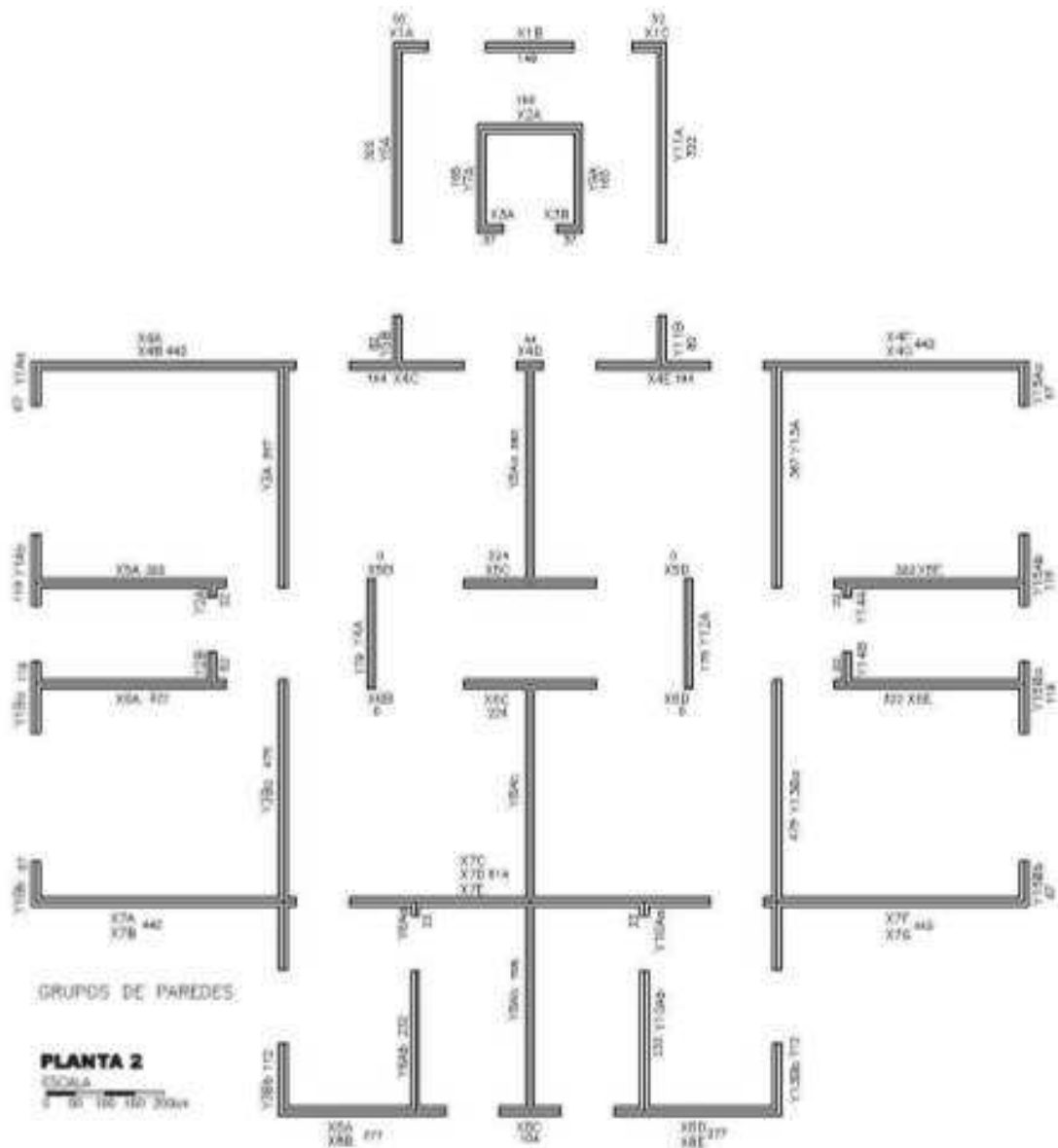


Figura 8: Grupo de paredes da planta 1.  
Fonte: Benetti (2016)



**Figura 9: Grupo de paredes da planta 2.**  
**Fonte: Benetti (2016)**

### 3.3 ORÇAMENTO DETALHADO

Para atingir os objetivos do trabalho foi realizado o orçamento detalhado para os dois projetos citados. O orçamento deve apresentar o maior grau possível de detalhamento, contendo os custos diretos e indiretos, utilizando composições de custos analíticas, nos quais os insumos que compõem os serviços devem ser objetivamente identificados (ANDRADA, 2008).

Para isso foram considerados os serviços descritos a seguir.

### 3.3.1 Definição dos serviços

Os serviços realizados em uma obra podem ser separados por categorias para facilitar o seu levantamento. Dessa forma, foram utilizados os critérios da TCPO 14 (2012), que separa os serviços em alguns grupos principais, dentre eles os serviços iniciais, instalação do canteiro, movimentações de terra, infra-estrutura. Ao todo são citadas 20 categorias de serviços.

Para a elaboração deste trabalho foram levantados todos os serviços possíveis, visto que, o projeto analisado não apresentava algumas informações, como projeto de cobertura, fundações ou fundações especiais, uma vez que estes não foram desenvolvidos por Benetti (2016). Isso porque o autor considerou que não teriam diferenças, já que os projetos são iguais (apenas variando a posição das aberturas).

Sendo assim, foram orçados todos os serviços que puderam ser levantados através das plantas fornecidas por Benetti (2016):

- Alvenaria: O serviço classificado como alvenaria é composto pelos componentes blocos cerâmicos vazados, argamassa mista, servente e pedreiro. Neste trabalho foram considerados blocos cerâmicos com resistências de 4 Mpa, 6Mpa, 8Mpa, 10Mpa e 12Mpa, conforme dimensionamento efetuado por Benetti (2016). De acordo com a TCPO 14 as juntas devem ser de 10 mm (juntas horizontais e verticais) com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar. O traço a ser usado deve ser de 1:0,2:5,4.
- Revestimento argamassado: O revestimento argamassado é composto por chapisco e emboço. O primeiro deve ter espessura de 5mm, constituído de argamassa de cimento e areia sem peneirar, com traço de 1:3. Esse serviço é composto pela argamassa, pedreiro e servente. O emboço possui os mesmos componentes do chapisco, porém a argamassa possui cal hidratada e areia sem peneirar, com espessura mínima é 30 mm.
- Revestimento cerâmico: O revestimento cerâmico é composto pelos insumos: ladrilhista, servente, argamassa de cimento colante pré-fabricada e porcelanato polido com dimensões 400mm x 400mm e espessura de 8,60mm.
- Graute: Sua resistência deve ser de pelo menos 15 Mpa, como já citado no item 2.4.3. Ele é composto por areia, cimento e brita, no qual os agregados

utilizados devem possuir menor granulometria para alcançar a plasticidade necessária. Considerou-se graute feito em obra. Logo, a composição do serviço considera pedreiro, servente e betoneira.

- Armação: Como o aço utilizado é o mesmo do concreto armado, foram aplicadas as suas especificações. Dessa forma, o serviço é composto pelo ajudante de armador, armador, máquina de dobrar aço elétrica e aço CA-50.
- Esquadrias: considera as janelas, corrimãos e guarda corpos de alumínio. Em madeira são contabilizadas as unidades de porta e suas fechaduras.
- Vidros: Abrange-se todos os vidros instalados. Foi adotado o vidro temperado com espessura de 10 mm.
- Pintura: Os componentes desse serviço são o pintor, ajudante de pintor, líquido preparador de superfícies, tinta látex acrílica e lixa.
  - Lajes: Foi considerado laje pré-fabricada treliçada para uso de piso ou cobertura.
- Escadas: As escadas utilizadas no levantamento foram pré-moldadas em concreto armado.

Para os demais serviços, cujas informações não são apresentadas nos projetos estudados e cujos valores seriam os mesmos para os dois projetos, foram utilizadas estimativas de custos por etapa de obra, como os serviços de infraestrutura, cobertura, louças e metais entre outros.

Este tipo de estimativa leva em consideração o percentual que cada etapa da obra representa no custo total. Os dados são obtidos a partir de estudos de obras similares e é apresentada em faixas de valores

Para a utilização desta forma de estimativa de custo, primeiramente é definido o custo global da obra. Este pode ser obtido por meio do Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) multiplicado pela área total.

No Quadro 3 são apresentados os valores referentes ao mês de agosto do ano de 2017 para o estado do Paraná. Para realização da estimativa proposta neste trabalho foi utilizada a tipologia R8N (residência multifamiliar, padrão normal, 8 pavimentos-tipo) destacada em negrito.

CUB/m <sup>2</sup> -PROJETOS- Padrão Residencial					
Padrão Baixo		Padrão Normal		Padrão Alto	
R-1	1.434,88	R-1	1.769,88	R-1	2.097,66
PP-4	1.274,49	PP-4	1.650,26	R-8	1.682,85
R-8	1.204,09	R-8	1.418,29	PIS	1.742,10
PIS	994,79	PIS	1.370,58		

**Quadro 3- CUB-PR de agosto de 2017.**  
**Fonte: SINDUSCON-PR**

Após a definição do custo total da obra, foram aplicados os percentuais de representatividade de cada etapa no custo total.

O Quadro 4 apresenta o percentual representativo de cada etapa da obra com relação ao seu custo total, desenvolvida por Mattos (2006).

ETAPAS CONSTRUTIVAS	HABITACIONAL					
	Residencial			Prédio com Elevador	Prédio sem Elevador	
	Fino (1)	Médio (2)	Popular (3)	Fino (4)	Médio (5)	Popular (6)
Serviços Preliminares	2,7 a 3,8	2,8 a 4,5	0,7 a 1,5	0,2 a 0,3	0,4 a 0,8	1,3 a 2,5
Movimento de Terra	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1
Fundações Especiais	-	-	-	3 a 4	3 a 4	3 a 4
Infraestrutura	6,9 a 7,5	3,6 a 4,2	2,2 a 4,1	1,9 a 2,5	3,6 a 4,2	4,4 a 5
Superestrutura	15,9 a 18,7	13,2 a 18,3	11,5 a 14,6	29,2 a 35,7	26,5 a 33,1	22,6 a 28,1
Vedação	3,9 a 6,5	6,7 a 10,5	6,9 a 12,2	2,7 a 3,8	3,7 a 7,3	6,9 a 11,8
Esquadrias	2,6 a 5,2	7,3 a 13,5	8 a 13,3	6,9 a 12,7	4,2 a 7,5	2,8 a 4,9
Cobertura	0 a 0,5	3,5 a 7,6	8,5 a 16,8	-	0,6 a 1,7	-
Instalações Hidráulicas	11,6 a 13,7	11,5 a 13,5	11,7 a 12,7	10,8 a 12,6	9,9 a 11,6	10,4 a 11,4
Instalações Elétricas	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	4,5 a 5,4	3,7 a 4,6	3,8 a 4,8
Impermeabilização e Isolação térmica	10,1 a 13,1	0,3 a 0,7	0,4 a 0,8	1,3 a 2,6	1,3 a 1,9	5 a 6,4
Revestimento (pisos, paredes e forros)	20,8 a 28,1	23,7 a 29,5	21,9 a 30,2	17,8 a 23,1	23,2 a 29,5	21,5 a 30,3
Vidros	1,9 a 3,5	0,5 a 1	0,9 a 1,8	1,5 a 3	0,5 a 0,9	0,4 a 0,8
Pintura	3,6 a 5,2	5,7 a 7,4	3,8 a 4,7	3,1 a 4	4,6 a 6,2	2,5 a 3,3
Serviços Complementares	1,9 a 2,9	0,5 a 0,6	0,5 a 1	0,2 a 0,8	0 a 1	0,5 a 1
Elevadores	-	-	-	2,7 a 3,3	-	-

Veja as informações relativas às tipologias construtivas na tabela do CUPE - Custo Unitário Pini de Edificações

**Quadro 4 - Representatividade para estimativa de custos por etapa de obra.**  
**Fonte: Adaptado de Mattos (2006, p. 41).**

Foram utilizados os percentuais apresentados no Quadro 4 para elaboração da estimativa de custo dos serviços:

- Serviços iniciais: São todos os serviços que devem ser realizados antes de começar a obra, como a instalação do canteiro de obras que compõe a colocação de tapume, placa de identificação, abrigo provisório para os materiais, instalação de água e luz. Sendo assim, foi considerado as documentações necessárias, como aprovação de projetos, ART's e projetos complementares. Além de demolições, limpeza do terreno e locação da obra, neste último foram consideradas a quantidade linear de gabarito.
- Movimentação de Terra: Terraplenagens necessárias para deixar o terreno com o mesmo nível.
- Infraestrutura: serviço composto pelas atividades: escavações (manuais ou com equipamentos), reaterros de valas de fundações, fôrmas, estacas, armadura e concreto.
- Cobertura: considera a estrutura de madeira, telhas, cumeeira, calhas, rufos e contra-rufos.
- Instalações Hidráulicas.
- Instalações Elétricas.
- Impermeabilização: Considera a impermeabilização com pintura betuminosa e manta.
- Serviços complementares: Limpeza final do edifício, reboco de muros de alvenaria, serviços de paisagismo, parquinhos entre outros, depende do padrão da edificação.

Os custos identificados para estes serviços foram os mesmos para os dois edifícios, uma vez que as quantidades de serviços são as mesmas. O objetivo de determinar estes custos é acrescentá-los aos custos dos serviços levantados através do orçamento detalhado, para obter um custo global para os edifícios.

### 3.3.2 Levantamento Dos Quantitativos

Após a definição dos serviços foram levantadas as quantidades de cada um. Esta etapa foi realizada apenas para os serviços em que foi aplicado o método de realização do orçamento detalhado.

Foram utilizados os seguintes critérios para levantamento de quantitativos, com base na TCPO:

- Alvenaria: São levantados os comprimentos de todas as paredes internas e externas. Em seguida multiplicou-se o valor obtido pelo pé-direito da edificação, obtendo dessa forma a área em metros quadrados de alvenaria. Vãos inferiores a 2 metros quadrados de comprimento devem ser considerados cheios, enquanto vãos superiores a esse valor desse ser descontado apenas o valor excedente. Após a determinação da quantidade da alvenaria, foram levantadas as quantidades dos insumos, como quantidade de blocos, argamassa, dentre outros, cujos índices de consumo são apresentados na TCPO. A quantidade de blocos foi levantada por pavimento, em função das resistências calculadas por Benetti (2016) (Tabela 1).

**Tabela 1- Resistência dos blocos dos pavimentos entre as duas plantas**

Pavimentos	8°	7°	6°	5°	4°	3°	2°	1°
Resistência dos Blocos fbk (Mpa)								
Planta 1	4	4	4	6	8	8	12	12
Resistência dos Blocos fbk (Mpa)								
Planta 2	4	4	4	6	6	8	8	10

**Fonte: Influência da posição das aberturas no dimensionamento da alvenaria estrutural Benetti (2016).**

- Revestimento argamassado: Para o chapisco e emboço de paredes internas e externas foi considerada a área da alvenaria multiplicada por dois.
- Revestimento cerâmico: Foram obtidas as áreas dos ambientes que receberão revestimento cerâmico na parede, descontando a área ocupada pelas esquadrias do ambiente analisado. Essa mesma área foi considerada para estimar o rejunte.
- Graute: Em seu trabalho Benetti (2016) determinou pontos de graute na edificação. Para estimar o volume total de graute foi multiplicada a área interna dos vazios dos blocos pelo pé-direito da edificação. Posteriormente, esse valor foi multiplicado pelos pontos de graute calculado pelo autor. Dessa forma, foi possível estimar a quantidade de graute em metros cúbicos.

- **Armação:** Para o levantamento foi utilizada a quantidade de aço que Benetti (2016) levantou em seu trabalho, apresentada em cm<sup>2</sup>. Na etapa de orçamento foi necessário que o aço estivesse discriminado em Kg de cada diâmetro. Sendo assim, utilizou-se o Quadro 5 para realizar as transformações.

CA 50		
CA	Bitola (mm)	Massa Nominal (kg/m)
50	6,3	0,245
50	8	0,395
50	10	0,617
50	12,5	0,963
50	16	1,578
50	20	2,466
50	25	3,853

**Quadro 5- Valores utilizados na conversão do aço CA-50 de kg para barras.**

**Fonte: Catálogo de produtos Gerdau.**

- **Pintura:** Foram consideradas as áreas que devem ser pintadas (paredes e tetos) descontando apenas vãos superiores a 2 metros quadrados.
- **Esquadrias:** Foram medidas as áreas de portas e janelas de ambas as plantas, sendo a unidade de referência o metro quadrado.
- **Laje pré-fabricada:** O levantamento foi realizado em metros quadrados, no qual foi utilizada a área do pavimento multiplicada por oito (número de pavimentos). Adotou-se laje pré-fabricada treliçada para uso de piso ou cobertura.
- **Escadas:** Para obter o custo das escadas foi realizado um orçamento para dezesseis lances de escadas pré-moldadas em empresa especializada em escadas pré moldadas na cidade de Toledo – PR.



### 3.3.3 COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS

Foram levantados apenas os custos diretos para a execução dos edifícios, ou seja, os gastos com materiais, mão de obra e equipamentos.

Como a alvenaria é um processo racionalizado, a duração da obra é inferior ao das construções convencionais, devido a maior organização do canteiro de obras, redução dos resíduos produzidos, modulação que elevam a produtividade, dentre outros fatores.

Os custos indiretos envolvidos na administração da empresa executante (administração, encargos fiscais da obra, entre outros) não foram estimados, assim como o custo da infraestrutura do empreendimento não são avaliados neste trabalho.

A composição dos custos diretos foi realizada com base na TCPO. Desta forma, foram utilizados os índices de consumos de materiais e mão de obra para os serviços orçados, apresentados nos Quadros 6 e 7.

No Quadro 6 apresenta-se a composição de custos para o bloco cerâmico de 6 Mpa. Não foram elaborados quadros especificando os valores para os blocos de 4 Mpa, 8 MPa e 10 MPa, pois, conforme o averiguado com empresas locais não houve variação de preço entre os blocos de diferentes resistências.

De acordo com a TCPO - Alvenaria Estrutural com blocos cerâmicos 14x19x39 cm (m <sup>2</sup> )		
Componentes	Unidade	Consumo Médio
Pedreiro	Horas	0,75
Servente	Horas	0,47
Argamassa Pré-fabricada para assentamento de alvenaria estrutural (resistência: 15 Mpa)	Kg	23,6
Bloco Cerâmico vazado estrutural (Comprimento 390mm/ largura: 140mm/ altura:190 mm)	Unidade	13,5

**Quadro 6- Valores propostos pela TCPO para alvenaria estrutural com blocos cerâmicos 14x19x30 cm.**

**Fonte: TCPO 14 (2012).**

CONCRETO PREPARADO NA OBRA, CONTROLE A, BRITA1, ABATIMENTO 8 ±1 (m³)		
COMPONENTES	UNIDADES	CONSUMOS
Servente	Horas	6
Areia lavada tipo média	m³	0,898
Brita 1	m³	0,836
Cimento Portland CP - II 32	Kg	280
Betoneira, elétrica, Potência 2 hp (1,5 KW), capacidade 400l - vida útil 10.000h	h prod.	0,306

**Quadro 7- Valores propostos pela TCPO para concreto feito em obra.**

**Fonte: TCPO 14(2012).**

A composição unitária de custos dos demais serviços estão apresentados no apêndice A.

Os custos com insumos e serviços, assim como os encargos sociais foram obtidos pela tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de custos e índices da construção civil), com vigência 2017. Esse sistema é indicado pelo decreto 7983/2013 e estabelece regras e critérios para a elaboração de orçamentos de referências para obras e serviços de engenharia, contratados e executados com os recursos da união. Os valores que não são abrangidos nessas tabelas foram obtidos através de consultas em lojas de materiais de construção locais.

### 3.3.4 FECHAMENTO DO ORÇAMENTO

O fechamento do orçamento consiste na elaboração da planilha de discriminação orçamentária, que contém a soma de todos os custos dos serviços orçados. O Quadro 8 apresenta um exemplo de planilha que foi utilizada para apresentação dos dois orçamentos realizados.

Vale destacar que primeiramente foram apresentados os serviços que foram orçados por meio do orçamento detalhado, com suas quantidades, custo unitários e totais. Em seguida foram apresentados os custos dos serviços levantados por meio da estimativa por etapa de obras. No final do Quadro 8 é apresentado o custo total para execução do edifício.

<b>CUSTO TOTAL DO PROJETO 1</b>				
Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Alvenaria	m <sup>2</sup>	...	...	...
Chapisco	m <sup>2</sup>	...	...	...
Emboço	m <sup>2</sup>	...	...	...
Pintura	m <sup>2</sup>	...	...	...
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	...	...	...
Graute	m <sup>3</sup>	...	...	...
Esquadrias	m <sup>2</sup>	...	...	...
			...	
			...	
Vidros	m <sup>2</sup>	...	...	...
Armação	kg	...	...	...
Laje Pré-fabricada	m <sup>2</sup>	...	...	...
Serviços Preliminares			...	
Movimentação de Terra			...	
Infraestrutura			...	
Cobertura			...	
Instalações Hidráulicas			...	
Instalações Elétricas			...	
Escada Pré-moldada			...	
Impermeabilização e Isolação térmica			...	
Serviços Complementares			...	
Valor Total			...	

**Quadro 8- Fechamento do orçamento.**

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados dos dois orçamentos, analisando cada etapa do mesmo de maneira individual. A elaboração do orçamento iniciou-se pelo levantamento dos quantitativos, seguido das composições de custos unitários e cotação dos preços. Utilizou-se também o método de estimativa por etapas.

Os resultados são apresentados inicialmente através da comparação entre os custos globais dos dois orçamentos. Posteriormente, apresenta-se a comparação entre os custos individuais dos serviços que tiveram alterações. Apresentam-se também análises individuais dos projetos explanados.

Por fim, são apresentadas as curvas ABC de serviço, utilizadas para a identificação e controle dos custos mais relevantes na obra, além de comparações com o com o CUB- Custo Unitário Básico.

### 4.1 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS

Para a elaboração dos custos unitários utilizou-se os dados especificados pela TCPO 14 e os valores fornecidos pela tabela SINAPI- Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil, do mês de junho de 2017.

No Quadro 9 apresenta-se a composição de custos unitários para o serviço de chapisco para parede interna ou externa. O quadro mostra a composição dos serviços bem como o preço unitário e total de cada insumo.

Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5mm				
Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço total
Pedreiro	h	0,1	R\$17,31	R\$1,73
Servente	h	0,1	R\$12,27	R\$1,23
Argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3	m <sup>3</sup>	0,005	R\$324,21	R\$1,62
Total				R\$4,58

**Quadro 9: Composição de custo unitários do chapisco.**

No quadro 10, apresenta-se a composição de custos unitários para o concreto preparado na obra, com resistência a compressão de 15 Mpa, possuindo um padrão de controle A, além de abatimento de  $8 \pm 1$  e utilizando brita 1. O quadro demonstra também os preços unitários e totais de cada insumo.

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 15 Mpa				
CONCRETO PREPARADO NA OBRA, CONTROLE A, BRITA 1, ABATIMENTO $8 \pm 1$ (m <sup>3</sup> )				
COMPONENTES	UNIDADES	CONSUMOS	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Servente	H	6	R\$12,27	R\$73,62
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,898	R\$53,00	R\$47,59
Brita 1	m <sup>3</sup>	0,836	R\$36,67	R\$30,66
Cimento Portland CP - II 32	Kg	280	R\$0,45	R\$126,00
Betoneira, elétrica, Potência 2 hp (1,5 KW), capacidade 400l - vida útil 10.000h	h prod.	0,306	R\$0,81	R\$0,25
TOTAL				R\$278,12

**Quadro 10: Composição de custo unitários do concreto.**

As demais composições de custos unitários estão apresentadas no apêndice B.

O Quadro 11 apresenta um resumo dos serviços e seus custos unitários e totais.

<b>Custos Unitários e totais dos Projetos</b>				
Serviço	Unidade	Custo Unitário	Custo Total Projeto 1	Custo Total Projeto 2
Alvenaria	m <sup>2</sup>	R\$52,23	R\$171.983,13	R\$170.239,87
Chapisco	m <sup>2</sup>	R\$4,58	R\$30.155,32	R\$29.849,65
Emboço	m <sup>2</sup>	R\$21,25	R\$136.800,59	R\$135.381,90
Pintura	m <sup>2</sup>	R\$17,04	R\$109.665,60	R\$108.528,32
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	R\$33,06	R\$4.917,90	R\$4.917,90
Graute	m <sup>3</sup>	R\$278,12	R\$1.155,01	R\$1.299,39
Esquadrias	m <sup>2</sup>	R\$479,38	R\$178.707,18	R\$178.707,18
		R\$477,84		
Vidros	m <sup>2</sup>	R\$203,40	R\$56.361,69	R\$56.361,69
Armação	kg	R\$9,52	R\$11.445,87	R\$10.936,27
Laje Pré-fabricada	m <sup>2</sup>	R\$80,89	R\$128.372,92	R\$128.372,92

**Quadro 11: Composição de custos unitários dos serviços e custos totais.**

#### 4.2 ESTIMATIVA POR ETAPAS

Neste método são utilizados índices que demonstram a representatividade que cada serviço tem dentro de uma obra, utilizando como parâmetros o tipo de habitação e o seu padrão de qualidade, como pode ser observado no Quadro 4. Para o caso estudado utilizou-se os valores referentes a edificação habitacional, com padrão de acabamento baixo.

O valor total da edificação é obtido através do CUB-Custo Unitário Básico, principal indicador da construção civil. No presente trabalho utilizou-se o CUB do mês de agosto do ano de 2017.

No quadro 12 pode ser observado o custo total da edificação calculado através do CUB, obteve-se o custo total multiplicando o CUB do mês pela área total da edificação.

<b>Custo Total da edificação</b>	
Área total (m <sup>2</sup> )	1587,04
CUB	R\$1.204,09
Custo Total	R\$1.910.938,99

**Quadro 12: Custo total da edificação.**

Os serviços que foram levantados com esse método (Quadro 13) foram: serviços preliminares, movimento de terra, terraplanagem, infraestrutura, coberturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, impermeabilização e serviços complementares. A seguir está descrito o que cada serviço representa na construção dos edifícios.

- Serviços preliminares: se refere à limpeza, fechamento do terreno, montagem de canteiro de obra, montagem de gabaritos e definição dos eixos de execução das fundações.
- Terraplanagem: levam-se em consideração os gastos com escavações, cortes, aterros, retirada de terras e compactação de solo, necessários para o início da construção.
- Infraestrutura: refere-se aos serviços realizados para fundações diretas, cortinas, estacas e blocos, sapatas, necessário para a realização da construção da fundação do edifício.
- Cobertura: Abrangem-se os telhados e tratamentos especiais internos.
- Instalações Elétricas: Considerou-se o serviço de passagem de eletrodutos, fios e cabos, seguido da instalação de tomadas e interruptores.
- Instalações Hidráulicas: Os serviços de instalação de água fria e quente e instalação de rede de esgoto.
- Impermeabilização: levou-se em consideração a mão-de-obra e material utilizado para realizar as impermeabilizações necessárias para as edificações.
- Serviços Complementares: Foram considerados serviços de complementação artística e paisagística, ligação final de água, esgoto, luz e telefone.

Adotou-se os valores médios apresentados pelo Quadro 4, como pode ser observado no Quadro 13. Posteriormente multiplicou-se esses coeficientes pelo valor total da edificação.

Realizou-se o orçamento das escadas pré-moldadas em uma empresa especializada, na cidade de Toledo-PR. Com isso obteve-se o valor de R\$56.000,00 para 16 lances de escadas, considerando material e mão de obra para instalação da mesma.

Os valores das etapas apresentadas no Quadro 13 são iguais para as duas edificações.

ETAPAS CONSTRUTIVAS	Habitacional		
	Residencial	Valor adotado	Custo Por Etapa
	Popular (3)	Popular (3)	Popular (3)
Serviços Preliminares	0,7 a 1,5	1,1	R\$21.020,33
Movimentação de Terra	0 a 1	0,5	R\$9.554,69
Infraestrutura	2,2 a 4,1	3,15	R\$60.194,58
Cobertura	8,5 a 16,8	12,65	R\$241.733,78
Instalações Hidráulicas	11,7 a 12,7	12,2	R\$233.134,56
Instalações Elétricas	3,8 a 4,8	4,3	R\$82.170,38
Impermeabilização e Isolamento térmica	0,4 a 0,8	0,6	R\$11.465,63
Serviços Complementares	0,5 a 1	0,75	R\$14.332,04

**Quadro 13: Levantamento por etapas.**

#### 4.3 ANÁLISE DO PROJETO 1

A planta do projeto 1 possui a maior parte das aberturas dispostas no eixo x da edificação. Os dados apresentados no Quadro 14 foram obtidos no trabalho de Benetti (2016). Como citado, em seu trabalho o autor calculou os pontos de graute e as resistências de bloco e argamassa necessária para cada projeto analisado. Para elaborar o orçamento utilizou-se as áreas de aço mínimas estipuladas pelo autor.

No Quadro 14 apresentam-se as resistências necessárias para os blocos e argamassas, de acordo com cada pavimento, bem como a quantidade de armaduras mínimas, pontos de graute e a alvenaria executada para a planta 1.

Projeto	Pavimento	Resistência do Bloco (Mpa)	Res. Da Argamassa (Mpa)	Nº de Paredes	Área de Aço (cm <sup>2</sup> )	Pontos de Graute	Área de Alvenaria (m <sup>2</sup> )
Planta 1	1º Pav.	12	8,4	0	Com AS <sub>mín</sub> 1202,31	240	411,5935
	2º Pav.	12	8,4	0			411,5935
	3º Pav.	8	5,6	4			411,5935
	4º Pav.	8	5,6	4			411,5935
	5º Pav.	6	4,2	4			411,5935
	6º Pav.	4	4	2			411,5935
	7º Pav.	4	4	0			411,5935
	8º Pav.	4	4	0			411,5935

**Quadro 14: Resumo do dimensionamento da planta 1.**



No quadro 15 pode ser observado o custo total para a execução da planta 1. Os primeiros valores apresentados referem-se aos serviços que foram levantados através do orçamento detalhado, já os últimos apresentam apenas um valor total, pois estes foram levantados através do método por etapas. Ao final apresenta-se o valor necessário para a construção da planta 1. As esquadrias apresentam dois valores de custos unitários, pois, no projeto havia mais de um modelo de esquadria.

<b>CUSTO TOTAL DO PROJETO 1</b>				
Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Alvenaria	m <sup>2</sup>	3292,748	R\$52,23	R\$171.983,13
Chapisco	m <sup>2</sup>	6585,496	R\$4,58	R\$30.155,32
Emboço	m <sup>2</sup>	6436,7566	R\$21,25	R\$136.800,59
Pintura	m <sup>2</sup>	6436,7566	R\$17,04	R\$109.665,60
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	148,7394	R\$33,06	R\$4.917,90
Graute	m <sup>3</sup>	4,15296	R\$278,12	R\$1.155,01
Esquadrias	m <sup>2</sup>	511,8818	R\$479,38	R\$178.707,18
			R\$477,84	
Vidros	m <sup>2</sup>	277,0978	R\$203,40	R\$56.361,69
Armação	Kg	1202,31	R\$9,52	R\$11.445,87
Laje Pré-fabricada	m <sup>2</sup>	1587,04	R\$80,89	R\$128.372,92
Serviços Preliminares			R\$21.020,33	
Movimentação de Terra			R\$9.554,69	
Infraestrutura			R\$60.194,58	
Cobertura			R\$241.733,78	
Instalações Hidráulicas			R\$233.134,56	
Instalações Elétricas			R\$82.170,38	
Escada Pré-moldada			R\$56.000,00	
Impermeabilização e Isolação térmica			R\$11.465,63	
Serviços Complementares			R\$14.332,04	
Valor Total			R\$1.559.171,20	

**Quadro 15: Custo total do projeto da planta 1.**

Com o valor total da edificação pode-se calcular o custo total do metro quadrado, dividindo o montante final pela área total da edificação. Sendo assim, dividindo o valor de R\$ 1.559.171,20 pela área total da edificação (1587,04 m<sup>2</sup>) obteve-se o custo de R\$/m<sup>2</sup> 982,44.

#### 4.4 ANÁLISE DO PROJETO 2

Para o projeto 2, as aberturas de portas e janelas estão dispostas de maneira uniforme entre o eixo x e y. No Quadro 16 apresenta-se um resumo da quantidade de alvenaria, graute e aço necessárias, bem como as resistências dos blocos e argamassa para cada pavimento. Os dados do Quadro 16 foram retirados do trabalho de Benetti (2016), assim como os do Quadro 14.

		Resistência do Bloco (Mpa)	Res. Da Argamassa (Mpa)	Nº de Paredes	Área de Aço (cm <sup>2</sup> )	Pontos de Graute	Área de Alvenaria (m <sup>2</sup> )
Planta 2	1º Pav.	10	7	1	Com Asmín 1145,78	270	407,4215
	2º Pav.	8	5,6	1			407,4215
	3º Pav.	8	5,6	1			407,4215
	4º Pav.	6	4,2	1			407,4215
	5º Pav.	6	4,2	1			407,4215
	6º Pav.	4	4	1			407,4215
	7º Pav.	4	4	0			407,4215
	8º Pav.	4	4	0			407,4215

**Quadro 16: Resumo do dimensionamento da planta 2.**

No Quadro 17 pode ser observado o custo total da edificação para a planta 2. Assim como para o projeto 1, os valores posicionados no início do quadro representam os serviços que foram levantados através do orçamento discriminado e os que apresentam apenas um valor total, pelo método por etapas.

<b>CUSTO TOTAL PROJETO 2</b>				
Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Alvenaria	m <sup>2</sup>	3259,372	R\$52,23	R\$170.239,87
Chapisco	m <sup>2</sup>	6518,744	R\$4,58	R\$29.849,65
Emboço	m <sup>2</sup>	6370,0046	R\$21,25	R\$135.381,90
Pintura	m <sup>2</sup>	6370,0046	R\$17,04	R\$108.528,32
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	148,7394	R\$33,06	R\$4.917,90
Graute	m <sup>3</sup>	4,67208	R\$278,12	R\$1.299,39
Esquadrias	m <sup>2</sup>	511,8818	R\$479,38	R\$178.707,18
			R\$479,38	
			R\$477,84	
Vidros	m <sup>2</sup>	277,0978	R\$203,40	R\$56.361,69
Armação	kg	1148,78	R\$9,52	R\$10.936,27
Laje Pré-Fabricada	m <sup>2</sup>	1587,04	R\$80,89	R\$128.372,92
Serviços Preliminares	R\$21.020,33			
Movimentação de Terra	R\$9.554,69			
Infraestrutura	R\$60.194,58			
Cobertura	R\$241.733,78			
Instalações Hidráulicas	R\$233.134,56			
Instalações Elétricas	R\$82.170,38			
Escada Pré-moldada	R\$56.000,00			
Impermeabilização e Isolação térmica	R\$11.465,63			
Serviços Complementares	R\$14.332,04			
Valor Total	R\$1.554.201,10			

**Quadro 17: Custo total do projeto da planta 2.**

Analogamente ao calculado para o projeto 1, determina-se o custo para a construção de um metro quadrado de edificação, dividindo o valor de R\$ 1.554.201,10 pela área total da edificação, obtendo um custo de R\$/m<sup>2</sup> R\$979,31.

#### 4.5 ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS

A análise conjunta dos dados propicia a identificação das diferenças obtidas para cada um dos projetos, bem como o reconhecimento dos serviços que apresentaram maiores discrepâncias.

#### 4.5.1 Diferença Global do Custo

Pode-se perceber que a diferença global dos custos foi de 0,32% como apresentado no Quadro 18.

DIFERENÇA GLOBAL		
	Custo Total	Custo Por m <sup>2</sup>
Planta 1	R\$1.559.171,20	R\$982,44
Planta 2	R\$1.554.201,10	R\$979,31
Diferença	R\$4.970,11	R\$3,13
Diferença (%)	0,32%	

**Quadro 18: Diferenças nos custos globais dos projetos.**

Como pode-se observar a diferença obtida foi pequena. Embora a planta 1 apresentasse blocos com maiores resistências, chegando a 12 MPa, esse parâmetro não impactou no orçamento diretamente, devido ao fato de que para blocos cerâmicos, não houve variação no preço com o aumento da resistência. O mesmo não pode ser observado para blocos estruturais de concreto, que aumentam seus valores de acordo com a resistência do material. Vale ressaltar que o projeto 1 concentrava suas aberturas no eixo x da edificação, sendo esta a razão pela qual necessitou de unidades mais resistentes.

Porém, ao utilizar blocos mais resistentes, a planta 1 apresentou uma redução do seu consumo de graute. Foram 4,153 m<sup>3</sup> de graute para o projeto 1 e 4,672 m<sup>3</sup> para o projeto 2. Entretanto, a quantidade de aço utilizada foi menor para a segunda planta, tendo sido consumido 1202,31 Kg para a planta 1 e 1148,78 Kg para a planta 2.

#### 4.5.2 Comparação entre os serviços

Analisando os serviços separadamente, pode-se observar algumas variações. Para o graute, por exemplo, como pode ser observado no Quadro 19, obteve-se uma diferença de 11,11% a menos para a planta 1.

Custo Total de Graute	
Planta 1	R\$1.155,01
Planta 2	R\$1.299,39
Diferença	R\$144,38
Diferença (%)	11,11

**Quadro 19: Diferenças nos custos do serviço de graute.**

A diferença encontrada para os pontos de graute deve-se principalmente as resistências dos blocos, pois, como as unidades utilizadas na planta 1 são mais resistentes, necessitam de um número menor de reforços estruturais nas paredes, resultando num menor custo.

Para o serviço de armação, por sua vez, obteve-se uma variação de 4,66 % a menos para a planta 2 em relação a planta 1, como pode ser observado no Quadro 20.

Custo Total de Armação	
Planta 1	R\$11.445,87
Planta 2	R\$10.936,27
Diferença	R\$509,60
Diferença (%)	4,66

**Quadro 20: Diferenças nos custos do serviço de armação.**

Essa redução da quantidade de aço, justifica-se segundo Benetti (2016), pela disposição das aberturas das paredes, pois, na segunda planta onde as aberturas estão distribuídas de maneira uniforme entre os eixos, foi necessária uma quantidade menor de armações. A diferença entre as duas plantas foi de 53,53 Kg a mais de aço para a planta 1.

Para o serviço de alvenaria, obteve-se uma diferença de 1,02% a menos para a planta 1, como apresenta-se no Quadro 21.

Custo Total de Alvenaria	
Planta 1	R\$171.983,13
Planta 2	R\$170.239,87
Diferença	R\$1.743,26
Diferença (%)	1,02

**Quadro 21: Diferenças nos custos do serviço de alvenaria.**

Como já foi mencionado anteriormente, para blocos cerâmicos, não houve acréscimo de valor nos blocos com maiores resistências. Sendo assim, a discrepância de custos entre as plantas deve-se unicamente as diferentes áreas de alvenaria executada em cada projeto. Sendo 33,376 metros quadrados a mais de alvenaria para a planta 1.

No quadro 22 apresentam-se as variações de valores para os serviços de chapisco, emboço e pintura. É possível notar que para os três primeiros a variação foi praticamente a mesma. Isso é explicado pela diferença das áreas de alvenaria entre os projetos.

Comparação entre os serviços			
Serviço	Chapisco	Emboço	Pintura
Planta 1	R\$30.155,32	R\$136.800,59	R\$109.665,60
Planta 2	R\$29.849,65	R\$135.381,90	R\$108.528,32
Diferença	R\$305,66	R\$1.418,68	R\$1.137,28
Diferença (%)	1%	1%	1%

**Quadro 22: Diferenças nos custos dos revestimentos e pintura.**

Analisando todos os serviços levantados pelo método discriminado, os únicos que apresentam variações significativas são o grauteamento e as armaduras, visto que esses são os parâmetros que sofrem variação no dimensionamento, como apresenta Benetti (2016) em seu trabalho. Há também variações nas resistências dos blocos e na argamassa utilizada, mas para o levantamento do orçamento esses parâmetros não se aplicam, uma vez que os blocos cerâmicos no mercado possuem o mesmo valor, independentemente de sua resistência.

#### 4.5.3 Curva ABC

Com os custos totais de cada etapa, pode-se realizar a construção da curva ABC de serviços. Esta é elaborada em ordem decrescente, ou seja, dos valores mais significantes em relação aos custos totais para os menos significantes. Dessa forma, os valores com maiores custos aparecem nas primeiras linhas, tendo fácil visualização. Os Quadros 23 e 24 apresentam a classificação ABC para os dois projetos.

Serviço	Custo Total	Porcentagem Individual	Porcentagem Acumulada	Classificação
Cobertura	R\$241.733,78	15,50%	15,50%	<b>A</b>
Instalações Hidráulicas	R\$233.134,56	14,95%	30,46%	<b>A</b>
Esquadrias	R\$178.707,18	11,46%	41,92%	<b>A</b>
Alvenaria	R\$171.983,13	11,03%	52,95%	<b>B</b>
Emboço	R\$136.800,59	8,77%	61,72%	<b>B</b>
Laje Pré-fabricada	R\$128.372,92	8,23%	69,96%	<b>B</b>
Pintura	R\$109.665,60	7,03%	76,99%	<b>B</b>
Instalações Elétricas	R\$82.170,38	5,27%	82,26%	<b>C</b>
Infraestrutura	R\$60.194,58	3,86%	86,12%	<b>C</b>
Vidros	R\$56.361,69	3,61%	89,74%	<b>C</b>
Escada Pré-moldada	R\$56.000,00	3,59%	93,33%	<b>C</b>
Chapisco	R\$30.155,32	1,93%	95,26%	<b>C</b>
Serviços Preliminares	R\$21.020,33	1,35%	96,61%	<b>C</b>
Serviços Complementares	R\$14.332,04	0,92%	97,53%	<b>C</b>
Impermeabilização e Isolamento térmica	R\$11.465,63	0,74%	98,26%	<b>C</b>
Armação	R\$11.445,87	0,73%	99,00%	<b>C</b>
Movimentação de Terra	R\$9.554,69	0,61%	99,61%	<b>C</b>
Revestimento cerâmico	R\$4.917,90	0,32%	99,93%	<b>C</b>
Graute	R\$1.155,01	0,07%	100,00%	<b>C</b>
Valor total	R\$1.559.171,20	100,00%		

**Quadro 23: Representação dos dados utilizados para a construção da curva ABC, para o projeto 1.**

Serviço	Custo Total	Porcentagem Individual	Porcentagem Acumulada	Classificação
Cobertura	R\$241.733,78	15,55%	15,55%	<b>A</b>
Instalações Hidráulicas	R\$233.134,56	15,00%	30,55%	<b>A</b>
Esquadrias	R\$178.707,18	11,50%	42,05%	<b>A</b>
Alvenaria	R\$170.239,87	10,95%	53,01%	<b>B</b>
Emboço	R\$135.381,90	8,71%	61,72%	<b>B</b>
Laje Pré-Fabricada	R\$128.372,92	8,26%	69,98%	<b>B</b>
Pintura	R\$108.528,32	6,98%	76,96%	<b>B</b>
Instalações Elétricas	R\$82.170,38	5,29%	82,25%	<b>C</b>
Infraestrutura	R\$60.194,58	3,87%	86,12%	<b>C</b>
Vidros	R\$56.361,69	3,63%	89,75%	<b>C</b>
Escada Pré-moldada	R\$56.000,00	3,60%	93,35%	<b>C</b>
Chapisco	R\$29.849,65	1,92%	95,27%	<b>C</b>
Serviços Preliminares	R\$21.020,33	1,35%	96,62%	<b>C</b>
Serviços Complementares	R\$14.332,04	0,92%	97,54%	<b>C</b>
Impermeabilização e Isolação térmica	R\$11.465,63	0,74%	98,28%	<b>C</b>
Armação	R\$10.936,27	0,70%	98,99%	<b>C</b>
Movimentação de Terra	R\$9.554,69	0,61%	99,60%	<b>C</b>
Revestimento cerâmico	R\$4.917,90	0,32%	99,92%	<b>C</b>
Graute	R\$1.299,39	0,08%	100,00%	<b>C</b>
Valor Total	R\$1.554.201,10	100,00%		

**Quadro 24: Representação dos dados utilizado para a construção da curva ABC, para o projeto 2.**

Como apresentado nos Quadros 23 e 24, não houve variação da curva ABC para as duas plantas analisadas. Pode-se observar também que os serviços de cobertura, instalações hidráulicas e esquadrias são responsáveis por aproximadamente 50% do custo total da obra. Por sua vez, os serviços de pintura, alvenaria, emboço e laje, equivalem a 30 % dos gastos da obra. Todos os demais serviços incorporam apenas 20% dos custos totais, sendo eles, instalações elétricas, vidros, serviços complementares, impermeabilização e isolamento térmica, graute, armação, serviços preliminares, movimentação de terra, infraestrutura, chapisco, escada pré-moldada e revestimento cerâmico.

Analisando a curva ABC pode-se inferir que a diferença entre os custos totais dos projetos foi pequena, pois os serviços que apresentaram maiores discrepâncias (armação e graute) estão localizados na faixa C, ou seja, apresentam menor representatividade dos custos.

As curvas ABC dos projetos 1 e 2 estão disponíveis no apêndice C.



#### 4.5.4 Comparação com o CUB

Neste item é apresentada a comparação dos custos por metro quadrado das duas plantas, com os valores apresentados pelo CUB do mês de julho de 2017. (Quadro 35).

Comparação com o CUB	
Planta 1	R\$982,44
Planta 2	R\$979,31
CUB	R\$1.204,09

**Quadro 25: Comparação dos custos por metro quadrado com o CUB.**

Como pode ser observado no Quadro 25, os valores obtidos para as duas edificações foram menores que CUB, sendo o custo para a primeira planta 22,56% inferior ao CUB e o da segunda planta 22,95%.

A alvenaria é um processo racionalizado, ou seja, a duração da obra é inferior ao das construções convencionais, devido a maior organização do canteiro de obras, redução dos resíduos produzidos, modulação que elevam a produtividade, dentre outros fatores. Ter um menor número de etapas em sua construção, pelo fato da estrutura e vedação serem levantados simultaneamente, são alguns dos fatores que podem ter contribuído para a redução dos custos. Assim como, a variação de preço dos insumos, pois, o CUB, comumente é orçado nas capitais, no caso do estado do Paraná, na cidade de Curitiba. Dessa forma, os valores podem apresentar alterações quando considerados para o município de Toledo-PR.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da posição das aberturas no orçamento de edificação em alvenaria estrutural, utilizando blocos cerâmicos.

Dessa forma, realizou-se o orçamento comparativo entre duas plantas semelhantes, diferidas unicamente pelas distribuições de suas aberturas. Uma delas apresentavam as portas e janelas concentradas no eixo x, enquanto a segunda preferenciava o posicionamento homogêneo das aberturas entre os eixos x e y.

A partir disso, constatou-se que não houveram grandes variações nos custos dos projetos, obtendo os valores de R\$1.559.171,20 para a planta 1 e R\$1.554.201,10 para a planta 2, que representa uma redução de 0,32%. Isso se deve ao fato da posição das aberturas influenciar principalmente na resistência dos blocos. Porém, o custo dos blocos cerâmicos não é alterado em função da resistência. Com isso, a principal diferença entre os projetos analisados (resistência dos blocos) não influenciou nos custos.

No entanto, analisando os serviços separadamente, pode-se observar que o posicionamento das aberturas proporciona alterações nos quantitativos de aço e graute consumidos. A variação do graute chegou a 11,11 % a mais na planta 2. Visto que, a planta 1 detinham maiores aberturas no eixo x, por conseguinte, houve a necessidade de colocação de blocos mais resistentes, de até 12 MPa, dessa forma, a quantidade de paredes que precisaram de reforços estruturais no projeto 1 foram menores, toda via, seu consumo de aço foi 4,66% maior.

Ao analisar a curva ABC de serviços dos dois projetos, destaca-se que, as etapas com maiores divergências estão localizadas na faixa C, ou seja, faixa que representa a grande maioria dos serviços e estes correspondem a 20% dos custos da obra.

Ainda analisando a curva ABC de serviços, nota-se que ambas tiveram as mesmas distribuições, apresentando as esquadrias, coberturas e instalações hidráulicas, como as etapas mais impactantes da obra, representando até 50% dos custos totais. Isso deve-se também aos coeficientes adotados do Quadro 4, que apresentam porcentagens elevadas para estes dois últimos serviços, 12,65% e 12,2 respectivamente.

Logo, a similaridade de custo entre os dois empreendimentos, pode ser justificada pela pequena representatividade dos custos desses dois serviços no valor final da construção. A compensação dos serviços também propiciou a equiparação dos valores, visto que a planta 1 teve maior consumo de aço, e a planta 2 maior consumo de graute.

Ao analisar os custos por metro quadrado de edificação observa-se que ambos os projetos se encontram abaixo do valor adotado do CUB do mês de julho de 2017, sendo o primeiro empreendimento 22,56% inferior e o segundo 22,95%. Dessa forma, esse fator confirma a economia do sistema em alvenaria estrutural.

Portanto, os objetivos do estudo foram alcançados. Todavia é importante ressaltar que os resultados deste trabalho se aplicam aos projetos analisados exclusivamente, não sendo recomendado a generalização dos resultados, uma vez que os custos dos insumos variam de acordo com a região, o que gera influência nos resultados.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

Como continuidade dessa pesquisa alguns temas são sugeridos.

- Realizar o levantamento de custos para dois projetos com diferentes distribuições de aberturas, utilizando blocos estruturais cerâmico, em edificações com mais de 8 pavimentos.
- Realizar o levantamento de custos para dois projetos com diferentes distribuições de aberturas, utilizando blocos estruturais de concreto, em edificações com mais de 8 pavimentos.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado: Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios: Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: Requisitos. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural: Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15812-1**: Alvenaria estrutural: Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro, 2010

\_\_\_\_\_. **NBR 15961-1**: Alvenaria Estrutural-Blocos de Concreto Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15961-2**: Alvenaria Estrutural-Blocos de Concreto Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

ALVES, Natália S. D., **Análise de custos: Alvenaria estrutural x estrutura pré-moldada**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte MG, 2014.

ANDRADA, Bruno Lima Caldeira de. **A relevância do orçamento detalhado no cumprimento de prazo de execução de contratos de obras públicas**. Universidade de Brasília. Artigo Publicado, 2008.

BALDUINO, Gabriel M., **Comparativo econômico entre os sistemas construtivos: Estrutura aporricada de concreto armado com fechamento em blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto – estudo de caso**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2016.

BARBOSA, Ana K. de S., **Execução e controle de alvenaria estrutural em blocos de concreto segundo nova normalização Brasileira**. Tese (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos -SP, 2011.

BARBOSA, Claudius de S., **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2004.

BENETTI, Daniel., **Influência da posição das aberturas no dimensionamento da alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo -PR, 2016.

BORGES, Lucas F., **Estudo de caso sobre fundações para edifícios em alvenaria estrutural**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2012.

CALLISTER, Jr., William D., **Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução**. 7ª edição Rio de Janeiro, Editora LTC 705p. 2008.

CAMPOS, João C. de., **Alvenaria Estrutural especialização em Engenharia de Estruturas**. Desenvolvimento de material didático ou institucional – Capacitação técnica, 2013.

CESAR, Ana M. R.V.C.; ANTUNES, Maria T.P., **A Utilização do Método do Estudo de Caso em Pesquisas da Área de Contabilidade**. Artigo Publicado. XXXII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro-RJ, set. 2008.

GONZÁLES, Marco A. S., **Noções de Orçamento e Planejamento de Obra**. Notas de Aula. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo -RS, 2008.

HELENA JÚNIOR, Flávio, **Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo -SP, 2012.

HIRT, Emilly; MARANGONI, Kerolyn P., **Estudos sobre a utilização de alvenaria estrutural em obras da região metropolitana de Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2013.

JACOBY, Pablo C.; PELISSER, Fernando., **Comparação de custos de um edifício residencial executado em alvenaria estrutural e em concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma-SC, 2015.

KALIL, Sílvia M. B., **Alvenaria Estrutural**. Desenvolvimento de material didático ou institucional, Pontifícia Universidade Católica, Rio Grande do Sul, 2013.

KATO, Ricardo B., **Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria da construção enxuta**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2002.

KLEIN, Bruno G.; MARONEZI, Vinícius., **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2013.

LIMMER, Carl V., **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MACHADO, Julia F., **Diretrizes para projetos em alvenaria estrutural – Modulação e detalhes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria -RS, 2014.

MATTOS, A. D., **Como preparar orçamento de obras**: dicas para orçamentista, estudos de caso, exemplos. São Paulo: Ed. PINI, 2006.

MICHELS, Verônica L.; ARAÚJO, Jakson F. B., **Estudo de caso - Comparativo dos custos diretos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma -SC, 2016.

MICHEVIZ, Juliana; SANTOS, Juliane da C.; TEIXEIRA, Alexandre N., **Análise experimental de blocos de concreto com função estrutural produzidos com agregados leves**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

MELHADO, Silvio B.; VIOLANI, M. A. F., **Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. Boletim Técnico. São Paulo: POLI/USP, 1992.

NUNES, Claudio C.; JUNGES, Elisabeth., **Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT**. Artigo Apresentado. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC 2008, Fortaleza -CE, 2008.

OLIVEIRA, Otávio J., **Avaliação de desempenho dos aspectos relacionados à gestão do projeto de edificações junto às empresas contratantes**. Artigo apresentado. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

PARSEKIAN, Guilherme A.; FRANCO, Luiz S., **Recomendações para projeto e execução de alvenaria estrutural protendida**. São Paulo, 2002

PILOTTO, Gisah A.; VALLE, Thompson R. do., **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

POYASTRO, Patricia C., **Comparação entre blocos cerâmicos e em concreto, quanto a custo e produtividade, quando utilizamos em alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre -RS, 2008.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, L.R., OLIVEIRA, A.L., BEDIN, C.A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 1ª ed. 61 p. Grupo de Tecnologia em Materiais e Componentes à Base de Cimento Portland. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S., **Projeto de edifício de alvenaria estrutural**. 1. ed. São Paulo - SP: Pini, 2003

RAUBER, Felipe C., **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2005.

REBOREDO, André R., Dimensionamento de um edifício em alvenaria estrutural de blocos de concreto: Comentários sobre a NBR 15961-1 (2011). 173 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2013.

RIBEIRO, Mariana S. de B., **Orientações para projetos arquitetônicos: funcionamento estrutural e particularidades do sistema em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2010.



ROMAN, H. R.; FILHO, PARIZOTTO, S. F., **Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos**. 2006. Desenvolvimento de material didático ou institucional – Capacitação técnica, 2006.

SALESSE, Juliana M., **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos de concreto – estudo de caso em Toledo - PR**. 47 f. Monografia (Especialização em Projeto de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo - PR, 2012.

SANTOS, Everton de B., **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2013.

SANTOS, Denise R.; BEZERRA, Jonas S.; SILVA, Daiany S.; LORDSLEEM JR, Alberto C.; MELHADO, Silvio B., **Impacto do projeto de alvenaria na geração de resíduos de construção civil: estudo de caso**. Artigo publicado em evento. Universidade Federal de Viçosa, ago. 2015.

SILVA, Alisson H. da; SANTOS, Débora de G.; ROMAN, Humberto R.; HEINECK, Fernando M., **Custos e produtividade em alvenaria estrutural – análise comparativa entre 12 prédios com estrutura em blocos cerâmicos, 3 prédios em blocos de concreto e 8 prédios com estrutura convencional de concreto armado**. Artigo apresentado. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

SILVA, Mozart B. da., **Manual de BDI- Como incluir benefícios e despesas indiretas em orçamentos de obras de construção civil**. 1 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2006.

SPINA, Vanessa F., **Alvenaria Estrutural x Paredes de Concreto na Construção de Habitações de Interesse Social: As Influências do Método Construtivo na Liberdade Projetual**. Especialize, Jul. 2016.

TCPO 14, **Tabela de Composição de Preços para Orçamentos**. –14. Ed.--São Paulo: Pini, 2012.

**APÊNDICE A:** Valores propostos pela TCPO.

<b>ARMADURA DE AÇO CA-50 PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, CORTE, DOBRA E MONTAGEM (Kg)</b>		
COMPONENTES	UNIDADES	CONSUMO
Ajudante de Armador	Horas	0,14
Armador	Horas	0,08
Máquina de dobrar ferro, elétrico, potência 5 hp(3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32 mm e CA- 50 até 25 mm - vida útil 20.000 h	h prod.	0,06
Aço CA- 50	Kg	1,1
Arame recozido nº 18 BWG - $\Phi$ 1,25 mm	Kg	0,025
Espaçador circular de plástico para pilares, fundos e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento 30 mm)	Unidade.	11,4

<b>PINTURA DE PAREDE-ACRÍLICA-M<sup>2</sup></b>			
Componentes	Unidade	Com 2 demãos	Com 3 demãos
Ajudante de pintor	Horas	0,35	0,4
Pintor	Horas	0,4	0,5
Líquido preparador de superfícies	L	0,12	0,12
Tinta látex acrílica	L	0,17	0,24
Lixa Grana: 100 para superfícies madeira/massa	Unidade	0,25	0,25

<b>ARGAMASSA MASSA ÚNICA 10 mm -M<sup>2</sup></b>		
Componente	Unidade	Consumo
Pedreiro	Horas	0,5
Servente	Horas	0,5
Argamassa Pré-fabricada para revestimento interno, externo e assentamento de alvenaria e pisos	Kg	17
Misturador de argamassa, elétrica, potência 3hp (2,2 kW), capacidade 3,50 m <sup>2</sup> /h-vida útil 10.000h	H. prod.	0,0034

<b>CERÂMICA E AJULEJOS- CERÂMICOS-M<sup>2</sup></b>		
Componentes	Unidade	Consumo
Ladrilhista	Horas	0,55
Servente	Horas	0,12
Argamassa pré-fabricada para rejuntamento cerâmico	Kg	0,95
Argamassa de cimento colante pré-fabricada para assentamento de peças cerâmicas	Kg	4
Placa cerâmica extrudada de alta resistência com garras de fixação (espessura: 9mm/ comprimento: 240mm/largura: 115mm)	m <sup>2</sup>	1,1

<b>Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, de correr, com contra marcos, Unidade m<sup>2</sup></b>		
Descrição	Unidade	Consumo
Pedreiro	H	1,5
Servente	H	1
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0049
Cimento portland CP II-E-32 (resistência de 23 Mpa)	Kg	1,94
Caixilho de alumínio sob encomenda de correr duas folhas com acabamento natural	m <sup>2</sup>	1

<b>Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, fixa, com contra marcos, Unidade m<sup>2</sup></b>		
Descrição	Unidade	Consumo
Pedreiro	H	1,5
Servente	H	1
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0049
Cimento portland CP II-E-32 (resistência de 23 Mpa)	Kg	1,94
Caixilho de alumínio sob encomenda, fixo para vidro	m <sup>2</sup>	1

<b>Porta externa de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem- Unidade</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>
Ajudante de carpinteiro	h	3,75
Carpinteiro	h	3,75
Pedreiro	h	1,4
Servente	h	1,4
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0106
Cal hidratada CH III	kg	1,72
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 Mpa)	kg	1,72
Prego 16 x 24 com cabeça (comprimento: 55,2 mm / diâmetro da cabeça: 2.7 mm)	kg	0,25
Parafuso madeira cabeça chata fenda simples - zincado branco (comprimento: 90 mm / diâmetro nominal: 6,10 mm)	Unidade	8
Taco de madeira para instalação de portas e janelas (espessura: 15,00 mm / largura: 50,00 mm / altura: 60,00 mm / tipo de madeira: peroba)	Unidade	6
Batente de madeira para porta de uma folha - vão de até 0,90 m x 2,10 m (espessura: 30,00 mm / largura: 150,00 mm / tipo de madeira: peroba /perímetro: 5.40 m)	Unidade	1
Guarnição de madeira para porta uma folha - vão de até 0,90 m x 2,10 m (tipo de madeira: peroba / largura: 50,00 mm / espessura: 10,00 mm)	Unidade	2
Porta de madeira almofadada duas faces-trabalhada (espessura 35 mm)	Unidade	1
Dobradiça de ferro tipo leve com pino solto altura 3" largura 2 1/2"	Unidade	3
Fechadura completa para porta externa em latão (encaixe: 40 mm / extremidades testa e contratesta: retas / tipo de fechadura: cilindro / tipo de guarnição: espelho / tipo de maçaneta: alavanca)	Unidade	1

<b>Vidro temperado, colocado em caixilho com ou sem baguetes, com gaxeta de neoprene- com espessura de 10 mm- Unidade m<sup>2</sup></b>		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>
Vidro temperado	m <sup>2</sup>	1
Diversos sobre materiais para colocação de vidros	%	20

<b>LAJE PRÉ - FABRICADA TRELIÇADA PARA PISO OU COBERTURA, INTEREIXO 50 CM - M<sup>2</sup></b>		
Componentes	Unidade	Consumo
Carpinteiro	h	0,43
Armador	h	0,1
Pedreiro	h	0,3
Servente	h	1,3
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,061
Pedra britada tipo 1	m <sup>3</sup>	0,014
Pedra britada tipo 2	m <sup>3</sup>	0,041
Cimento Portland CP II e 32( Resistência 32 Mpa)	Kg	18
Laje pré-fabricada convencional para forro	m <sup>2</sup>	1
Barra de aço CA-50-1/4 "( massa linear 0,245 kg/m/m bitola: 6,30mm)	Kg	1,24
Pontalete de cedro 3º construção ( seção transversal 3x3" )	m	1,01
Sarrafo ( seção transversal : 1x4"/altura: 100mm espessura 25 mm)	m	0,74
Tábua de cedrinho ( seção transversal: 1x12")	m	0,33
Prego com cabeça 19x33 ( comprimento: 75, 9mm/diâmetro da cabeça: 3,9 mm)	Kg	0,02
Betoneira elétrica, potência: 2 hp(1,5 k), capacidade 400 l-vida útil 10.000 h	H. produção	0,0153

<b>Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5mm</b>		
Descrição	Unidade	Coefficiente
Pedreiro	h	0,1
Servente	h	0,1
Argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3	m <sup>3</sup>	0,005

**APÊNDICE B:** Composição de custos unitários e totais dos serviços.

<b>Vidro temperado, colocado em caixilho com ou sem baguetes, com gaxeta de neoprene-com espessura de 10 mm- Unidade m<sup>2</sup></b>				
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Total</b>
Vidro temperado	m <sup>2</sup>	1	R\$203,40	203,4
Diversos sobre materiais para colocação de vidros	%	20	R\$40,68	40,68
Total				244,08

<b>Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, fixa, com contra marcos, Unidade m<sup>2</sup></b>				
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço Total</b>
Pedreiro	h	1,5	R\$ 17,31	R\$ 25,97
Servente	h	1	R\$ 12,27	R\$ 12,27
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0049	R\$ 53,00	R\$ 0,26
Cimento portland CP II-E-32 (resistência de 23 Mpa)	kg	1,94	R\$ 0,45	R\$ 0,87
Caixilho de alumínio sob encomenda, fixo para vidro	m <sup>2</sup>	1	R\$440,01	R\$ 440,01
Total				R\$ 479,38

<b>Janela de alumínio sob encomenda, colocação e acabamento, de correr, com contra marcos, Unidade m<sup>2</sup></b>				
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço para 1 m<sup>2</sup></b>
Pedreiro	h	1,5	R\$ 17,31	R\$ 25,97
Servente	h	1	R\$ 12,27	R\$ 12,27
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0049	R\$ 53,00	R\$ 0,26
Cimento portland CP II-E-32 (resistência de 23 Mpa)	kg	1,94	R\$ 0,45	R\$ 0,87
Caixilho de alumínio sob encomenda de correr duas folhas com acabamento natural	m <sup>2</sup>	1	R\$440,01	R\$ 440,01
Total				R\$ 479,38

<b>Porta externa de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem- Unidade</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Total</b>
Ajudante de carpinteiro	h	3,75	R\$ 13,01	R\$ 48,79
Carpinteiro	h	3,75	R\$ 17,05	R\$ 63,94
Pedreiro	h	1,4	R\$ 17,31	R\$ 24,23
Servente	h	1,4	R\$ 12,27	R\$ 17,18
Areia Média	m <sup>3</sup>	0,0106	R\$ 53,00	R\$ 0,56
Cal hidratada CH III	kg	1,72	R\$ 0,28	R\$ 0,48
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 Mpa)	kg	1,72	R\$ 0,45	R\$ 0,77
Prego 16 x 24 com cabeça (comprimento: 55,2 mm / diâmetro da cabeça: 2.7 mm)	kg	0,25	R\$ 7,80	R\$ 1,95
Parafuso madeira cabeça chata fenda simples - zincado branco (comprimento: 90 mm / diâmetro nominal: 6,10 mm)	Unidade	8	R\$0,19	R\$ 1,52
Taco de madeira para instalação de portas e janelas (espessura: 15,00 mm / largura: 50,00 mm / altura: 60,00 mm / tipo de madeira: peroba)	Unidade	6	R\$0,15	R\$ 0,89
Batente de madeira para porta de uma folha - vão de até 0,90 m x2,10 m (espessura: 30,00 mm / largura: 150,00 mm / tipo de madeira: peroba /perímetro: 5.40 m)	Unidade	1	R\$117,51	R\$ 117,51
Guarnição de madeira para porta uma folha - vão de até 0,90 m x 2,10 m (tipo de madeira: peroba / largura: 50,00 mm / espessura: 10,00 mm)	Unidade	2	R\$16,52	R\$ 33,05
Porta de madeira almofadada duas faces- trabalhada (espessura 35 mm)	Unidade	1	R\$ 101,74	R\$ 101,74
Dobradiça de ferro tipo leve com pino solto altura 3" largura 2 1/2"	Unidade	3	R\$ 10,30	R\$ 30,90
Fechadura completa para porta externa em latão (encaixe: 40 mm / extremidades testa e contratesta: retas / tipo de fechadura: cilindro / tipo de guarnição: espelho / tipo de maçaneta: alavanca)	Unidade	1	34,33	R\$ 34,33
<b>Total</b>				<b>R\$ 477,84</b>



ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2014 (m <sup>2</sup> )				
Componentes	Unidade	Consumo Médio	Preço Unitário	Preço Total
Pedreiro	h	0,9	R\$17,31	R\$15,58
Servente	h	0,45	R\$12,27	R\$5,52
ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m <sup>3</sup>	0,0141	R\$315,91	R\$4,45
BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	Unidade	13,76	R\$1,50	R\$20,64
MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	Unidade	1,4	R\$0,75	R\$1,05
CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA, 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	Unidade	2,8	R\$1,50	R\$4,20
TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, M 1,92 MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	m	0,395	R\$1,99	R\$0,79
Total				R\$52,23

LAJE PRÉ - FABRICADA TRELIÇADA PARA PISO OU COBERTURA, INTEREIXO 50 CM - M <sup>2</sup>				
Componentes	Unidade	Consumo	Custo Unitário	Custo Total
Carpinteiro	h	0,43	17,31	7,44
Armador	h	0,1	17,31	1,73
Pedreiro	h	0,3	17,31	5,19
Servente	h	1,3	12,27	15,95
Areia lavada tipo média	m <sup>3</sup>	0,061	53,00	3,23
Pedra britada tipo 1	m <sup>3</sup>	0,014	38,46	0,54
Pedra britada tipo 2	m <sup>3</sup>	0,041	38,46	1,58
Cimento Portland CP II e 32( Resistência 32 Mpa)	Kg	18	0,45	8,10
Laje pré-fabricada convencional para forro	m <sup>2</sup>	1	27,15	27,15
Barra de aço CA-50-1/4 "( massa linear 0,245 kg/m/m bitola: 6,30mm)	Kg	1,24	3,40	4,22
Pontaletes de cedro 3º construção ( seção transversal 3x3" )	m	1,01	1,98	2,00
Sarrafo ( seção transversal : 1x4"/altura: 100mm espessura 25 mm)	m	0,74	1,37	1,01
Tábua de cedrinho ( seção transversal: 1x12")	m	0,33	7,81	2,58
Prego com cabeça 19x33( comprimento: 75, 9mm/diâmetro da cabeça: 3,9 mm)	Kg	0,02	7,42	0,15
Betoneira elétrica, potência: 2 hp(1,5 k), capacidade 400 l-vida útil 10.000 h	H. produção	0,0153	1,07	0,02
Total				80,89

ARMADURA DE AÇO CA-50 PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, CORTE, DOBRA E MONTAGEM (Kg)				
COMPONENTES	UNIDADES	CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Ajudante de Armador	h	0,14	R\$13,01	R\$1,82
Armador	h	0,08	R\$17,31	R\$1,38
Máquina de dobrar ferro, elétrico, potência 5 hp(3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32 mm e CA- 50 até 25 mm - vida útil 20.000 h	h prod.	0,06	R\$6,82	R\$0,41
Aço CA- 50	Kg	1,1	R\$3,03	R\$3,33
Arame recozido n° 18 BWG - $\Phi$ 1,25 mm	Kg	0,025	R\$7,10	R\$0,18
Espaçador circular de plástico para pilares, fundos e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento 30 mm)	unid.	11,4	R\$0,21	R\$2,39
Total				R\$9,52

PINTURA DE PAREDE-ACRÍLICA-M <sup>2</sup>						
Componentes	Unidade	Com 2 demãos	Com 3 demãos	Preço Unitário	Preço Total (2 demãos)	Preço Total (3 demãos )
Ajudante de pintor	Horas	0,35	0,4	R\$13,03	R\$4,56	R\$5,21
Pintor	Horas	0,4	0,5	R\$17,31	R\$6,92	R\$8,66
Líquido preparador de superfícies	l	0,12	0,12	R\$8,95	R\$1,07	R\$1,07
Tinta látex acrílica	l	0,17	0,24	R\$7,11	R\$1,21	R\$1,71
Lixa Grana: 100 para superfícies madeira/massa	Unidade	0,25	0,25	R\$1,56	R\$0,39	R\$0,39
Total					R\$14,16	R\$17,04

ARGAMASSA MASSA ÚNICA 10 mm -M <sup>2</sup>				
Componente	Unidade	Consumo	Preço Unitário	Preço Total
Pedreiro	Horas	0,5	R\$17,31	R\$8,66
Servente	Horas	0,5	R\$12,27	R\$6,14
Argamassa Pré-fabricada para revestimento interno, externo e assentamento de alvenaria e pisos	kg	17	R\$0,38	R\$6,46
Misturador de argamassa, elétrica, potência 3hp(2,2 kW), capacidade 3,50 m <sup>2</sup> /h-vida útil 10.000h	H. prod.	0,0034	R\$0,89	R\$0,00
Total				R\$21,25

CERÂMICA E AJULEJOS- CERÂMICOS				
Componentes	Unidade	Consumo	Preço Unitário	Preço Total
Ladrilhista	Horas	0,55	R\$15,73	R\$8,65
Servente	Horas	0,12	R\$12,27	R\$1,47
Argamassa pré-fabricada para rejuntamento cerâmico	kg	0,95	R\$2,42	R\$2,30
Argamassa de cimento colante pré-fabricada para assentamento de peças cerâmicas-AC II	kg	4	R\$0,84	R\$3,36
Placa cerâmica extrudada de alta resistência com garras de fixação (espessura: 9mm/ comprimento: 240mm/largura: 115mm)	m <sup>2</sup>	1,1	R\$15,71	R\$17,28
Total				R\$33,06

### APÊNDICE C: Curva ABC de serviços.

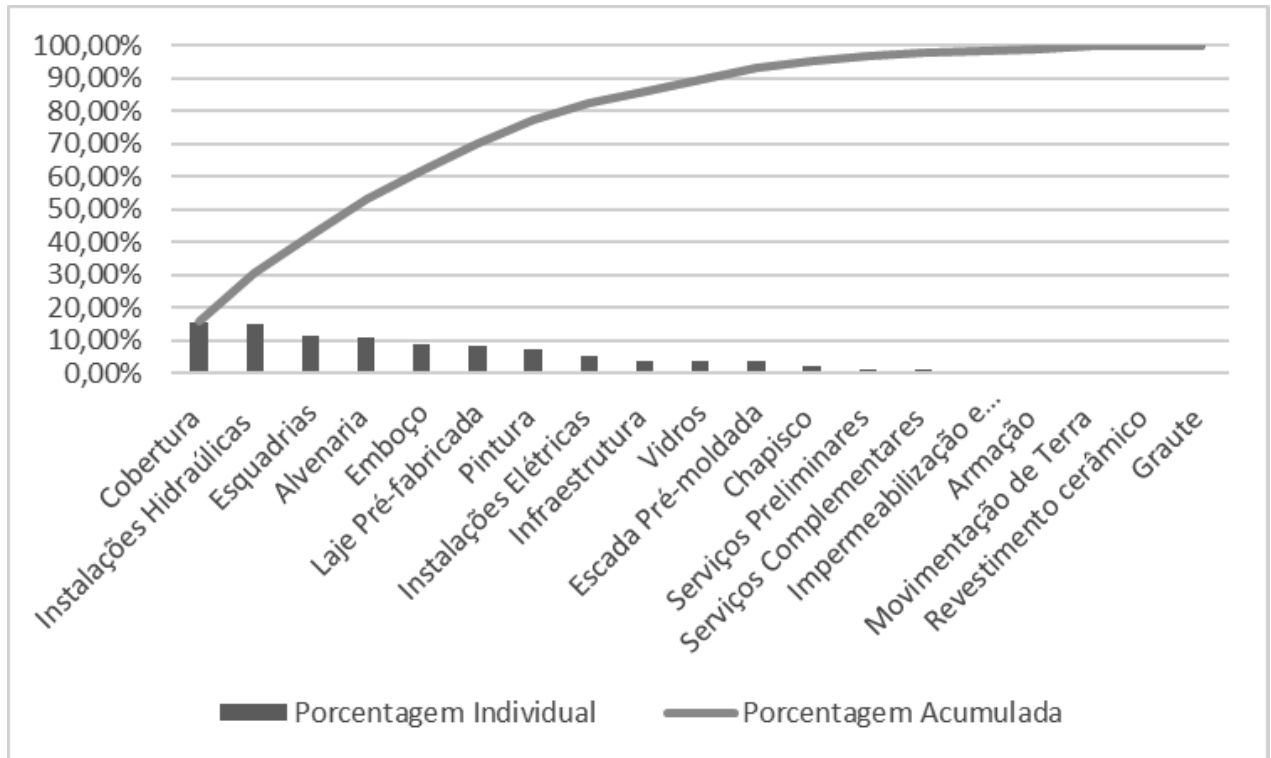


Figura 10: Curva ABC do projeto 1.

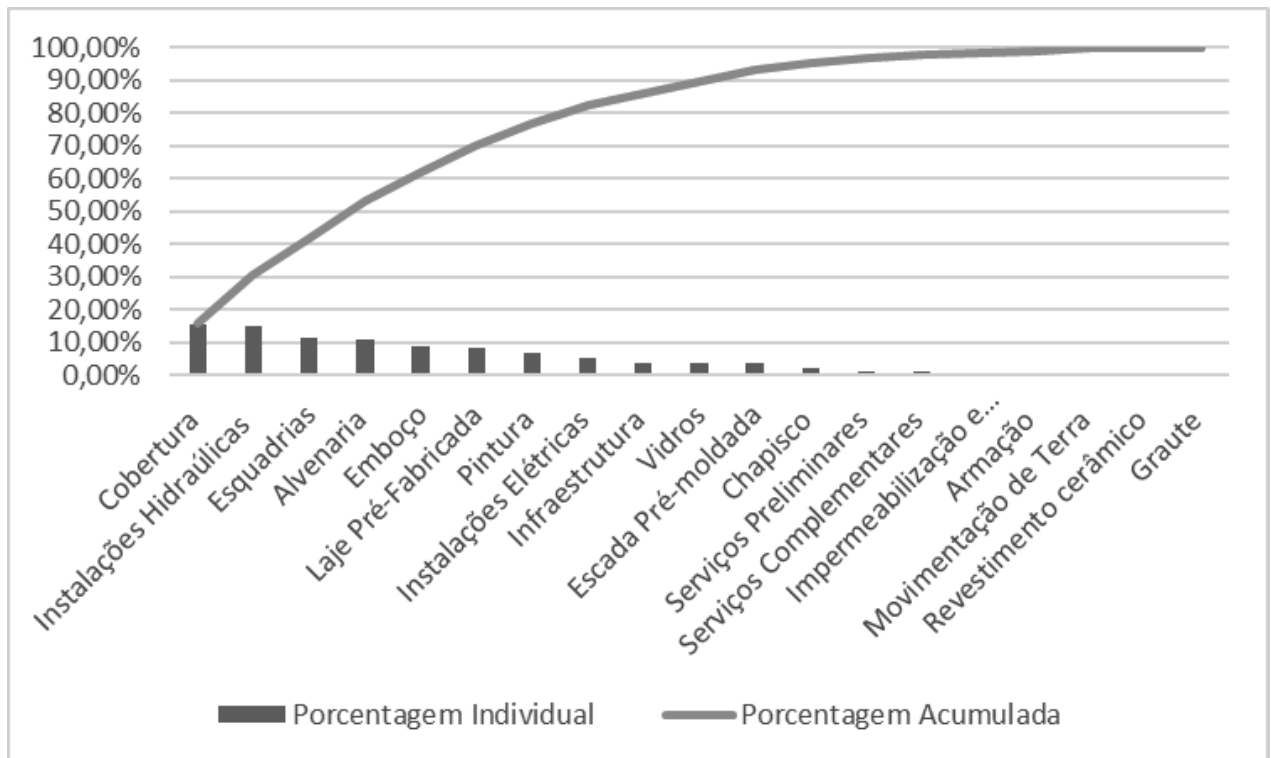


Figura 11: Curva ABC do projeto 2.