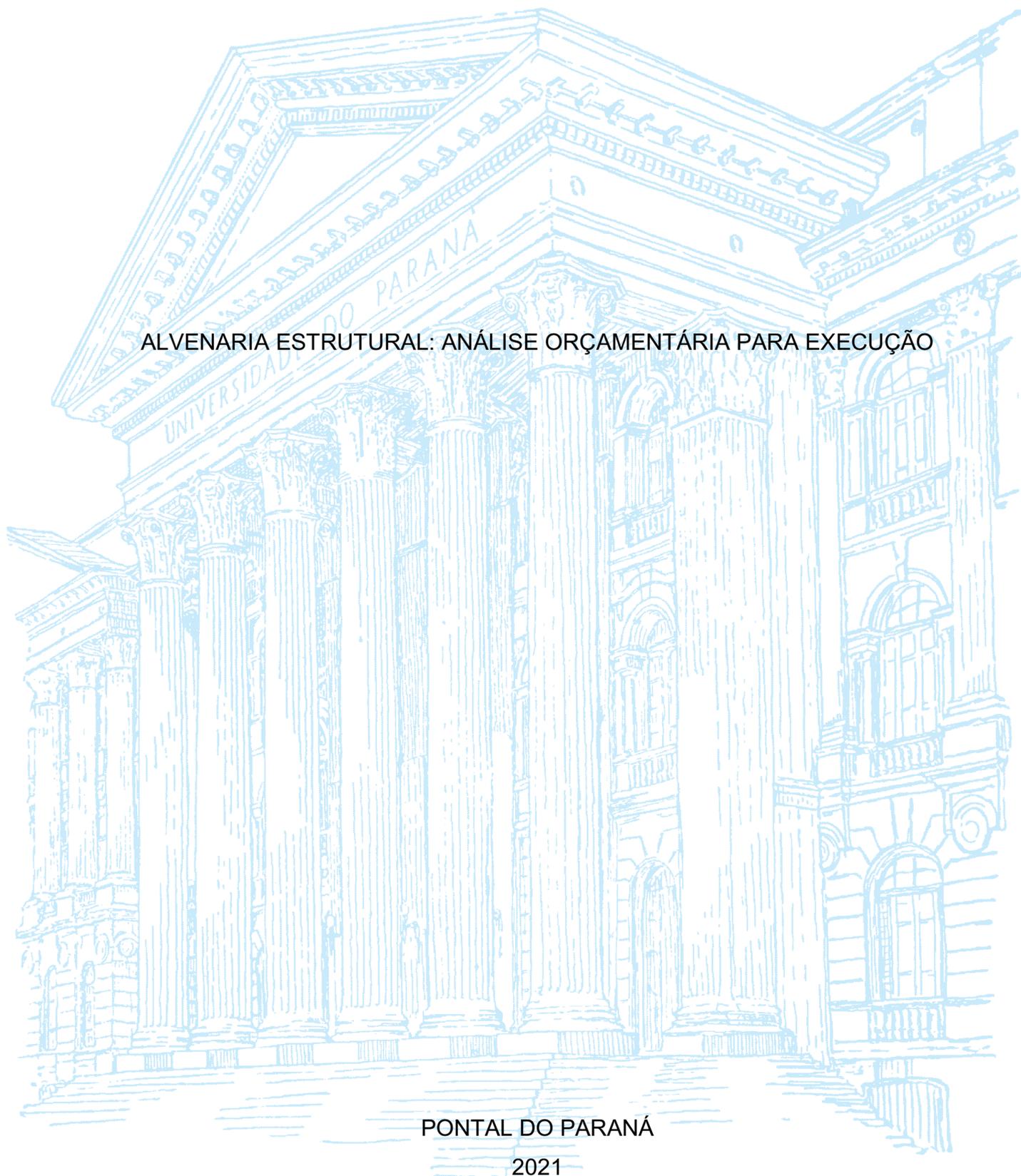


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HENRIQUE MALAGUTTI FAZOLIN

ALVENARIA ESTRUTURAL: ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA PARA EXECUÇÃO



PONTAL DO PARANÁ

2021

HENRIQUE MALAGUTTI FAZOLIN

ALVENARIA ESTRUTURAL: ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA PARA EXECUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Elizabete Yukiko Nakanishi Bavastri

PONTAL DO PARANÁ

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE:  
UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar  
Fernanda Pigozzi – CRB 9/1151

Fazolin, Henrique Malagutti  
F298a Alvenaria estrutural: análise orçamentária para execução. / Henrique Malagutti  
Fazolin. – Pontal do Paraná, 2021.  
67 f.: il., 29 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Elizabete Yukiko Nakanishi Bavastri.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Campus Pontal do  
Paraná, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

1. Engenharia Civil - estrutura. 2. Orçamento. 3. Blocos de concreto.  
4. Planejamento. 5. Viabilidade. I. Título. II. Bavastri, Elizabete Yukiko Nakanishi.  
III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 624.1

## TERMO DE APROVAÇÃO

Henrique Malaguitti Fazolin

### “ALVENARIA ESTRUTURAL: ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA PARA EXECUÇÃO”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:



Eng. Civil e Eng. Florestal Rafael Luis Leite Grillo



Eng. Civil Edson Wilibaldo Vier



Prof. Dra. Enga. Elizabeth Yukiko Nakarishi Bavastri - CEM/UFPR  
Presidente

Pontal do Paraná, 26 de março de 2021.

Dedico este trabalho à Deus, meus amigos e minha família que me ajudaram durante esta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus por me dar forças, empenho e inteligência para concluir esse trabalho.

Aos meus pais e amigos pelo apoio durante essa etapa da minha vida.

À Professora Elizabete pela orientação nesse trabalho.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Paraná e todos os professores que participaram da minha formação acadêmica.

A lei da atração é a lei da natureza. Ela é tão imparcial quanto a lei da gravidade. (RHONDA BYRNE)

## RESUMO

A construção civil é dominada por estruturas de concreto armado porém com o aumento de custos e intenção de minimizar desperdícios no processo construtivo é interessante estudar a possibilidade de construir com diferentes métodos disponíveis na região em que a obra será executada. A alvenaria estrutural é um método construtivo bastante antigo, e com a evolução dos cálculos na engenharia civil se tornou cada vez mais viável, pois diminui tempo de execução, retrabalho e melhor organização da compatibilização entre os projetos. A partir da década de 50 começaram a surgir edifícios projetados em alvenaria estrutural, com cálculos para a redução da espessura adotada nas paredes da época, otimizando assim a construção. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é efetuar dois tipos de orçamentos detalhados para a execução de um projeto de uma residência unifamiliar com área construída de 75 m<sup>2</sup>, de forma a reunir todos os dados, como listagem dos materiais necessários e comparar os resultados entre os dois métodos construtivos elaborados em alvenaria estrutural e em construção convencional. Os resultados mostraram que o valor orçado para a execução da obra em alvenaria estrutural é menor do que o convencional. Tendo como conclusão que empregar métodos construtivos diferente ao invés do usual, pode tornar-se vantajoso do ponto de vista financeiro, principalmente quando se tratar do projeto bem racionalizado o que traz maior viabilidade na execução.

Palavras-chave: Orçamento. Blocos de concreto. SINAPI. Planejamento. Viabilidade.

## **ABSTRACT**

Civil construction is dominated by reinforced concrete structures, however, with the increase in costs and the intention of minimizing waste in the construction process, it is interesting to study the possibility of building with different methods available in the region that will be built. Structural masonry is a very old construction method, and with the evolution of calculations in civil engineering it has become increasingly viable, because it decrease the construction time, rework and improve compatibility between projects. Structural masonry buildings began to appear in the 1950s, with calculations to reduce the thickness of the walls, optimizing construction. In this sense, the objective of this work is to make two types of detailed budgets for the execution of a project of a single-family residence having 75 m<sup>2</sup> of built area in order to gather all the data, such as listing the necessary materials and comparing the results between the two construction methods elaborated in structural masonry and in conventional construction. The results showed that the budgeted value for the execution of the structural masonry work is lower than the conventional one. The conclusion is that use construction methods unusual instead of the usual, may become worthwhile, mainly when the project is well rationalized, what brings greater feasibility in execution.

Keywords: Budget. Concrete block. SINAPI. Planning. Viability

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – HOTEL EXCALIBUR LAS VEGAS .....	20
FIGURA 2 – CORTE (1ª e 2ª FIADA) E ELEVAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL .....	22
FIGURA 3 – SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTUAL .....	26
FIGURA 4 – FLUXOGRAMA PARA ORÇAMENTAÇÃO .....	29
FIGURA 5 – PLANTA BAIXA .....	31
FIGURA 6 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E VIGAS .....	31
FIGURA 7 – PLANTA BAIXA DA PRIMEIRA FIADA .....	32
FIGURA 8 – PLANTA BAIXA DA SEGUNDA FIADA .....	32
FIGURA 9 – FAMÍLIA 39 DE BLOCOS DE CONCRETO .....	33
FIGURA 10 – FLUXOGRAMA PARA ARMAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL .	35
FIGURA 11 – BLOCO CERÂMICO 6 FUROS .....	37
FIGURA 12 – PLANTA BAIXA HUMANIZADA.....	40
FIGURA 13 – FACHADAS EM PROJEÇÃO 3D.....	41
FIGURA 14 – DETALHAMENTO DA FORMA E ARMADURA DOS PILARES.....	47
FIGURA 15 – DETALHAMENTO DA FORMA E ARMADURA DAS VIGAS RESPALDO .....	47
FIGURA 16 – DETALHAMENTO DA AMARRAÇÃO EM T COM BLOCO 54.....	54
FIGURA 18 – ELEVAÇÃO DA PAREDE 08.....	56
FIGURA 19 - DETALHAMENTO ESQUEMÁTICO DOS LOCAIS DE GRAUTEAMENTO.....	60

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39, FBK ATÉ 8 MPA, ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA (m <sup>2</sup> ).....	34
TABELA 2 - CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA (m).....	34
TABELA 3 – GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL (m <sup>3</sup> ).35	
TABELA 4 - VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93191) (m) .....	36
TABELA 5 – VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5M DE VÃO (SINAPI 93192) (m) .....	36
TABELA 6 – CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93199) (m) .....	36
TABELA 7– MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE VIGA (SINAPI 92448) (m <sup>3</sup> ).....	37
TABELA 8 – CONCRETO FCK = 25MPA TRAÇO 1:2,3:2,7 PREPARO EM BETONEIRA 400L (SINAPI 94965) (m <sup>3</sup> ).....	38
TABELA 9 – LANÇAMENTO COM O USO DE BALDES (SINAPI 92873) (m <sup>3</sup> ).....	38
TABELA 10 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 10,0MM (SINAPI 92778) (Kg) .....	38
TABELA 11 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 8,00MM (SINAPI 92777) (Kg) .....	38
TABELA 12 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 5,00MM (SINAPI 92775) (Kg) .....	39
TABELA 13 – VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93187) (m) .....	39

TABELA 14 – ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19 (SINAPI 87507) (m <sup>2</sup> ) .....	39
TABELA 15 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FORMA COM BASE NA SINAPI 92270 (m <sup>2</sup> ) .....	43
TABELA 16 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ESCORAS COM BASE NA SINAPI 92273 (m).....	44
TABELA 17 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS COM BASE NA SINAPI 92448 (m <sup>2</sup> ) .....	44
TABELA 18 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FABRICAÇÃO DE CONCRETO COM BASE NA SINAPI 94965 (m <sup>3</sup> ).....	45
TABELA 19 – RESUMO DAS BARRAS DE AÇO .....	48
TABELA 20 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92777 (Kg).....	48
TABELA 21 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92778 (Kg).....	48
TABELA 22 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92775 (Kg).....	49
TABELA 23 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA COM BASE NA SINAPI 87292 (m <sup>3</sup> ).....	50
TABELA 24 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BASE NA SINAPI 87507 (m <sup>2</sup> ).....	50
TABELA 25 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA E CONTRAVERGA COM BASE NA SINAPI 93187 (m) .....	51
TABELA 26 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 COM BASE NA SINAPI 88715 (m <sup>3</sup> ).....	52
TABELA 27 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL COM BASE NA SINAPI 89460 (m <sup>2</sup> ).....	53
TABELA 28 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA GRAUTE FGK=20MPA TRAÇO 1:0,04:1,6:1,9 COM BASE NA SINAPI 90279 (m <sup>3</sup> ).....	56
TABELA 29 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA CINTA DE AMARRAÇÃO COM BASE NA SINAPI 93205 (m) .....	57
TABELA 30 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA DE JANELAS COM BASE NA SINAPI 93191 (m) .....	57

TABELA 31 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA DE PORTAS COM BASE NA SINAPI 93192 (m).....	58
TABELA 32 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA CONTRAVERGA COM BASE NA SINAPI 93199 (m).....	59

## **LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS**

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
SINAPI	- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	- Tabela de composições de Preços para Orçamentos
BDI	- Benefícios e Despesas Indiretas
PFUI	- Proposta de Financiamento de Unidade Isolada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo geral.....	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 METODOLOGIA.....	17
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	19
2.1.1 Contexto histórico.....	19
2.1.2 O projeto em alvenaria estrutural.....	21
2.1.3 Normatização.....	24
2.1.4 Execução.....	25
2.2 PLANEJAMENTO DE OBRA.....	26
2.2.1 Orçamento.....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
3.1 PROJETO.....	30
3.2 ORÇAMENTO.....	33
3.2.1 Orçamento para alvenaria estrutural.....	33
3.2.2 Orçamento para alvenaria convencional.....	37
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
4.1 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL.....	42
4.1.1 Estrutura em concreto armado.....	42
4.1.2 Orçamento para execução da alvenaria de vedação.....	50
4.2 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	52
4.3 COMPARATIVO ENTRE OS ORÇAMENTOS.....	62
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>63</b>
4.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	63
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXO 01</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXO 02</b> .....	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área na qual ocorre muitos desperdícios, materiais são “esbanjados” muitas vezes sem controle, além do gasto de tempo em retrabalhos. Pois nem sempre todas as fases de projeto são realizadas de forma “ideal”, ou seja, organizada e compatibilizada, surgindo assim conflitos entre os diversos projetos, conseqüentemente acarretando mudanças na execução principalmente dos projetos hidráulicos, sanitários e elétricos durante a obra. Por conseguinte, faz com que sejam necessários mais investimentos além do previsto no orçamento inicial, trazendo como efeito mudanças nos prazos de entrega da construção.

Nesse sentido, empregar alvenaria estrutural em um projeto pode trazer para o cliente uma economia de até 30% quando bem projetada e gerenciada, isso devido basicamente a simplificação das técnicas de execução e economia de formas e escoramento (CAMACHO 2006).

Segundo Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006, p.04) “No processo criativo de uma edificação em alvenaria estrutural é fundamental a perfeita integração entre arquiteto e engenheiro estruturista, objetivando a obtenção de uma estrutura economicamente competente.”

Machado (2017) diz que existe um problema cultural nesse ramo, no qual não é valorizado o tempo investido na fase de anteprojeto, os erros se acumulam no projeto executivo, acarretando desperdícios irracionais na execução da obra.

Assim sendo, este trabalho realizou a comparação entre as execuções dos métodos construtivos em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional de uma residência unifamiliar, apresentando os resultados dos orçamentos feitos na região de Formosa do Oeste no estado do Paraná e ainda a realização de dois projetos, um em alvenaria estrutural e outro em estrutura de concreto armado em softwares comerciais usualmente utilizados no mercado para facilitar a escolha da opção mais viável para a execução do projeto proposto.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como motivação a possibilidade de identificar a real redução do custo de execução do projeto, uma vez que devido o cenário atual do

mercado da construção civil, os preços para bloco cerâmicos de vedação, armaduras para execução de pilares, vigas e principalmente as formas dos elementos estruturais estão tornando as obras convencionais muito caras, além do desperdício das caixarias utilizadas para a concretagem, tempo de montagem e contratação de diferentes tipos de mão de obra.

Além disso, a alvenaria estrutural é pouco estudada na graduação, pois não existe uma cadeira específica para tal, bem como a cadeira de orçamentação e planejamento de obra, dessa maneira a fim de entender melhor sobre os assuntos, considerou-se uma oportunidade para aprofundar os conhecimentos no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), tendo em vista ainda que o mercado está sempre em busca de novas soluções.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Comparar a viabilidade econômica entre a execução do projeto de uma residência unifamiliar em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional mediante apresentação de planilhas de composição de custos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar um referencial teórico sobre o método construtivo de alvenaria estrutural;
- Criar uma planilha de orçamentos levando em base a composição analítica da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil);
- Comparar os resultados obtidos;
- Apresentar a proposta com melhor viabilidade econômica.

## 1.3 METODOLOGIA

- Ampliar os conhecimentos sobre o assunto, através de pesquisas bibliográficas com base em livros, normas, Teses, dissertações, TCCs (Trabalho de Conclusão de Curso) e artigos sobre o assunto;
- Levantar um quantitativo de dados com base no projeto da residência;
- Elaborar uma planilha para orçar os materiais necessários para a obra, considerando a composição SINAPI e cotar os valores reais praticados na região.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho se contempla em cinco capítulos sendo o primeiro destinado à introduzir o leitor ao assunto e apresentar os objetivos.

No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura, a qual embasa a escolha do método construtivo, mostrando sua história, como projetar e as normas pertinentes.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia aplicada para projetar a residência e orçar os materiais e mão de obra necessária para execução.

O capítulo quatro apresenta os resultados obtidos seguindo os métodos utilizados e por fim a conclusão é dada no quinto capítulo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Penteado (2003, p.53), “A alvenaria estrutural é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos resistentes compostos por blocos, unidos por juntas de argamassa capazes de resistirem a outras cargas, além de seu peso próprio”. Assim, a alvenaria estrutural não apresenta pilares ou vigas, as paredes são os componentes estruturais.

Por muitos anos a alvenaria estrutural não foi utilizada de forma significativa, as limitações eram muitas, devidas a falta de conhecimento e métodos empíricos utilizados. Segundo Camacho (2006) o edifício Monadnock em Chicago, foi construído no ano de 1891, possui 16 pavimentos e as paredes do térreo tem uma espessura de 1,80m.

Para Taui e Nese (2010), a alvenaria estrutural se subdivide em 3 classes, sendo elas: Alvenaria não armada; Alvenaria armada ou parcialmente armada e Alvenaria protendida. Definindo cada uma respectivamente como:

- “Tipo de alvenaria que não recebe graute, mas recebe os reforços de aço apenas por razões construtivas e para evitar futuras patologias.”
- “Tipo de alvenaria que recebe reforços em algumas regiões, devido a exigências estruturais.”
- “Tipo de alvenaria reforçada por uma armadura ativa que submete a alvenaria a esforços de compressão.”

#### 2.1.1 Contexto histórico

Historicamente, Cavalheiro diz:

As primeiras alvenarias, em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol, apresentavam grandes espessuras em suas obras mais imponentes, face ao desconhecimento das características resistentes dos materiais e de procedimentos racionais de cálculo. Valeu por muitos séculos a prática

adquirida pelos construtores. As construções em alvenaria de pedra ou tijolo cerâmico queimado, assentados com barro, betume e mais tarde com argamassas de cal, pozolana e finalmente cimento Portland, predominaram até o início de nosso século. (CAVALHEIRO, 2013, p. 01)

No decorrer da evolução da construção, grandes vãos precisaram ser vencidos, Segundo Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006) a execução da alvenaria estrutural arranjada em forma de arcos, permitiu a construção de diversas pontes e obras importantes na Europa, como no caso da igreja de Notre Dame em Paris.

O ato de projetar, muitas vezes falho e superdimensionado fez com que a alvenaria deixasse de ser o elemento estrutural mais predominante na construção. Segundo Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006, p. 04) “devido à falta de estudos e de pesquisas na área, não se tinha conhecimento de técnicas de racionalização. As teorias de cálculos eram feitas de forma empírica, com isso não se tinha plena garantia da segurança da estrutura(...)”.

Um marco importante na história da alvenaria estrutural ocorreu na Suíça durante a década de 50. Conforme Junior (2013, p.24), “Paul Haller construiu um edifício com 13 pavimentos, 41,4 metros de altura, paredes de 37,5cm”. Nos Estados Unidos um projeto muito importante em alvenaria estrutural é o hotel Excalibur na cidade de Las Vegas, conforme ilustrado na Figura 1. De acordo com Parsekian (2016), o complexo hoteleiro foi construído nos anos 90 e tem 4 torres principais de 30 andares.

FIGURA 1 – HOTEL EXCALIBUR LAS VEGAS



FONTE: Adaptado de Booking.com (2010)

Segundo Cavalheiro (2013), a alvenaria estrutural no Brasil foi introduzida por volta da década de 60, sendo construídos edifícios com até 4 pavimentos e projetados seguindo as normas utilizadas nos Estados Unidos. Atualmente o Brasil conta com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para a execução desse tipo de obra, sendo ela a ABNT NBR 16868:2020.

Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006) estima que no Brasil entre os anos de 1964 e 1966 foram construídas mais de 2 milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural. Na década de 80 esta técnica também foi muito disseminada, porém mal executada e gerando diversas patologias.

### 2.1.2 O projeto em alvenaria estrutural

Um projeto de alvenaria estrutural deve ser um processo construtivo organizado, ou seja bem planejado para que a integração dos projetos seja realizada com o mínimo de divergências. Segundo Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006) um processo construtivo racionalizado é realizado de acordo com as normas validas nacionais, com o intuito de garantir a funcionalidade, economia e segurança da obra.

Tauil e Nese (2010) afirmam que, “As etapas de projeto sempre foram claras e subdivididas em três fases distintas: Estudos Preliminares, Anteprojeto e Projetos Executivos. Essas etapas envolviam todas as demais disciplinas que fossem necessárias para o perfeito desenvolvimento dos projetos de uma edificação”.

O ato de seguir as etapas do projeto em obras de alvenaria estrutural é ainda mais importante, definir uma modulação básica para o projeto e a escolha de uma família de blocos é essencial para definir as dimensões dos cômodos, altura dos peitoris, quais modelos de portas e janelas implantar, além de dar início ao processo de compatibilização dos projetos complementares.

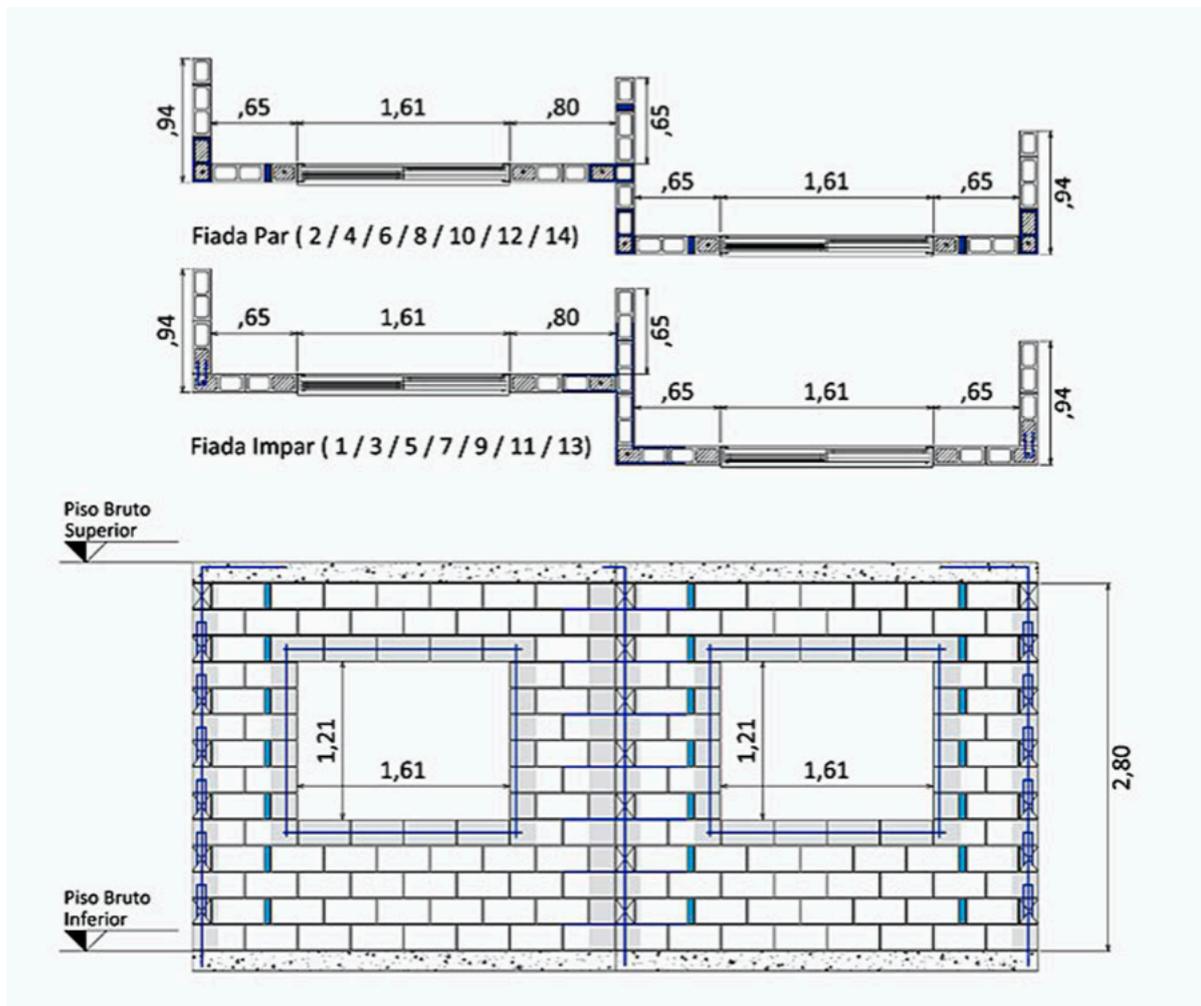
No projeto de alvenaria estrutural, um bloco pode ser chamado de unidade básica, já que apresenta medidas conhecidas e a pouca variação torna possível a técnica de modulação do projeto. Camacho (2006) afirma: “A coordenação modular consiste no ajuste de todas as dimensões da obra, horizontais e verticais, como múltiplo da dimensão básica da unidade, cujo objetivo principal é evitar cortes e desperdícios na fase da execução”.

Segundo Kalil, Leggerini e Bonacheski (2006), existem dois tipos de modulação, a horizontal que é feita em planta e a vertical definida nas elevações. Os

autores afirmam, “É muito importante que o comprimento e a largura sejam iguais ou múltiplos, assim podemos ter um único módulo em planta, simplificando a amarração entre as paredes, resultando em uma melhor racionalização ao sistema construtivo”.

O projeto de alvenaria estrutural necessita uma paginação das fiadas das paredes do empreendimento, representando graficamente as fiadas ímpares e pares feitas em planta baixa e em vista para a execução. A Figura 2, ilustra imagens esquemáticas de uma parede em alvenaria estrutural.

FIGURA 2 – CORTE (1ª e 2ª FIADA) E ELEVAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL



FONTE: Adaptado de Taui e Nese (2010)

A importância de contemplar em projeto a distribuição da primeira e da segunda fiada se dá por dois motivos principais. O primeiro, é ajustar os vãos de acordo com uma quantidade inteira de blocos, evitando a não-

modularidade. O segundo, é orientar o engenheiro ou o encarregado da obra na execução das paredes, representando com exatidão todos os posicionamentos e blocos que serão utilizados, o que não estaria representado em um projeto arquitetônico convencional. (MACHADO, 2014, p.41)

A modulação das fiadas deve dispor os blocos considerando assentamento com uma camada de 1 centímetro de argamassa, tanto na horizontal quanto na vertical. A previsão da mesma é importante para não haver divergência na execução.

Segundo Machado (2014) a importância do projeto contemplar modulação da primeira e segunda fiada é que permite o ajuste dos vãos de maneira modular, utilizando a quantidade exata de blocos inteiros, secundamente guiar a execução da obra com exatidão, tendo todos os blocos representados, evitando erros de assentamento.

As plantas de primeira e segunda fiada são a base para a execução das paginações das paredes, as quais contemplam elementos que não podem ser representados em planta baixa, como por exemplo as vergas e contravergas de portas e janelas. Salienta-se que, como todos os demais detalhamentos, a distribuição dos blocos em fiada par e fiada ímpar visam o incremento da construtibilidade do edifício, de forma a evitar os improvisos e dúvidas no canteiro de obras. (MACHADO, 2014, p.42)

A representação com hachuras ou indicações nos blocos especiais é importante para que o responsável pela execução compreenda bem o projeto. Uma legenda especificando como foi feita a representação e plotadas em tamanho legível na prancha é imprescindível.

Tauil e Nese (2010) ressaltam pontos importantes que recomendam serem detalhados no projeto executivo, os quais alteram a qualidade final da obra se forem mal executados ou planejados, sendo eles:

- A resistência dos blocos;

- As resistências à compressão da argamassa, prismas e graute;
- Juntas constantes de 1cm e manutenção do prumo;
- Juntas de dilatação quando necessárias;
- Mudança de espessura das paredes;
- Amarrações
- Variação de altura na parede
- Intersecções com pilares e vigas de concreto;
- Encontro da última fiada com a laje de cobertura.

Tauil e Nese (2010) afirmam, “O planejamento, a comunicação e a organização dos projetos, seguindo uma sequencia prática, são quesitos fundamentais para o bom desenvolvimento de todas as atividades dentro do prazo e qualidade adequados”.

### 2.1.3 Normatização

A norma que regulariza o projeto em alvenaria estrutural foi atualizada no ano de 2020, a ABNT NBR16868 (Alvenaria estrutural) é dividida em 5 cadernos, sendo o primeiro que regulamenta o projeto, o segundo contém as especificações de execução e controle de obras, no terceiro consta os métodos de ensaio, o quarto é sobre a estrutura em situação de incêndio e por último o quinto caderno apresenta o projeto para ações sísmicas na estrutura.

Os blocos de concreto devem atender as normas mínimas exigidas pela norma ABNT NBR 13281 (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos), sua última versão corrigida é do ano de 2016. Quando efetuado com blocos cerâmicos, a norma a ser seguida é a ABNT NBR 15270-1.

Na argamassa destinada ao assentamento dos blocos, a ABNT NBR 13281 de 2005 (Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos) define os parâmetros necessários.

O graute utilizado para o preenchimento dos blocos quando necessário tem suas características, como a resistência necessária determinadas pelas normas ABNT NBR 5738 e 5739, sendo o valor mínimo sugerido para resistência à compressão característica de 15Mpa.

O aço, assim como na alvenaria em concreto armado deve seguir os requisitos da ABNT NBR 7480.

A primeira parte da norma de alvenaria estrutural segue como critérios de segurança e ações na análise estrutural a ABNT NBR 8681 (Ações e segurança nas estruturas – Procedimento).

A ABNT NBR 6120 é utilizada para definir o peso próprio dos materiais de construção, quando necessário também pode ser considerado os dados fornecidos pelo fabricante.

#### 2.1.4 Execução

A execução e o controle de obras em alvenaria estrutural é regido pela segunda parte da norma em vigor. Camacho (2006) afirma diversas vezes que a qualidade da mão de obra é de suma importância para o sucesso do empreendimento. Os principais fatores a serem avaliados na obra são, o controle da argamassa, o preenchimento das juntas, a qualidade do assentamento e o prumo da parede.

A argamassa preparada em obra é composta por cimento, cal e areia, podendo haver ou não aditivos. Os aditivos plastificantes para facilitar o manuseio da mesma e os hidrofugantes para evitar o excesso de umidade na construção são os aditivos mais utilizados.

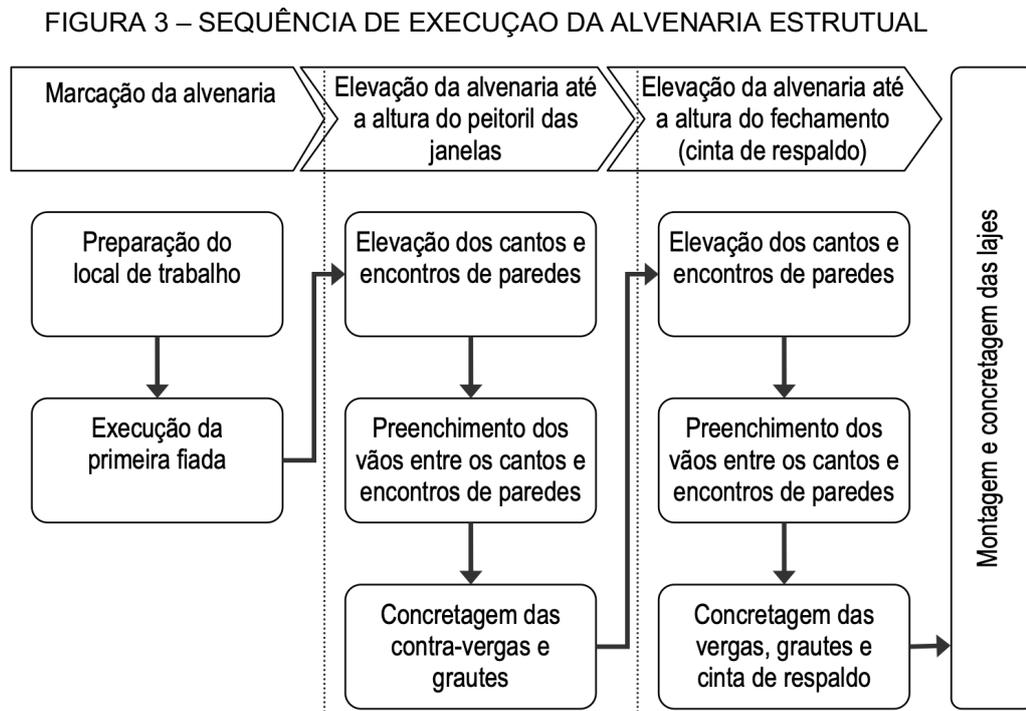
O traço e a resistência requerida para a argamassa deve ser informado pelo projetista, cabe ao engenheiro responsável pela execução optar por qual a opção mais viável, considerando as opções de argamassa pronta, semi pronta, ou dosada na obra, sempre garantindo a mesma qualidade.

Na questão do graute, ele é definido por Tauil e Nese (2010) como: “é um concreto com agregados miúdos destinado ao preenchimento dos vazios dos blocos, nos locais especificados pelo projetista da estrutura”. Ele é composto por areia, pedrisco, cimento e aditivo plastificante. O uso de cal não é indicado na existência de armadura.

Os pontos comumente grauteados são canaletas de verga, contraverga e cinta de amarração. Na vertical, nas intersecções de paredes, com armadura vertical também são grauteados. Além disso durante a execução, o lançamento do graute

deve ser feito em camadas assim como em pilares para evitar patologias como no caso de bicheiras.

Então, Richter (2007) elaborou um fluxograma para a execução da alvenaria estrutural, a fim de evitar problemas e retrabalhos, a qual está exposto na Figura 3.



FONTE: Richter (2007, p.56).

Bellei (2013) diz que a redução do tempo na execução de obras em alvenaria estrutural chega a ser de até 50% comparado com a alvenaria em concreto armado, por conta da redução de etapas, principalmente montagem das formas para concretagem das peças estruturais, e assim o cronograma da obra é mais acelerado, reduzindo também os encargos com a mão de obra e o tempo de entrega.

## 2.2 PLANEJAMENTO DE OBRA

### 2.2.1 Orçamento

O processo de orçamentação é de suma importância para a viabilidade financeira de um empreendimento. Mattos (2006) diz: “A técnica orçamentária

envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica”.

O mesmo autor diz que um orçamento é uma composição de custos diretos, indiretos, impostos e lucro. Entende-se para custos diretos, custos com mão de obra, material e maquinário. Despesas com canteiro de obra, fiscalização, equipe de apoio e taxas, compõe os custos indiretos.

Uma composição de custos não pode ser vista como uma fria coleção de números que pode ser retirada de um livro ou manual. Ao contrário, ainda que o processo de elaboração dos custos seja regido por conceitos fundamentais de orçamentação, ele deve ser capaz de retratar a realidade do projeto. Por se tratar de um estudo feito a priori, há sempre uma margem de incerteza embutida no orçamento. Muitas são as premissas de cálculo adotadas e a defasagem de tempo entre o momento da orçamentação e o da realização da tarefa pode ser bastante dilatado. (MATTOS, 2006, p. 24).

Dias (2011) ressalta que o custo de uma obra é regional, os custos tanto com pessoal quanto com insumos variam de acordo com a oferta e procura. Dessa maneira os custos nunca devem ser tratados como valores fixos.

Para Mattos (2006), a elaboração de um orçamento se divide em 3 etapas, sendo elas: O estudo das condicionantes; Composição de custos; Fechamento do orçamento. Estas etapas se subdividem e analisaremos a seguir.

O início do orçamento se dá pela leitura do projeto, composto pelas plantas baixas, cortes, elevações, notas, tabelas e tudo o que foi apresentado pelos projetistas. Também é importante analisar as especificações técnicas, quais como, padrões de acabamento, descrição qualitativa dos materiais, ensaios necessários e todas as informações qualitativas apresentadas.

Estas especificações trazem uma grande possibilidade de variação no resultado final do orçamento, uma vez mal analisadas fazem com que o orçamento não reproduza a realidade criando então uma discrepância no valor real gasto na obra e no valor orçado.

A segunda fase do estudo das condicionantes é a leitura do edital, isso ocorre em casos de licitações, o documento estipula condicionantes a serem seguidas pela empresa ganhadora.

Em terceiro vem a visita técnica onde a obra irá acontecer, Mattos (2006) diz “A visita serve para tirar dúvidas, levantar dados importantes para o orçamento, tirar fotos, avaliar o estado das vias de acesso e verificar a disponibilidade de materiais, equipamentos e mão de obra na região”.

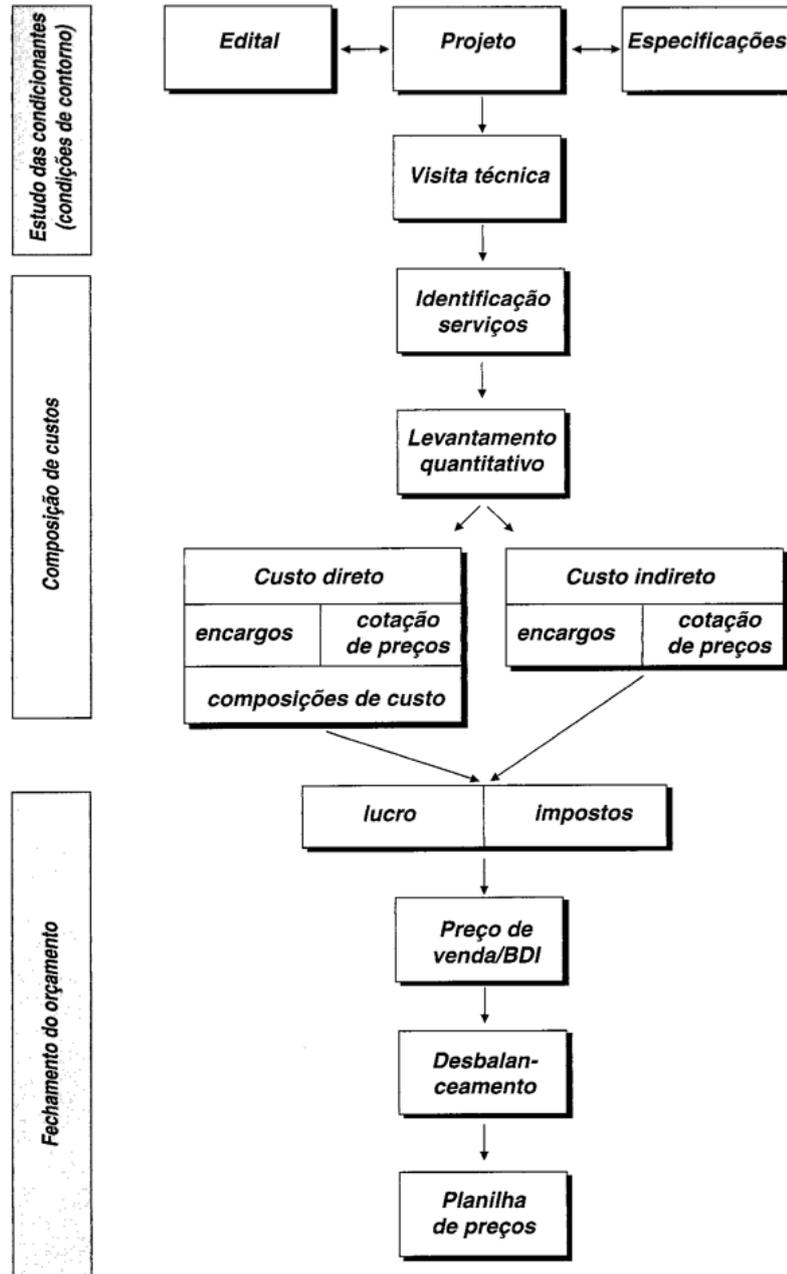
Na etapa de processo de composição de custos, ela se inicia pela identificação dos serviços, secundamente ocorre o levantamento de quantitativos feito pelo orçamentista, em terceiro ocorre a discriminação dos custos diretos, estes custos são compostos por composições, as quais podem ser obtidas com a SINAPI, a tabela TCPO, ou composições próprias da empresa.

A quarta fase da composição de custos é a discriminação dos custos indiretos, ou seja, quanto será gasto com a equipe de apoio, engenheiros, mestres, canteiro de obra, taxas e todas as outras despesas não inclusas até então. Depois de toda quantificação é realizada a cotação de preços e por último é definido os encargos sociais e trabalhistas a serem praticados.

A terceira e última etapa da elaboração de um orçamento é o fechamento do orçamento, o qual é composto por três fases, a primeira é a definição da lucratividade e a segunda é o cálculo do BDI e por último ocorre o desbalanceamento da tabela, o que consiste em aplicar o BDI de forma não uniforme em todos os itens do orçamento, gerando margem para vencer licitações.

Dessa forma, para melhor elucidar, todo o processo é exemplificado por Mattos no fluxograma apresentado na Figura 4.

FIGURA 4 – FLUXOGRAMA PARA ORÇAMENTAÇÃO



FONTE: Mattos (2006, p.31).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 PROJETO

O projeto arquitetônico utilizado para o estudo foi elaborado com base nas necessidades de um cliente, tendo a intenção de construir uma casa de campo que comporte quatro pessoas, na cidade de Formosa do Oeste no estado do Paraná. O proprietário também estava aberto à sugestões de métodos construtivos que apresentasse uma melhor viabilidade econômica.

A elaboração do projeto foi realizada com o auxílio dos softwares AutoCAD (2018) e SketchUP (2017). O AutoCAD foi utilizado para a elaboração do projeto arquitetônico, elevações e paginação das paredes, modulação da primeira e segunda fiada de blocos e demais detalhamentos. O software SketchUP foi utilizado para a criação do modelo 3D da edificação.

Após a definição e ajuste das necessidades do cliente, foram definidas as seguintes diretrizes para a elaboração do projeto arquitetônico:

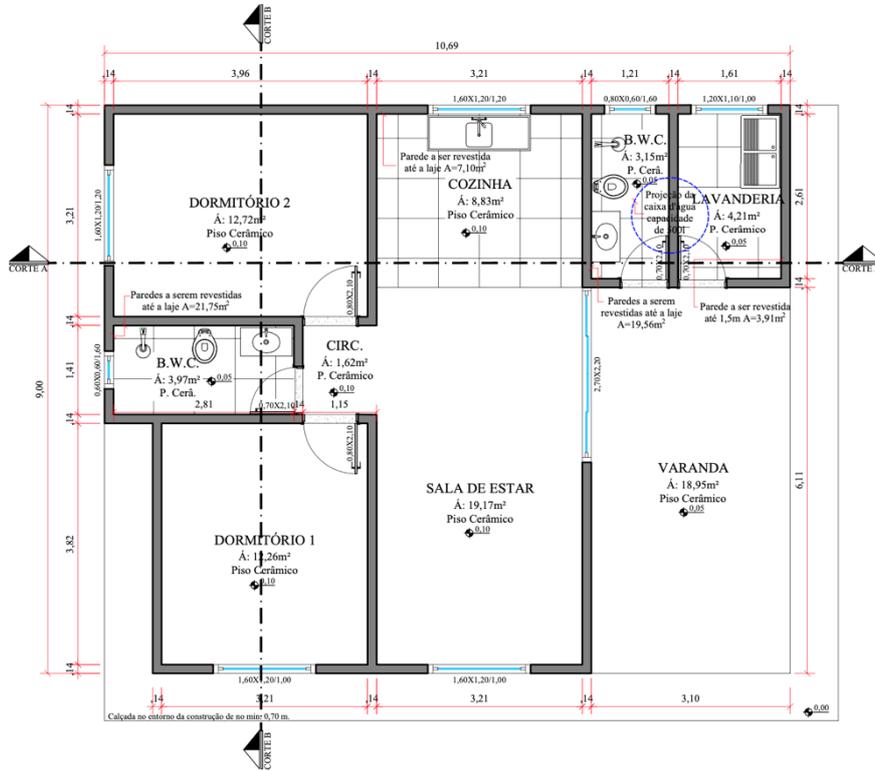
- Residência térrea;
- Dois quartos;
- Dois banheiros, um interno e outro com acesso pelo exterior da casa;
- Sala e cozinha integradas;
- Depósito;
- Forro de laje em toda a residência;

Dessa forma, seguindo as exigências do cliente o projeto arquitetônico foi elaborado no software AutoCad (2018) e está apresentado na Figura 5.

A Figura 6 apresenta a planta de locação das formas dos pilares e das vigas da residência unifamiliar projetada.

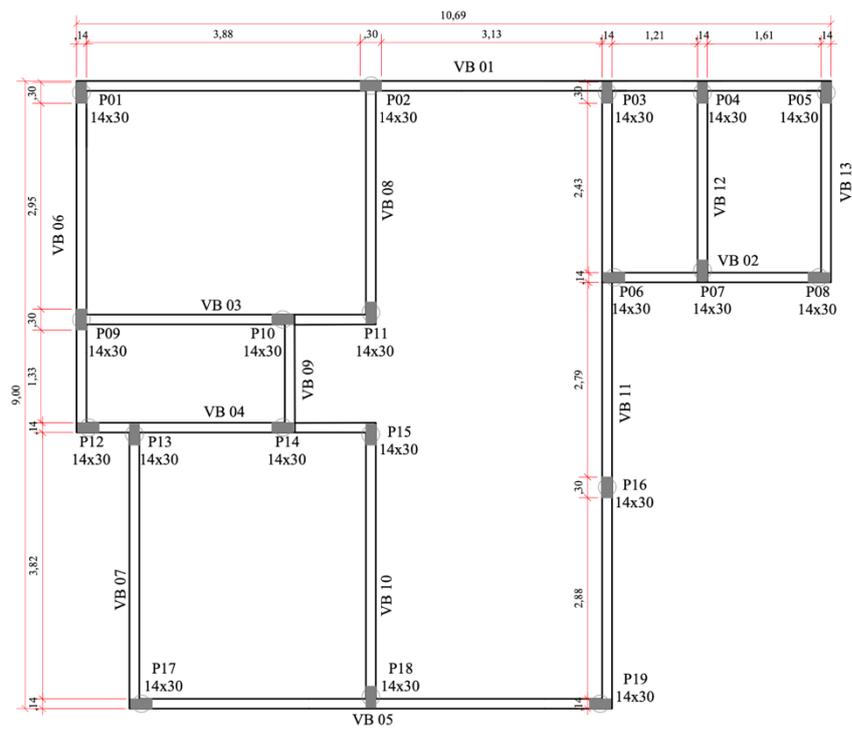
Para a alvenaria estrutural é necessária a apresentação da planta baixa da primeira e segunda fiada, com os pontos para grauteamento. Assim, nas Figuras 7 e 8 estão representadas as plantas das fiadas e indicando os locais dos blocos que irão receber o graute.

FIGURA 5 – PLANTA BAIXA



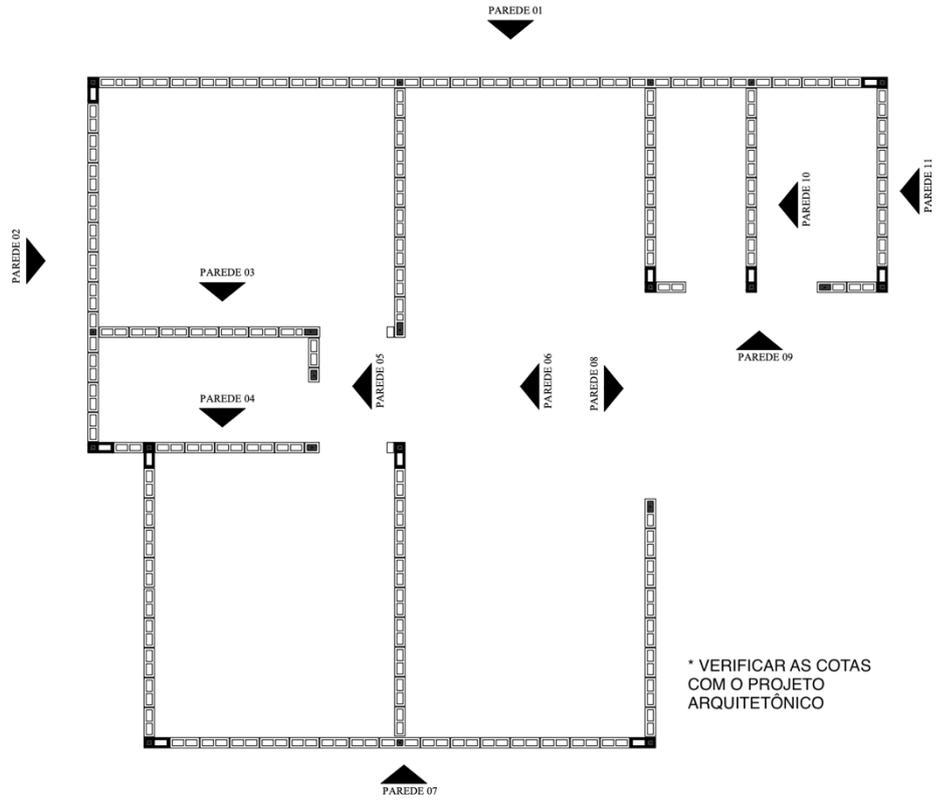
FONTE: O autor (2021)

FIGURA 6 – PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES E VIGAS



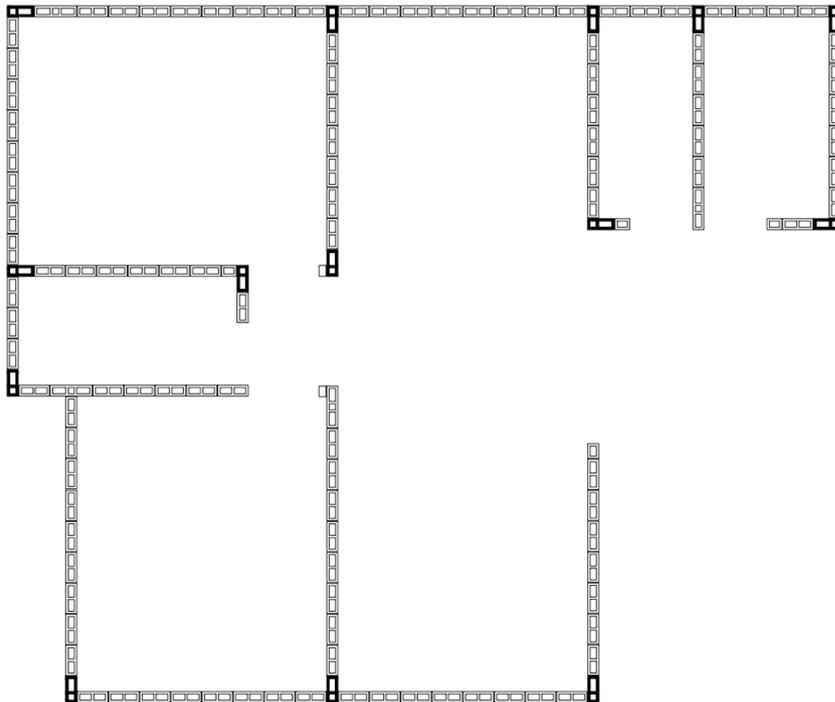
FONTE: O autor (2021)

FIGURA 7 – PLANTA BAIXA DA PRIMEIRA FIADA



FONTE: O autor (2021)

FIGURA 8 – PLANTA BAIXA DA SEGUNDA FIADA



FONTE: O autor (2021)

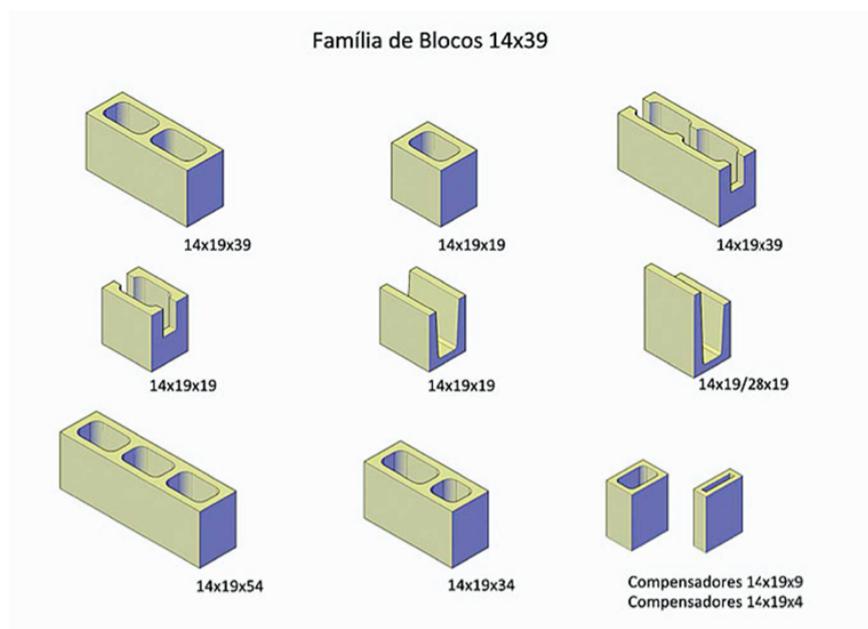
## 3.2 ORÇAMENTO

Mattos (2006) definiu etapas da elaboração de um orçamento, bem como o estudo das condicionantes que ocorrem na fase de projeto. Dessa forma, seguindo a orientação de Mattos (2006) realiza-se a composição dos custos através do levantamento de quantitativos de materiais, para tal, utilizar-se-ão dados extraídos das composições SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) e da realização de cotações dos preços dos materiais na região de Formosa do Oeste no estado do Paraná, local da obra que possivelmente será executada pelo cliente e assim, o valor final, ou seja, o preço da etapa da obra analisada represente a realidade local.

### 3.2.1 Orçamento para alvenaria estrutural

Para a elaboração do projeto em alvenaria estrutural considerou-se a família de blocos de concreto 39 com resistência á compressão de 8 MPa, como indicados na Figura 9 para melhor visualização dos mesmos.

FIGURA 9 – FAMÍLIA 39 DE BLOCOS DE CONCRETO



FONTE: Adaptado de Tauil e Nese (2010)

As composições utilizadas para elaborar as tabelas de orçamento são disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal no sumário de publicações. Os cadernos técnicos são classificados por etapa da obra e por sub etapa.

Assim, por exemplo na etapa “Alvenaria, vedações e divisórias” pode-se encontrar os cadernos utilizados nesse trabalho, sendo: “Alvenaria estrutural com blocos de concreto” data de última atualização em 05/2017. O caderno de “Vergas, contravergas e cintas”, apresentado na etapa de superestrutura também foi necessário para a elaboração do orçamento do projeto em alvenaria estrutural.

Dessa forma, a seguir são apresentadas as tabelas 1 e 2 baseadas nas composições encontradas nos cadernos técnicos da Caixa Econômica Federal.

TABELA 1 – ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39, FBK ATÉ 8 MPA, ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,010400
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,510000
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,380000
I	38591	Bloco estrutural de concreto 14x19x34	un.	0,730000
I	25070	Bloco estrutural de concreto 14x19x39	un.	9,530000
I	38597	Canaleta estrutural de concreto 14x19x39	un.	2,200000
I	38595	Meia canaleta estrutural de concreto 14x19x19	un.	0,120000
I	38589	Meio bloco estrutural de concreto 14x19x19	un.	1,470000
I	34547	Tela de aço soldada galvanizada para alvenaria	m	0,395000

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico do Serviço – Alvenaria Estrutural- Blocos de concreto (2017, p.19)

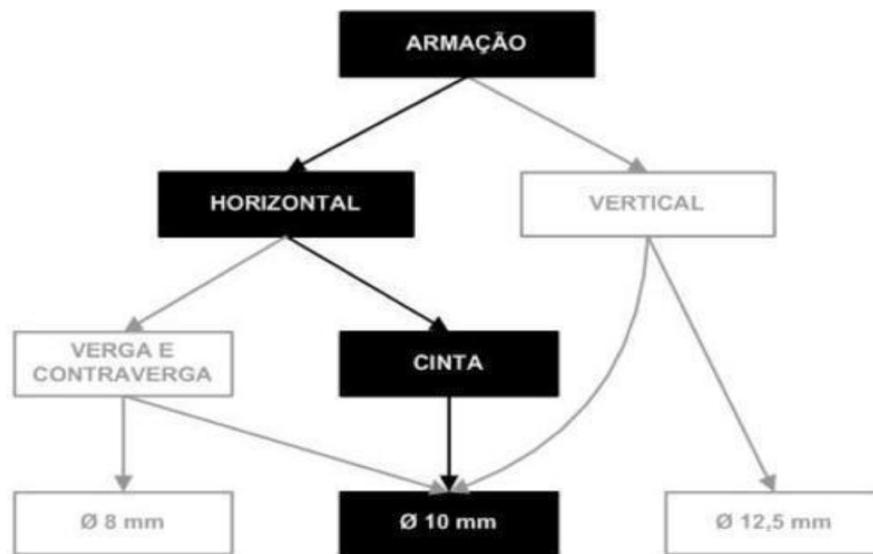
TABELA 2 - CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	Pedreiro	h	0,2530
C	88316	Servente	h	0,1260
I	659	Canaleta concreto 14x19x19	un.	5,3400
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0014
C	90279	Graute Fck= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0114
C	92794	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 10,0 mm	kg	0,7900

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico das Composições de Verga, Contraverga, fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de amarração de alvenaria – Lote 1 (2017, p.70)

Na tabela 2 foi utilizado o vergalhão de 10,0mm de diâmetro por conta da divergência entre as informações apresentadas pela composição. Uma vez que, no Caderno Técnico de Serviço – Graute e Amarração, vigência 01/2015 com última atualização em 05/2017 apresenta um fluxograma indicando que a amarração horizontal da cinta deve ser 10,0mm. Somente vergas e contra vergas contemplam as opções de aço 8,00mm e 10,0mm, como indicado na Figura 10.

FIGURA 10 – FLUXOGRAMA PARA ARMAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL



FONTE: SINAPI – Caderno Técnico do Serviço – Graute e Armação (2017, p.10).

TABELA 3 – GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	90279	Graute FGK=20MPa; traço 1:0,04:1,6:1,9 (cimento/cal/areia grossa/ brita 0) preparo mecânico em betoneira 40l	m <sup>3</sup>	1,2030
C	88309	Pedreiro	h	8,0998
C	88316	Servente	h	5,7292

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico do Serviço – Graute e Armação – Lote 1 (2017, p.16)

Devido o contato com a armadura, não é aconselhada a adição de cal no graute, dessa maneira para garantir a trabalhabilidade foi orçado aditivo plastificante para ser adicionado, assim substituindo o uso de cal hidratada, tendo modificado assim o item na Tabela 3, criando uma adaptação.

O caderno técnico do serviço graute e armação (2017) informa que “para o preenchimento dos trechos verticais de grauteamento, foi considerada a área do

vazado de  $0,01275\text{m}^2$  de um bloco de  $14 \times 19 \times 39\text{cm}$ ”, sendo assim para cada metro linear de grauteamento é necessário  $0,01275\text{m}^2$  de graute. Então, para a composição da execução das vergas e contravergas foram utilizadas as Tabelas 4 à 6.

TABELA 4 - VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93191) (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,2530
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,1260
I	660	Canaleta concreto 19x19x19	un.	5,3400
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0019
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 8.0 mm	kg	0,7900

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico das Composições de Verga, Contraverga, fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de amarração de alvenaria – Lote 1 (2017, p.32)

TABELA 5 – VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5M DE VÃO (SINAPI 93192) (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,2530
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,1260
I	660	Canaleta concreto 19x19x19	un.	5,3400
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0140
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 8.0 mm	kg	0,7900

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico das Composições de Verga, Contraverga, fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de amarração de alvenaria – Lote 1 (2017, p.35)

TABELA 6 – CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93199) (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,2530
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,1260
I	660	Canaleta concreto 19x19x19	un.	5,3400
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0019
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 8.0 mm	kg	0,4900

FONTE: Adaptado de Caderno Técnico das Composições de Verga, Contraverga, fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de amarração de alvenaria – Lote 1 (2017, p.56)

### 3.2.2 Orçamento para alvenaria convencional

Finalizando a etapa do levantamento dos materiais para a execução em alvenaria estrutural do projeto da residência unifamiliar, passou-se para o levantamento do orçamento do projeto em alvenaria convencional, ou seja, considerando concreto armado nos pilares e vigas respaldo. As paredes em alvenaria com bloco cerâmico 6 furos conforme indicado na Figura 11, pois são facilmente encontrados na região.

FIGURA 11 – BLOCO CERÂMICO 6 FUROS



FONTE: Adaptado de Mercantil Beleski Home Center (2020)

Assim a composição da alvenaria utilizada foi retirada da planilha PFUI (Proposta de Financiamento de Unidade Isolada), para a estrutura em concreto amado foram elaboradas as tabelas de 7 à 14, dessa forma as composições dos códigos SINAPI 92448, 94965, 92873, 92778, 92777, 92775, 93187, 87507, indicam todos os coeficientes utilizados, os quais foram retirados da composição de custos analítica do mês de outubro de 2020.

A composição da alvenaria de vedação se deu pelo somatório dos códigos SINAPI 93187 e 87507, os quais se referem à alvenaria, vergas e contravergas.

TABELA 7– MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE VIGA (SINAPI 92448) (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	2692	Desmoldante protetor para formas de madeira	l	0,0170
I	6193	Tabua de madeira não aparelhada 2,5cm X 20cm	m	0,3280
I	40304	Prego de aço 17x27	kg	0,0660

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88239	Ajudante de carpinteiro	h	0,3090
C	88262	Carpinteiro	h	1,6860
C	92270	Fabricação de formas para vigas com madeira serrada	m <sup>2</sup>	0,4190
C	92273	Fabricação de escoras do tipo pontalete	m	1,8790

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1160)

TABELA 8 – CONCRETO FCK = 25MPA TRAÇO 1:2,3:2,7 PREPARO EM BETONEIRA 400L (SINAPI 94965) (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	370	Areia média	m <sup>3</sup>	0,72300
I	1379	Cimento Portland CP II – 32	kg	362,660
I	4721	Pedra britada número 1	m <sup>3</sup>	0,59300
C	88316	Servente	h	2,31000
C	88377	Operador de betoneira	h	1,46000
C	88830	Betoneira capacidade nominal de 400l	CHP	0,75000

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1310)

TABELA 9 – LANÇAMENTO COM O USO DE BALDES (SINAPI 92873) (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88262	Carpinteiro de formas	h	1,8460
C	88309	Pedreiro	h	1,8460
C	88316	Servente	h	5,5380
C	90586	Vibrador de imersão	CHP	0,6720

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1306)

TABELA 10 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 10,0MM (SINAPI 92778) (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	39017	Espaçador	un.	0,5430
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0156
C	88245	Armador	h	0,0956
C	92794	Corte e dobra de aço	kg	1,0000

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1242)

TABELA 11 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 8,00MM (SINAPI 92777) (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	39017	Espaçador	un.	0,7430
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0250
C	88245	Armador	h	0,1278
C	92793	Corte e dobra de aço	kg	1,0000

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1241)

TABELA 12 – ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 5,00MM (SINAPI 92775) (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	39017	Espaçador	un.	1,1900
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0367
C	88245	Armador	h	0,2245
C	92791	Corte e dobra de aço	kg	1,0000

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1240)

TABELA 13 – VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5M DE VÃO (SINAPI 93187) (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	2692	Desmoldante protetor para formas de madeira	l	0,0070
I	4491	Pontaleta de madeira	m	0,2200
I	39017	Espaçador	un.	6,0000
C	88309	Pedreiro	h	0,3600
C	88316	Servente	h	0,1800
C	92270	Fabricação de formas para vigas	m <sup>2</sup>	0,4000
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 8.00mm	kg	0,7900
C	94970	Concreto fck=20MPa traço 1:2,7:7	m <sup>3</sup>	0,0240

FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.1335)

TABELA 14 – ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19 (SINAPI 87507) (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
I	7267	Bloco cerâmico 6 furos	un.	37,240
I	34557	Tela de aço soldada para alvenaria	m	0,5800
I	37395	Pino de aço com furo	un.	0,6900
C	87292	Argamassa traço 1:2:8	m <sup>3</sup>	0,0106
C	88309	Pedreiro	h	1,5060
C	88316	Servente	h	0,7530

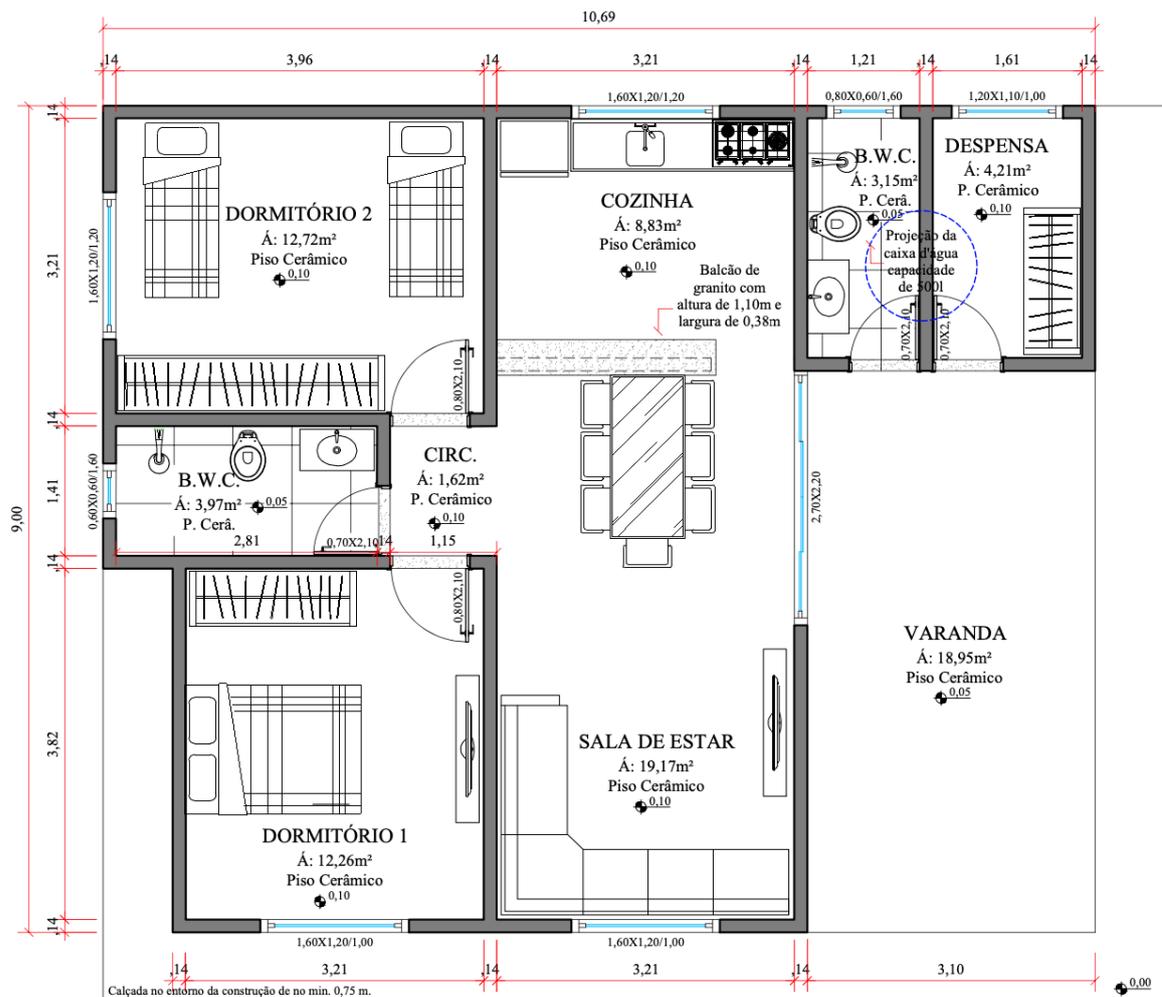
FONTE: Adaptado de Custos de composições analítico PCI.818.01 (2020 p.2684)

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Conforme as exigências passadas pelo cliente para a residência unifamiliar, buscou-se elaborar um projeto arquitetônico de forma a atender as necessidades dos futuros moradores, aproveitando o layout da planta para não haver áreas sem utilização. Assim, a Figura 12 ilustra a planta baixa humanizada da residência que foi elaborada através do software AutoCAD (2018). A figura 13 ilustra as elevações tridimensionais para visualização do exterior da residência.

Todos os detalhamentos da alvenaria estrutural, ou seja, as pranchas exportadas em tamanho A1 com todos os cortes, elevações e implantação estão apresentadas nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

FIGURA 12 – PLANTA BAIXA HUMANIZADA



FONTE: O autor (2021)

FIGURA 13 – FACHADAS EM PROJEÇÃO 3D



FONTE: O autor (2021)

Os preços dos materiais levantados nas tabelas 1 à 14 correspondem aos preços cotados das visitas in loco, ou seja realizadas nas casas de materiais de construção na região de Formosa do Oeste/PR. Assim novas colunas nessas tabelas existentes foram incluídas de forma a contemplar os valores ou custos de cada item, e por fim o valor total por unidade de medida de cada uma das tabelas. Possibilitando dessa maneira uma melhor comparação entre os dois métodos construtivos avaliados, ou seja, em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional.

No projeto da alvenaria estrutural, devido a paginação das paredes permitir a amarração direta dos blocos, tais como no encontro das paredes formando os tipos T e L, não foram consideradas as telas de amarração como prevista na tabela adaptada da SINAPI. Então, nesse caso são necessários blocos especiais com 54 centímetros para a amarração em T e blocos especiais 34 centímetros para a amarração em L. Dessa forma, o quantitativo desses blocos especiais foi elaborado com base na elevação das paredes, conforme pode-se verificar no Anexo 2, sendo essas elevações realizadas com o auxílio do software AutoCAD.

Para a mão de obra considerada, na região é corriqueiramente empregado o tipo por empreitada nas obras de pequeno porte, ou seja, a equipe cobra um preço fixo por metro quadrado ( $m^2$ ) para a realização de toda a execução de uma obra. Dessa forma, após análises e entrevistas com as equipes disponíveis na região, verificou-se que haviam poucos pedreiros que tinham experiências em obras com alvenaria estrutural.

Quanto aos equipamentos necessários para os serviços gerais, como perfurador de estacas, betoneira, vibradores, bombeamento de concreto, ficam ao encargo da equipe contratada para a empreita, então quando realizadas as tabelas quantitativas com base na SINAPI, os custos dos equipamentos não foram considerados, isentando o cliente desses gastos extras.

Constatou-se que o custo cobrado por metro quadrado ( $R\$/m^2$ ) de construção na região é o mesmo para alvenaria estrutural ou em alvenaria convencional, sendo assim a vantagem financeira para o cliente depende unicamente do valor dos materiais empregados na obra.

#### 4.1 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL

Para a execução da execução em alvenaria convencional considerou-se 2 (duas) etapas de execução, os elementos em estruturas de concreto armado e no levantamento da alvenaria convencional de vedação, que são descritos abaixo.

##### 4.1.1 Estrutura em concreto armado

Conforme indicação da Figura 6, planta baixa de locação de pilares e das vigas, as estruturas consideradas foram:

- 19 pilares (14x30) cm tendo 4 barras de aço com diâmetro 10,00mm.
- 63,00 metros lineares de vigas de cobertura, aqui chamados de vigas respaldo de (14x30) cm tendo 4 barras de aço de diâmetro 10,0mm.

Primeiramente foi calculada a quantidade em  $m^2$  (área) de forma para a execução da caixaria do concreto armado dos pilares e das vigas respaldo.

Para os pilares, a área de forma das caixarias ( $A_P$ ) foi calculada multiplicando a quantidade de pilares pela área composta pelo pé direito multiplicando o comprimento linear total da seção do pilar.

$$A_P = 19 * [2,50*(0,30+0,30)]m^2$$

$$A_P = 19 * 1,50 m^2$$

$$A_P = 28,50 m^2$$

Para as vigas respaldo ( $A_V$ ) a área de forma das caixarias foi calculada:

$$A_V = 63 * (0,30+0,30)$$

$$A_V = 37,80 m^2$$

Ao final, encontrou-se uma área total de formas para caixaria de 66,30 m<sup>2</sup>:

$$A_T = \sum A_P + A_V = 66,30 m^2$$

Seguindo a tabela 7 para o orçamento das formas, nos dois últimos itens tem-se uma composição de materiais e mão de obra. No entanto, os valores da mão de obra e equipamentos foram colocados zero (R\$0,00), devido ao tipo de empreitada feita usualmente na região. Dessa forma para todas as tabelas que compõe os valores para a mão de obra foram desconsiderados das planilhas.

Assim, as Tabelas 15 à 17 mostram respectivamente os custos de forma, escoras, montagem e desmontagem.

TABELA 15 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FORMA COM BASE NA SINAPI 92270 (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un,	Valor total
I	4517	Sarrafo 2,5x7,5	m	4,2280	R\$1,30	RS5,50
I	5068	Prego de aço 17x27	kg	0,1280	R\$20,00	R\$2,56
I	6189	Tabua 2,5x30	m	4,4480	RS6,50	R\$29,12
C	88239	Ajudante de carpinteiro	h	0,1790	R\$0,00	R\$0,00
C	88262	Carpinteiro	h	0,8930	R\$0,00	R\$0,00
C	91692	Serra circular de bancada	CHP	0,0560	RS0,00	R\$0,00
C	91693	Serra circular de bancada	CHP	0,1230	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$37,18</b>

FONTE: O autor (2021)

A composição da Tabela 15 corresponde ao custo de formas que será considerado na Tabela 17.

TABELA 16 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ESCORAS COM BASE NA SINAPI 92273 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un,	Valor total
I	4491	Pontaletes 7,5x7,5 pinus	m	1,3100	R\$2,15	RS2,81
I	5068	Prego de aço 14x27	kg	0,0230	R\$20,00	R\$0,46
C	88239	Ajudante de carpinteiro	h	0,0210	R\$0,00	R\$0,00
C	88262	Carpinteiro	h	0,1060	R\$0,00	R\$0,00
C	91692	Serra circular de bancada	CHP	0,0070	R\$0,00	R\$0,00
C	91693	Serra circular de bancada	CHP	0,0140	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$3,27</b>

FONTE: O autor (2021)

Multiplicando o valor encontrado na Tabela 16 pela metragem linear das vigas respaldos chegou-se ao custo das escoras ( $C_E$ ):

$$C_E = 3,27 \text{ R\$/m} * 63,00 \text{ m}$$

$$C_E = \text{R\$}206,01$$

TABELA 17 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS COM BASE NA SINAPI 92448 (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un,	Valor total
I	2692	Desmoldante protetor para formas de madeira	l	0,0170	R\$9,11	RS0,15
I	6193	Tabua de madeira não aparelhada 2,5cm X 20cm	m	0,3280	R\$6,50	R\$2,13
I	40304	Prego de aço 17x27	kg	0,0660	R\$20,00	R\$1,32
C	88239	Ajudante de carpinteiro	h	0,3090	R\$0,00	R\$0,00
C	88262	Carpinteiro	h	1,6860	R\$0,00	R\$0,00
C	92270	Fabricação de formas para vigas com madeira serrada	m <sup>2</sup>	0,4190	R\$37,18	R\$15,58
C	92273	Fabricação de escoras do tipo pontaletes	m	1,8790	R\$3,27	R\$6,14
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$25,33</b>

FONTE: O autor (2021)

Realizando a multiplicação do valor final da Tabela 17 pela área de formas, encontrou-se os custos da montagem e desmontagem ( $C_{MD}$ ) das mesmas:

$$C_{MD} = 25,33 \text{ R\$/ m}^2 * 66,30 \text{ m}^2$$

$$C_{MD} = \text{R\$}1.679,38$$

Por fim, encontrou-se o custo total orçado para gastos com 66,30 m<sup>2</sup> de forma realizando a somatória dos valores de formas, escoras, montagem e desmontagem, sendo esse o custo 1 (C1):

$$C1 = \sum C_E + C_{MD}$$

$$C1 = \text{R\$} 206,01 + \text{R\$} 1.679,38$$

$$\mathbf{C1 = \text{R\$}1.885,39}$$

Para calcular a quantidade do volume total de concreto ( $V_{TC}$ ) necessário foi calculado o volume de concreto dos pilares ( $V_P$ ) e para as vigas ( $V_V$ ), considerando todas as seções transversais de 14x30 cm, ou seja, corresponde a área de seção transversal  $A_S = 0,042 \text{ m}^2$ , essa área ( $A_S$ ) foi multiplicada pelo comprimento linear de todas as vigas e pilares, chegando a um volume de concreto total em:

- $V_P = 0,042 \text{ m}^2 * 19,0 \text{ m} * 2,80\text{m} = 2,23\text{m}^3$
- $V_V = 0,042 \text{ m}^2 * 6,0 \text{ m} = 2,64\text{m}^3$
- $V_{TC} = \sum V_p + V_v = 4,87\text{m}^3$

Assim, utilizou-se a Tabela 18, que compõe-se dos insumos para a fabricação do volume concreto que será necessário para a simulação da residência unifamiliar em alvenaria convencional.

TABELA 18 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FABRICAÇÃO DE CONCRETO COM BASE NA SINAPI 94965 (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	370	Areia média	m <sup>3</sup>	0,72300	R\$58,00	R\$41,93
I	1379	Cimento Portland CP II – 32	kg	362,660	R\$0,68	R\$246,61
I	4721	Pedra britada número 1	m <sup>3</sup>	0,59300	R\$56,00	R\$33,21
C	88316	Servente	h	2,31000	R\$0,00	R\$0,00
C	88377	Operador de betoneira	h	1,46000	R\$0,00	R\$0,00
C	88830	Betoneira capacidade nominal de 400l	CHP	0,75000	R\$0,00	R\$0,00

Item	Código	Descrição	Unidade	Coeficiente	Valor un.	Valor total
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$321,75</b>

FONTE: O autor (2021)

Da mesma forma, os custos de mão de obra e equipamentos foram colocados zero (R\$0,00), assim obteve-se que o valor total para produzir 4,87 m<sup>3</sup> de concreto foi R\$1.566,92, assim compondo o custo 2 (C2). O lançamento do concreto por ser exclusivamente composto por mão de obra, não entrou nos valores orçados.

$$C2 = V_{TC} * \text{Total da Tabela 18}$$

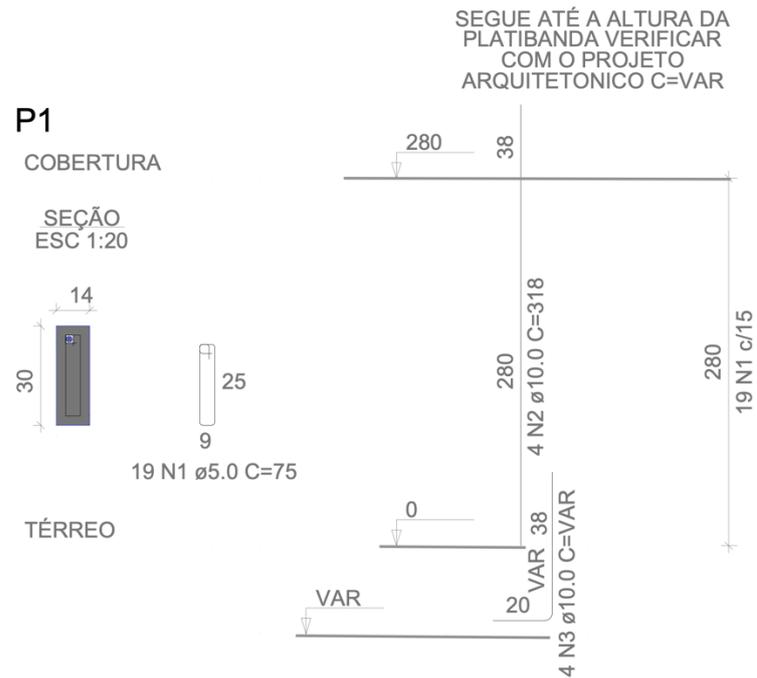
$$C2 = 4,87 \text{ m}^3 * 321,75 \text{ R\$/m}^3$$

$$\mathbf{C2 = R\$1.566,92}$$

Para o cálculo do corte e dobra das armaduras dos pilares e das vigas respaldo, foram utilizadas as barras de aço com diâmetro de 10,00mm (Tabela 20), tendo o valor da massa linear das barras utilizadas de 0,395 Kg/m.

Os pilares com dimensões 14x30cm foram compostos por 4 barras de aço longitudinais com diâmetro de 10,00mm e tendo armaduras transversais compostas por estribos de aço com diâmetro de 5,00mm. A massa linear desse aço é igual a 0,154 kg/m e foram considerados espaçamentos de 15cm, conforme detalhamento na Figura 14.

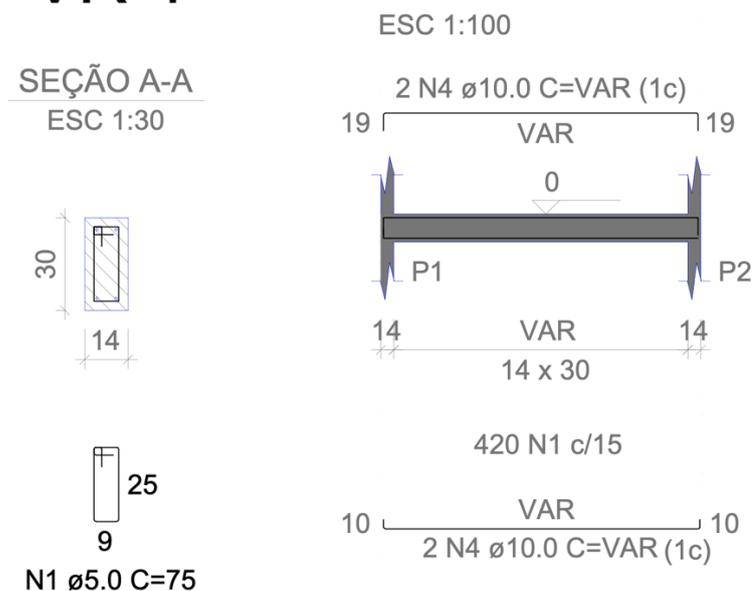
FIGURA 14 – DETALHAMENTO DA FORMA E ARMADURA DOS PILARES



FONTE: O autor (2021)

Para a armadura das vigas respaldo, considerou-se os quantitativos conforme informações detalhadas contidas na Figura 13.

FIGURA 15 – DETALHAMENTO DA FORMA E ARMADURA DAS VIGAS RESPALDO

**VR-1**

FONTE: O autor (2021)

A Tabela 19 resume as informações das barras de aço utilizadas no projeto.

TABELA 19 – RESUMO DAS BARRAS DE AÇO

	Armadura Longitudinal Principal				Armadura Transversal			
	Ø (mm)	C (m)	M (kg/m)	Total (kg)	Ø (mm)	C (m)	M (kg/m)	Total (kg)
Pilar	10,0	241,68	0,617	149,12	5,0	361,0	0,154	55,59
Viga	10,0	252,00	0,617	155,48	5,0	315,0	0,154	48,51
	TOTAL 1 (kg)			304,60	TOTAL 2 (kg)			104,10

FONTE: O autor (2021)

Conforme as indicações da Tabela 19, para a armadura transversal dos pilares e das vigas, ou seja os estribos, foram considerados o comprimento de 75cm, então cada equivale a 0,1155kg de aço de 5,00mm de diâmetro. Somando os 63 metros de viga com o comprimento dos 19 pilares de 2,80 metros tem-se um comprimento linear total de 116,2 metros. Dividindo pelo espaçamento de 15 centímetros, são necessários 775 estribos, totalizando 104,10 kg de aço 5,00mm.

As Tabelas 20 à 22 mostram as composições de custos dos elementos dos pilares e das vigas utilizadas para os cálculos na residência em alvenaria convencional.

TABELA 20 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92777 (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	39017	Espaçador	un.	0,7430	R\$0,30	R\$0,23
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250	R\$28,00	R\$0,70
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0250	R\$0,00	R\$0,00
C	88245	Armador	h	0,1278	R\$0,00	R\$0,00
C	92793	Corte e dobra de aço 8,00mm	kg	1,0000	R\$11,79	R\$11,79
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$12,72</b>

FONTE: O autor (2021)

TABELA 21 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92778 (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	39017	Espaçador	un.	0,5430	R\$0,30	R\$0,16
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250	R\$28,00	R\$0,70
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0156	R\$0,00	R\$0,00
C	88245	Armador	h	0,0956	R\$0,00	R\$0,00

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	92794	Corte e dobra de aço 10,00mm	kg	1,0000	R\$11,90	R\$11,90
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$12,76</b>

FONTE: O autor (2021)

TABELA 22 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA COM BASE NA SINAPI 92775 (Kg)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	39017	Espaçador	un.	1,1900	R\$0,30	R\$0,36
I	43132	Arame recozido 1,65mm	kg	0,0250	R\$28,00	R\$0,70
C	88238	Ajudante de armador	h	0,0367	R\$0,00	R\$0,00
C	88245	Armador	h	0,2245	R\$0,00	R\$0,00
C	92791	Corte e dobra de aço 5,0mm	Kg	1,0000	R\$10,90	R\$10,90
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$11,96</b>

FONTE: O autor (2021)

Multiplicando o custo encontrado nas tabelas 21 e 22 pela quantidade necessária de vergalhões encontrou-se um total (C3) de R\$3.605,77, sendo R\$2.360,74 para aço com diâmetro 10,0mm (C<sub>A10</sub>) e R\$1.245,03 para aço com diâmetro 5,00mm (C<sub>A5</sub>). Resumidamente, o custo total para as barras de aço utilizadas foram:

$$C_{A10} = \text{Total 1 (Tabela 19)} * \text{Total (Tabela 21)}$$

$$C_{A10} = 304,60 \text{ kg} * 12,76 \text{ R\$/kg}$$

$$C_{A10} = \text{R\$3.886,69}$$

$$C_{A5} = \text{Total 2 (Tabela 19)} * \text{Total (Tabela 22)}$$

$$C_{A5} = 104,10 \text{ kg} * 11,96 \text{ R\$/kg}$$

$$C_{A5} = \text{R\$1.245,03}$$

$$C3 = \sum C_{A10} + C_{A5}$$

$$C3 = \text{R\$2.398,75} + \text{R\$1.245,03}$$

$$\mathbf{C3 = R\$5.131,72}$$

Finalizando a somatória dos valores encontrados chegou-se a um total de R\$ 11.252,63, para a execução da estrutura de concreto armado (C<sub>CA</sub>) como descrito:

$$C_{CA} = \sum C1 + C2 + C3$$

$$C_{CA} = R\$ 1.885,39 + R\$1.566,92 + R\$5.131,72$$

$$C_{CA} = R\$8.584,03$$

Na próxima seção será descrito o orçamento para a execução do levantamento da alvenaria de vedação, que considerou blocos cerâmicos (09x14x19)cm, como ilustrado na Figura 11 (seção 3.2.2).

#### 4.1.2 Orçamento para execução da alvenaria de vedação

Durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico, é possível determinar a área de todas as paredes através do software AutoCAD 2018. Sendo necessária para realizar o orçamento das quantidades de blocos cerâmicos a serem utilizados. Dessa forma foi encontrada a área total de paredes ( $A_{TP}$ ) igual a 208,15 m<sup>2</sup>.

Devido a amarração dos blocos cerâmicos, dispensa-se a necessidade de utilização de tela de aço e pinos para a fixação, as Tabelas 23 e 24 mostram as composições para os insumos da argamassa e da alvenaria de vedação.

TABELA 23 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA COM BASE NA SINAPI 87292 (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	370	Areia média	m <sup>3</sup>	1,1600	R\$58,00	R\$67,28
I	1106	Cal hidratada	kg	174,10	R\$0,48	R\$83,57
I	1379	Cimento Portland CII - 32	kg	195,86	R\$0,68	R\$133,18
C	88377	Operador de betoneira	h	4,5000	R\$0,00	R\$0,00
C	88830	Betoneira capacidade nominal 400l	CHP	1,0500	R\$0,00	R\$0,00
C	88831	Betoneira capacidade nominal 400l	CHI	3,4500	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$284,03</b>

FONTE: O autor (2021)

TABELA 24 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BASE NA SINAPI 87507 (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	7267	Bloco cerâmico 6 furos	un	37,240	R\$0,75	R\$27,93
I	34557	Tela de aço soldada para alvenaria	m	0,5800	R\$0,00	R\$0,00
I	37395	Pino de aço com furo	un.	0,6900	R\$0,00	R\$0,00
C	87292	Argamassa traço 1:2:8	m <sup>3</sup>	0,0106	R\$284,03	R\$3,01
C	88309	Pedreiro	h	1,5060	R\$0,00	R\$0,00

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88316	Servente	h	0,7530	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$30,94</b>

FONTE: O autor (2021)

Utilizando o valor obtido para a alvenaria de 30,94 R\$/m<sup>2</sup>(Tabela 24), multiplicando pela área total de paredes ( $A_{TP}$ ) a serem construídas que é de 208,15 m<sup>2</sup>, obtém-se o valor de R\$6.440,31. Resumidamente, o custo para a alvenaria de vedação (C4) é:

$$C4 = A_{TP} * \text{Total (Tabela 24)}$$

$$C4 = 208,15 \text{ m}^2 * 30,94 \text{ R\$/m}^2$$

$$\mathbf{C4 = R\$6.440,31}$$

A tabela 25 é utilizada para o orçamento do custo das vergas e contravergas (C5), por metro linear. Considerando um transpasse de 30 cm para cada lado dos vãos (aberturas), foi encontrado o comprimento linear ( $L_{VC}$ ) de 35,44 metros.

TABELA 25 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA E CONTRAVERGA COM BASE NA SINAPI 93187 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	2692	Desmoldante protetor para formas de madeira	l	0,0070	R\$9,11	R\$0,06
I	4491	Pontaletes de madeira	m	0,2200	R\$2,15	R\$0,47
I	39017	Espaçador	un.	6,0000	R\$0,30	R\$1,80
C	88309	Pedreiro	h	0,3600	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente	h	0,1800	R\$0,00	R\$0,00
C	92270	Fabricação de formas para vigas	m <sup>2</sup>	0,4000	R\$37,18	R\$14,87
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 8.00mm	kg	0,7900	R\$56,83	R\$44,90
C	94970	Concreto fck=20MPa traço 1:2,7:7	m <sup>3</sup>	0,0240	R\$321,75	R\$7,72
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$69,83</b>

FONTE: O autor (2021)

Assim, multiplicando o comprimento linear encontrado de verga e contraverga ( $L_{VC}$ ) de 35,44 metros pelo total da Tabela 25, de 69,83R\$/m, totaliza-se R\$2.474,77. Tal como:

$$C5 = L_{VC} * \text{Total (Tabela 25)}$$

$$C5 = 35,44 \text{ m} * 69,83 \text{ R\$/m}$$

$$\mathbf{C5 = R\$2.474,77}$$

Para finalizar o custo da execução da alvenaria de vedação é necessário somar o custo para a alvenaria de vedação (C4) com o custo das vergas e contravergas (C5), de tal forma que:

$$C_{AV} = C4 + C5$$

$$C_{AV} = \text{R\$ } 6.440,31 + \text{R\$ } 2.474,77$$

$$\mathbf{C_{AV} = R\$8.915,08}$$

Por fim, o somatório total do orçamento do custo para execução do projeto em alvenaria convencional ( $C_{AC}$ ), considerando a alvenaria de vedação e a estrutura em concreto armado se dá pela seguinte somatória:

$$C_{AC} = C_{CA} + C_{AV}$$

$$C_{AC} = \text{R\$ } 8.584,03 + \text{R\$ } 8.915,08$$

$$\mathbf{C_{AC} = R\$17.499,11}$$

#### 4.2 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Para iniciar a composição de custos do metro quadrado ( $m^2$ ) para execução da alvenaria estrutural é necessário encontrar o custo da composição (88715) correspondente a argamassa de assentamento dos blocos, conforme o índice da SINAPI. Assim, as Tabelas 26 e 27 indicam essas composições do custo da argamassa e para a elevação da alvenaria estrutural, respectivamente.

TABELA 26 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 COM BASE NA SINAPI 88715 ( $m^3$ )

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	370	Areia média	$m^3$	1,1900	R\$58,00	R\$69,02

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	1106	Cal hidratada	kg	158,95	R\$0,48	R\$76,30
I	1379	Cimento Portland CII - 32	kg	178,82	R\$0,68	R\$121,60
C	88377	Operador de betoneira	h	4,2600	R\$0,00	R\$0,00
C	88377	Betoneira capacidade nominal 400l	CHP	0,9900	R\$0,00	R\$0,00
C	88830	Betoneira capacidade nominal 400l	CHI	3,2700	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$266,92</b>

FONTE: O autor (2021)

TABELA 27 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL COM BASE NA SINAPI 89460 (m<sup>2</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,010400	R\$266,92	R\$2,77
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,510000	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,380000	R\$0,00	R\$0,00
I	38591	Bloco estrutural de concreto 14x19x34	un.	0,730000	R\$2,75	R\$2,00
I	25070	Bloco estrutural de concreto 14x19x39	un.	9,530000	R\$2,75	R\$26,20
I	38597	Canaleta estrutural de concreto 14x19x39	un.	2,200000	R\$3,70	R\$8,14
I	38595	Meia canaleta estrutural de concreto 14x19x19	un.	0,120000	R\$1,85	R\$0,22
I	38589	Meio bloco estrutural de concreto 14x19x19	un.	1,470000	R\$2,05	R\$3,01
I	34547	Tela de aço soldada galvanizada para alvenaria	m	0,395000	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$40,34</b>

FONTE: O autor (2021)

Considerando a mesma metragem utilizada anteriormente no orçamento da alvenaria convencional, ou seja, com área total de parede ( $A_{TP}$ ) 208,15 m<sup>2</sup>, chegou-se ao valor de R\$8.396,77 para a execução das paredes em alvenaria estrutural (C6), resumidamente:

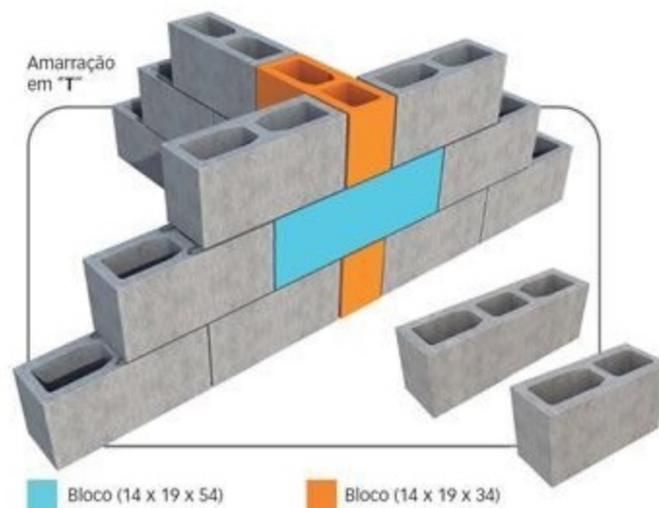
$$C6 = A_{TP} * \text{Total (Tabela27)}$$

$$C6 = 208,15 \text{ m}^2 * 40,34 \text{ R\$/m}$$

$$C6 = R\$8.396,77$$

Lembrando que devida a amarração dos blocos nos encontros das paredes feitas no projeto das fiadas (1ª e 2ª) não foi necessário utilizar a tela de aço. Porém foram utilizados blocos de 54 centímetros para fazer a amarração em T, como ilustrado na Figura 16, que não estavam incluídos no quantitativo considerado na composição SINAPI.

FIGURA 16 – DETALHAMENTO DA AMARRAÇÃO EM T COM BLOCO 54



FONTE: Adaptado de Pavimax Blocos e Paviers (2018)

Dessa forma, observando a planta baixa do projeto arquitetônico em alvenaria estrutural (Anexo 02) foi estimado uma quantidade de 100 blocos 54, tendo um custo unitário de R\$5,38, totalizando em um acréscimo de R\$538,00. Então, somando este ao valor obtido anteriormente, o valor total da execução das paredes em alvenaria estrutural (C6) é de R\$8.934,77.

$$C7 = C6 + \text{Acréscimo dos blocos 54}$$

$$C7 = R\$8.396,77 + R\$538,00$$

$$C7 = R\$8.934,77$$

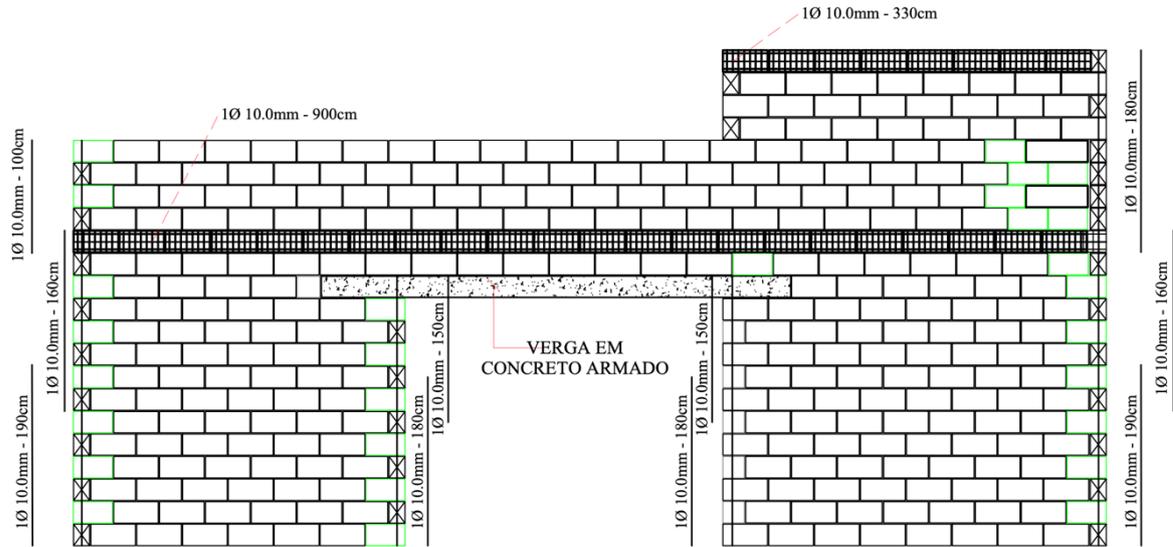
A quantidade total de blocos orçados de acordo com os coeficientes, a metragem e as elevações das paredes estão colocadas abaixo. A Figura 9 (seção 3.2.1) ilustra a família de blocos utilizados no projeto:

- 152 Blocos 34
- 1983 Blocos 39
- 458 Blocos canaleta
- 25 Blocos meia canaleta
- 306 Blocos 19
- 100 Blocos 54

Para a execução das vergas, contravergas e cinta de amarração não foi considerado blocos canaletas na sua composição, uma vez que essas já foram contempladas na Tabela 27 e quando verificado com a elevação das paredes no Anexo 2 , a quantidade de 458 canaletas e 25 meia canaletas já orçadas é maior que a necessária.

Para melhor elucidar a obtenção dos materiais para a alvenaria estrutural, a Figura 16 ilustra a elevação da parede 08, embora todas as elevações, incluindo esta encontram-se no Anexo 02. Destaca-se nesta para a colocação das armaduras longitudinais nas canaletas e verticais que serão consideradas nos cantos, a verga em concreto armado e a variação na altura da platibanda.

FIGURA 17 – ELEVÇÃO DA PAREDE 08



FONTE: O autor (2021)

TABELA 28 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA GRAUTE FGK=20MPA TRAÇO 1:0,04:1,6:1,9 COM BASE NA SINAPI 90279 (m<sup>3</sup>)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
I	367	Areia grossa	m <sup>3</sup>	0,5600	R\$58,00	R\$32,48
I	1106	Cal hidratada	kg	12,810	R\$0,00	R\$0,00
I	1379	Cimento Portland CPII – 32	kg	355,88	R\$0,68	R\$241,99
I	4720	Pedra britada N.0	m <sup>3</sup>	0,5600	R\$67,00	R\$38,08
C	88377	Operador de betoneira	h	2,8600	R\$0,00	R\$0,00
C	88830	Betoneira capacidade nominal 400l	CHP	0,8800	R\$0,00	R\$0,00
C	88831	Betoneira capacidade nominal 400l	CHI	1,9800	R\$0,00	R\$0,00
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$312,55</b>

FONTE: O autor (2021)

Adicionando o aditivo plastificante na quantidade recomendada pelo fabricante de 100ml por saco de cimento, e um custo de R\$5,90 por litro, chegou-se a um adicional de R\$4,19 por metro cúbico de graute, sendo assim o custo final do graute é R\$316,74 por metro cúbico. Aditivo esse incluído no graute para garantir que não ocorra bicheiras e controlar o uso de água para manter o desempenho do material preservando a capacidade estrutural esperada.

TABELA 29 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA CINTA DE AMARRAÇÃO COM BASE NA SINAPI 93205 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88309	Pedreiro	h	0,2530	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente	h	0,1260	R\$0,00	R\$0,00
I	659	Canaleta concreto 14x19x19	un.	5,3400	R\$0,00	R\$0,00
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0014	R\$266,92	R\$0,37
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0114	R\$316,74	R\$3,61
C	92794	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 10,0 mm	kg	0,7900	R\$13,09	R\$10,34
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$14,32</b>

FONTE: O autor (2021)

Assim como na estrutura de concreto armado, a metragem de cinta de amarração é a mesma da viga respaldo ( $L_{VR}$ ), 63 metros lineares, dessa maneira chega-se ao custo (C7) de R\$902,16 para a armação e grauteamento da cinta de amarração.

$$C8 = L_{VR} * \text{Total (Tabela 29)}$$

$$C8 = 63,0 * 14,32 \text{ R\$/m}$$

$$\mathbf{C8 = R\$ 902,16}$$

Para as vergas e contravergas seguiu o mesmo princípio de que as canaletas já estão inclusas no orçamento da alvenaria, cotando apenas o graute, argamassa e armadura.

TABELA 30 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA DE JANELAS COM BASE NA SINAPI 93191 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88309	Pedreiro	h	0,2530	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente	h	0,1260	R\$0,00	R\$0,00
I	659	Canaleta concreto 14x19x19	Un.	5,3400	R\$0,00	R\$0,00
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria,	m <sup>3</sup>	0,0019	R\$266,92	R\$0,50

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
		preparo mecânico com betoneira 400 L				
C	90279	Graute Fck= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140	R\$316,74	R\$4,43
C	92794	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 10,0 mm	Kg	0,7900	R\$13,09	R\$10,34
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$15,27</b>

FONTE: O autor (2021)

Calculando o valor para 11,6 metros lineares de verga ( $L_V$ ) para as janelas chegou-se a um custo (C8) de R\$177,13.

$$C9 = L_V * \text{Total (Tabela 30)}$$

$$C9 = 11,6 * 15,27 \text{ R\$/m}$$

$$\mathbf{C9 = R\$ 177,13}$$

TABELA 31 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA VERGA DE PORTAS COM BASE NA SINAPI 93192 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,2530	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,1260	R\$0,00	R\$0,00
I	660	Canaleta concreto 19x19x19	Un.	5,3400	R\$0,00	R\$0,00
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/ assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0140	R\$266,92	R\$3,73
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140	R\$316,74	R\$4,43
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 8.0 mm	Kg	0,7900	R\$12,96	R\$10,23
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$18,39</b>

FONTE: O autor (2021)

Calculando o valor para 6,53 metros lineares de verga para as portas ( $V_P$ ), chegou-se a um custo (C10) de R\$120,08.

$$C10 = L_R * \text{Total (Tabela 31)}$$

$$C10 = 11,6 * 18,39\text{R\$/m}$$

$$\mathbf{C10 = R\$ 120,08}$$

Para a porta de correr com 2,70 metros de abertura foi considerado um verga em concreto armado, utilizando então o valor obtido na Tabela 25 e considerando um transpasse de 30 centímetros para cada lado, o custo dessa verga é de R\$230,44. Totalizando assim o orçamento das vergas para as portas em um custo total (C10) de R\$350,52.

$$C11 = C10 + \text{Verga em concreto armado para porta de correr}$$

$$C11 = R\$120,08 + R\$ R\$230,44$$

$$\mathbf{C11 = R\$350,52}$$

TABELA 32 – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA CONTRAVERGA COM BASE NA SINAPI 93199 (m)

Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Valor un.	Valor total
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,2530	R\$0,00	R\$0,00
C	88316	Servente com encargos complementares	h	0,1260	R\$0,00	R\$0,00
I	660	Canaleta concreto 19x19x19	Un.	5,3400	R\$0,00	R\$0,00
C	88715	Argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria, preparo mecânico com betoneira 400 L	m <sup>3</sup>	0,0019	R\$266,92	R\$0,50
C	90279	Graute Fgk= 20MPa traço 1:1,6:1,9 (Cimento/ Areia grossa/ Brita 0) preparo mecânico em betoneira 400L	m <sup>3</sup>	0,0140	R\$316,74	R\$4,43
C	92793	Corte e dobra de aço CA-50 diâmetro de 8.0 mm	Kg	0,4900	R\$12,96	R\$6,35
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$11,28</b>

FONTE: O autor (2021)

Considerando o comprimento de contraverga ( $C_C$ ) igual ao das vergas para janelas ( $C_V$ ), 11,6 metros, o custo orçado (C12) é de R\$130,84.

$$C12 = C_c * \text{Total (Tabela 32)}$$

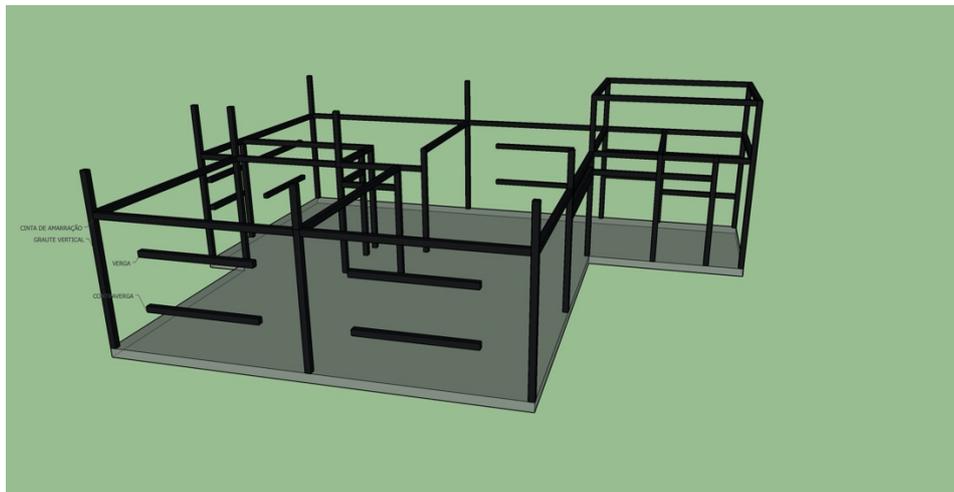
$$C12 = 11,6 * 11,28 \text{ R\$/m}$$

$$\mathbf{C12 = R\$130,84}$$

A armação e grauteamento nos pontos verticais são localizadas em alguns pontos das paredes, conforme indicado na planta baixa do Anexo 2, e de acordo com o Caderno Técnico do Serviço – Graute e Armação (2017), a armação pode ser realizada com barra de aço com diâmetro 10,0mm ou 12,5mm e uma área vazada no trecho vertical de 0,01275 m<sup>2</sup> por bloco, concluímos que serão necessários para os 21 pontos de grauteamento vertical.

A Figura 19 representa uma elevação 3D esquemática dos pontos verticais e horizontais que serão grauteados, realizada no software SketchUp.

FIGURA 18 - DETALHAMENTO ESQUEMÁTICO DOS LOCAIS DE GRAUTEAMENTO



FONTE: O autor (2021)

Para a armadura vertical ( $A_v$ ), foi calculado a seguinte quantidade, considerando barras de aço  $\varnothing 10,0\text{mm}$ :

$$A_v = \text{N}^\circ \text{ de pontos grauteados} * \text{pé direito} * \text{massa linear do aço } 10\text{mm}$$

$$A_v = 21 * 2,80 * 0,617$$

$$A_v = 36,28 \text{ Kg}$$

Para a composição do custo da armadura vertical (C13) utilizou-se a massa obtida anteriormente em ( $A_V$ ) multiplicando pelo custo total da Tabela 21, assim sendo:

$$C13 = A_V * \text{Total (Tabela 21)}$$

$$C13 = 36,28 \text{ kg} * 14,32 \text{ R\$/kg}$$

$$\mathbf{C13 = R\$519,53}$$

Para a composição do volume do graute vertical ( $V_{GV}$ ), utilizou-se do número de pontos grauteados, multiplicando pela altura do pé direito e multiplicando mais uma vez pela área vazada do bloco, que de acordo com o Caderno Técnico do Serviço – Graute e Amarração (2017) é de  $0,01275\text{m}^3$ . Assim então:

$$V_{GV} = \text{N}^\circ \text{ de pontos grauteados} * \text{pé direito} * \text{área vazada do bloco}$$

$$V_{GV} = 21 * 2,80 * 0,01275$$

$$V_{GV} = 0,75 \text{ m}^3$$

Para a composição do custo do graute vertical (C14), utilizou-se o volume encontrado anteriormente ( $V_{GV}$ ) e multiplicando pelo custo total da Tabela 28 adicionado do aditivo plastificante, ficando em R\$316,74 como descrito abaixo:

$$C14 = 0,75\text{m}^3 * 316,74 \text{ R\$/m}^3$$

$$\mathbf{C14 = R\$237,55}$$

Finalmente, somando todas as composições de custos para a execução do projeto em alvenaria estrutural, chegou-se a um total ( $C_{AE}$ ) de R\$11.252,50 sendo:

- R\$8.934,77 Paredes em blocos estruturais (C7)
- R\$902,16 Cinta de amarração (C8)
- R\$177,13 Vergas para as janelas (C9)
- R\$350,52 Vergas para as portas (C11)

- R\$130,84 Contravergas (C12)
- R\$519,53 Armação vertical (C13)
- R\$237,55 Grauteamento vertical (C14)

$$C_{AE} = C7 + C8 + C9 + C11 + C12 + C13 + C14$$

$$C_{AE} = \mathbf{R\$11.252,50}$$

#### 4.3 COMPARATIVO ENTRE OS ORÇAMENTOS

Comparando os métodos construtivos, ou seja, a realização da residência unifamiliar em alvenaria estrutural e em alvenaria convencional, tiveram um valor de R\$11.252,50 para alvenaria estrutural e de R\$17.499,11 para alvenaria convencional. Assim, neste orçamento totaliza uma diferença de R\$6.246,61, portanto uma redução real do custo apenas dessa etapa da obra orçada em cerca de 35%. Entretanto, deve ainda levar em consideração o tempo de retrabalho que não é necessário fazer para passagem de tubulações elétricas e hidráulicas, uma vez que na alvenaria estrutural as mesmas são executadas juntamente com a elevação da alvenaria.

Além disso, o desperdício dos materiais, tais como as formas de concretagem e alvenaria executada que são cortadas para a passagem das tubulações. Por fim, constata-se a confirmação dada na revisão da literatura de que a alvenaria estrutural é financeiramente mais viável para obras de pequeno porte, tendo uma redução no custo do empreendimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento de preços dos materiais na região de Formosa do Oeste/PR foi importante para mostrar o real custo da obra feita nessa localidade, dando mais veracidade no resultado final, ou seja, mais preciso com os dados locais. Uma vez que ocorre variação nos preços das tabelas dadas pela SINAPI, que utiliza a média dos valores ofertados na capital do estado.

Mesmo apresentando uma redução no custo da obra, a mesma não foi tão expressiva quanto esperado, porém isso se deu por conta da mão de obra orçada no trabalho, uma vez que considerou-se o mesmo valor para a construção para quaisquer tipo de alvenaria (estrutural ou convencional).

No entanto, conclui-se que a economia encontrada foi interessante, mas devido apenas a comparação de materiais não tenha sido expressivo pelo valor encontrado. Ademais, pelas pesquisas feitas com os pedreiros locais, verificou-se que eles ainda preferem realizar obras em alvenaria convencional e/ou não tinham conhecimento em execução em alvenaria estrutural.

### 4.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações gerais para trabalhos futuros, seria interessante:

- Avaliar o custo total da obra em alvenaria estrutural considerando um contrato de mão de obra variável para os métodos construtivos para verificar se há economia com a mão de obra igual como ocorre com os materiais.
- Realizar cálculos estruturais para viabilizar a troca de algumas paredes estruturais por paredes de vedação.
- Realizar o gráfico de tempo de execução entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional.

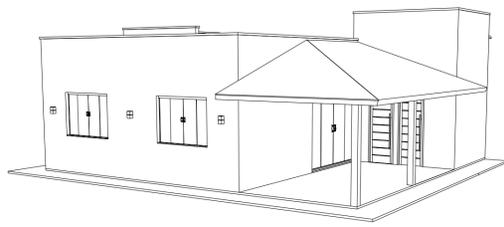
## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868**: Alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2020.
- BELLEI, Poliana, Análise comparativa entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional em construção na cidade de Alegrete – RS, 2013. 79p, **TCC** – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS, 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Caderno Técnico do Serviço – Alvenaria estrutural – Blocos de concreto**, 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Caderno Técnico das Composições de Vergas, Contraverga, Fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de amarração de alvenaria**, 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Caderno Técnico do Serviço – Graute e Amarração**, 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI (Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil) PCI.818.01 – Custos de Composições Analítico**, 2020.
- CAMACHO, J. S. **Projetos de edifícios em alvenaria estrutural**. Notas de aula. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Paulista, 2006.
- CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**. Santa Maria, 2013. Universidade Federal de Santa Maria.
- DIAS, Paulo Roberto Vilela, **Engenharia de custos uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9ª ed. Rio de Janeiro, RJ, 2011
- JUNIOR, José de Almeida Freitas. **Alvenaria Estrutural**. Notas de aula. Universidade Federal do Paraná – 2013.
- KALIL, S.M.B ; LEGGERINI, M.R; BONACHESKI, V. **Alvenaria estrutural**. 2006. Apostila- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2006.
- MACHADO, Mauricio da Silva, Projeto de alvenaria estrutural desenvolvido em BIM – um estudo de caso: edifício de alvenaria estrutural, 2017. 86p, **TCC** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- MATTOS, Aldo Dórea, **Como preparar orçamentos de obras**. 1ª ed. São Paulo, SP, 2006, PINI

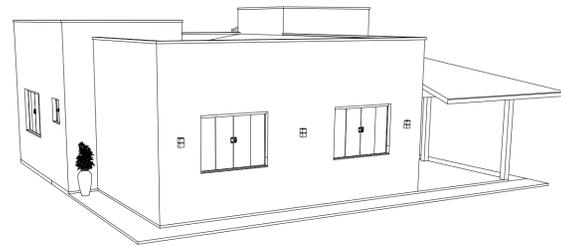
PENTEADO, Adilson Franco. Gestão da produção do sistema construtivo em alvenaria estrutural. 2003. 190p, **Tese de doutorado** – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

RICHTER, Cristiano. Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade, 2007. 175p, **Tese de pós graduação** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

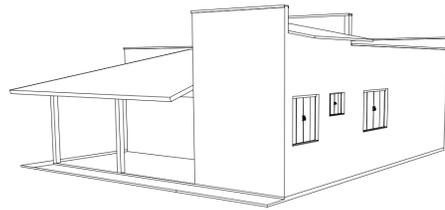
TAUIL, Carlos Alberto, NESE, Flávio José Martins, **Alvenaria Estrutural**. 1 ed. São Paulo, SP, 2010, PINI.



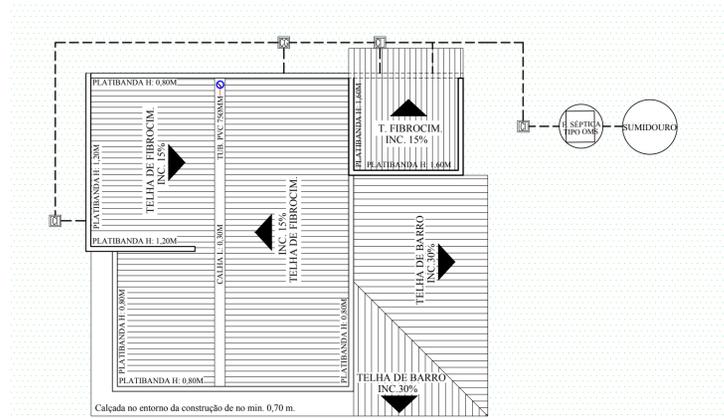
1 PERSPECTIVA SEM ESCALA



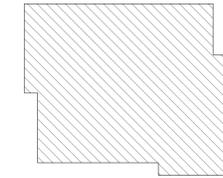
2 PERSPECTIVA SEM ESCALA



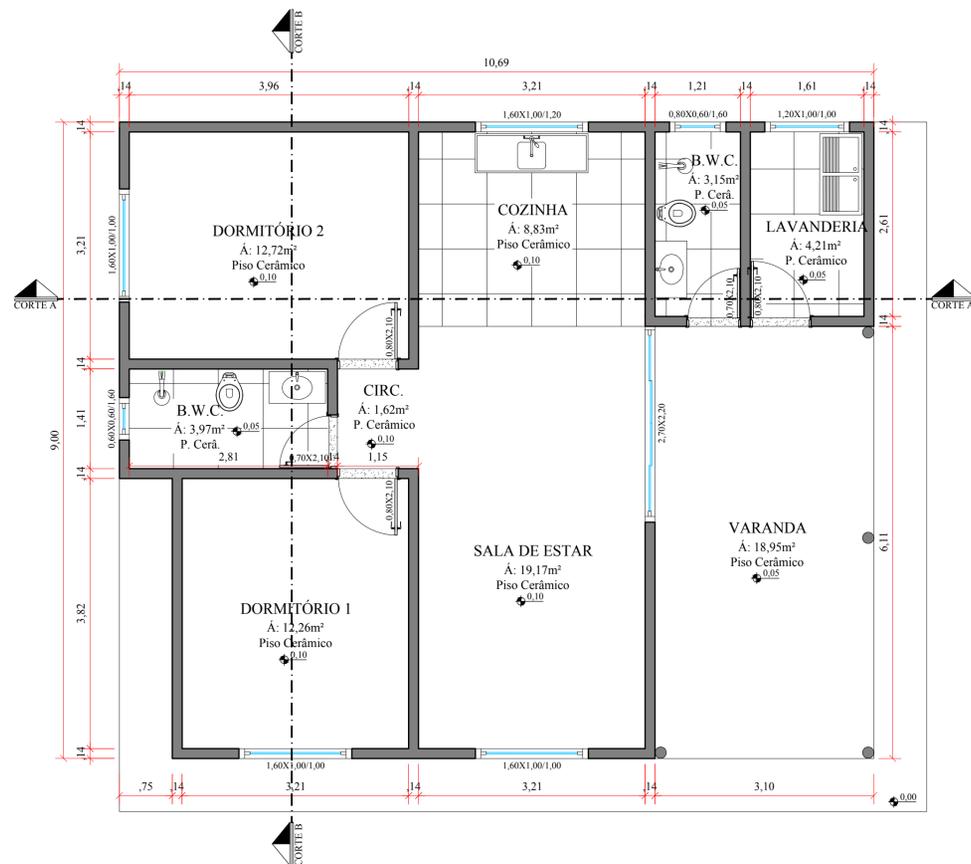
3 PERSPECTIVA SEM ESCALA



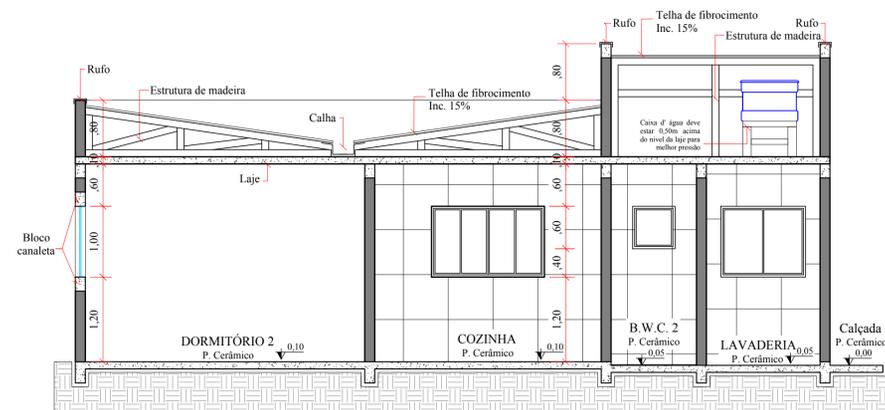
5 LOC. E COBERTURA ESCALA 1:100



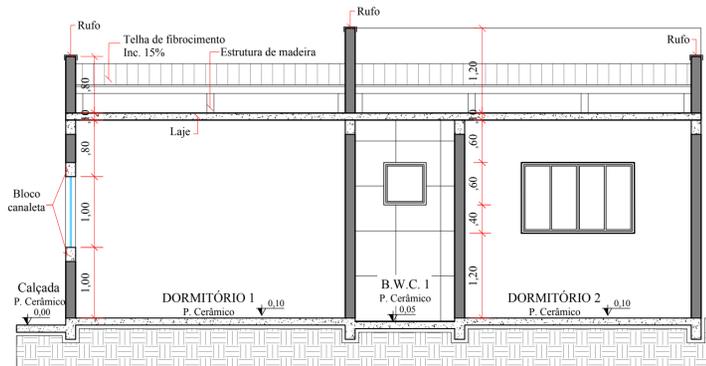
8 LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA



4 PLANTA BAIXA ESCALA 1:50  
ÁREA DE LAJE: 74,35M²  
ÁREA TOTAL: 93,00M²



6 CORTE A ESCALA 1:50



7 CORTE B ESCALA 1:50

**NOTA:**

- \* MEDIDAS ENCONTRAM-SE EM METRO;
- \* QUALQUER ALTERAÇÃO PRÉVIA NO PROJETO, DEVERÁ SER CONSULTADA AO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL;
- \* PROJETO REALIZADO CONFORME APRESENTAÇÃO DAS DIMENSÕES DO TERRENO NA MATRÍCULA;
- \* O PROPRIETÁRIO É INTEIRAMENTE RESPONSÁVEL PELA CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA E GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO;
- \* SEMPRE CONFERIR AS MEDIDAS NA OBRA;
- \* O RESPONSÁVEL TÉCNICO ISENTA-SE DA RESPONSABILIDADE QUANDO QUAISQUER ALTERAÇÕES SEM AUTORIZAÇÃO PRÉVIA;
- \* TODAS AS FACES DO BALDRAME E AS TRÊS PRIMEIRAS FIADAS DA LAJOTA DEVEM SER IMPERMEABILIZADAS;
- \* EXECUTAR VERGAS E CONTRA-VERGAS NOS VÃOS DE JANELAS E PORTAS PASSANDO NO MÍNIMO 30CM DE CADA LADO;
- \* PARA ÁREA DE SERVIÇO TER 2 PONTOS DE ESGOTO E 2 PONTOS DE ÁGUA;
- \* DEVERÁ CONTER A REDE ELÉTRICA COM 5 CIRCUITOS NO MÍNIMO, SENDO UM EXCLUSIVO PARA O CHUVEIRO;
- \* CONCRETAGEM DAS VIGAS E LAJE SOMENTE APÓS CONFERÊNCIA E AUTORIZAÇÃO DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL;
- \* AS VIGAS BALDRAME TERÃO SEÇÕES 19X30 CM E AS ESTACAS 3 M DE PROFUNDIDADE;
- \* O CONTRAPISO DEVERÁ SER FEITO ANTES DE SUBIR A ALVENARIA;
- \* O TRAÇO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO É (1: 0,6: 6) (CIMENTO: CAL: AREIA MÉDIA)
- \* O TRAÇO DO GRAUTE É (1: 0,05: 2) (CIMENTO: CAL: AREIA: PEDRISCO) E ADICIONAR ADITIVO PLASTIFICANTE;
- \* AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRAULICAS DEVEM SER REALIZADAS JUNTO COM A ALVENARIA POR DENTRO DOS BLOCOS;
- \* É VEDADA A REALIZAÇÃO DE CORTES HORIZONTAIS NAS PAREDES;
- \* A INSTALAÇÃO DE REVESTIMENTO NAS PAREDES PODE SER REALIZADA DIRETAMENTE SOBRE BLOCOS;
- \* JUNTAS CONSTANTES DE 1CM DE ARGAMASSA;
- \* TOMADAS NA ALTURA DE 1,20 M (7ª FIADA) TOMADAS ESPECIAIS, AR CONDICIONADO E CHUVEIRO 2,20M (12ª FIADA)

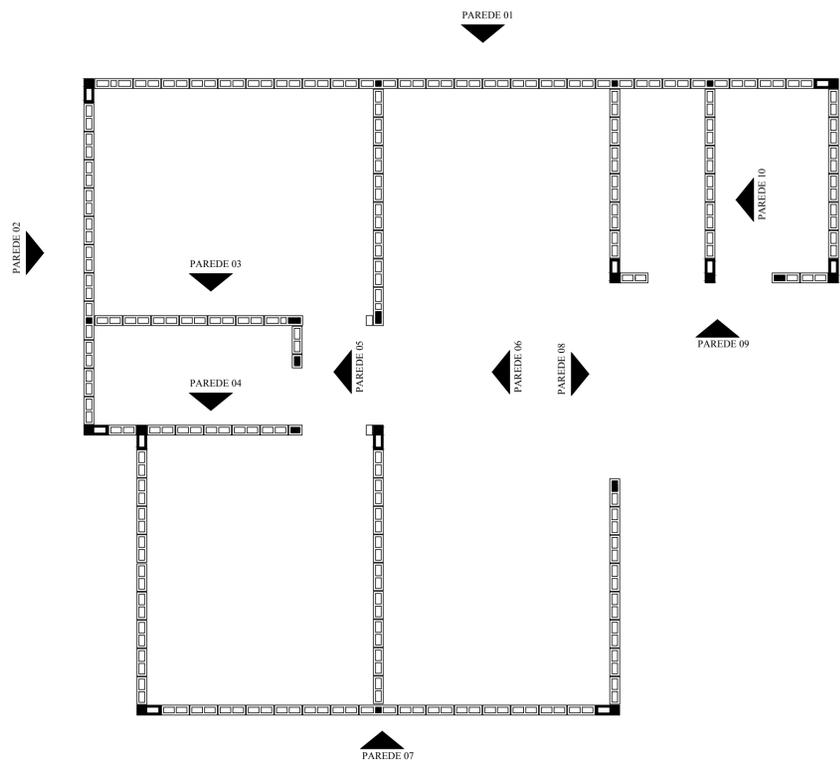
**ORGÃOS PÚBLICOS:**

**PROJETO ARQUITETÔNICO**

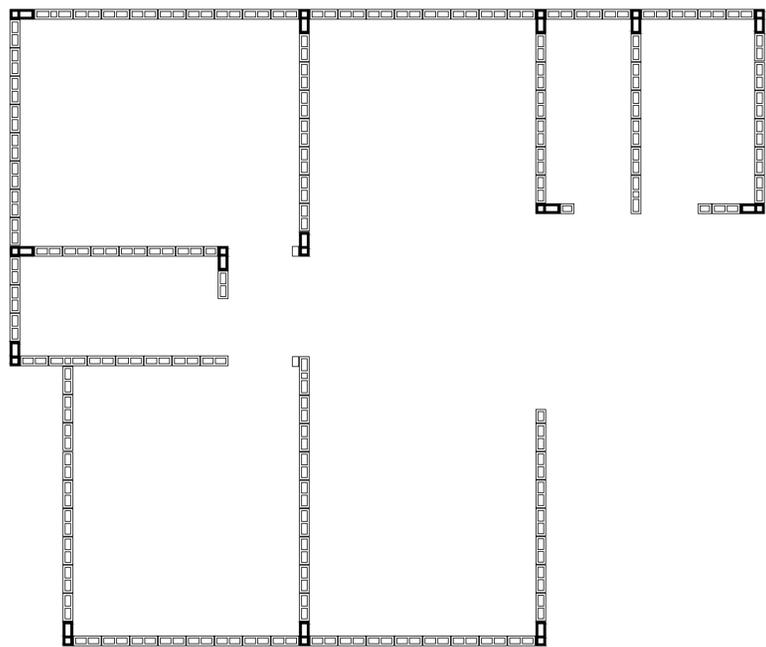
ESTATÍSTICAS:	
ÁREA DO TERRENO:	00,00 M²
ÁREA EXISTENTE:	00,00 M²
ÁREA A CONSTRUIR:	74,35 M²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA:	93,00 M²
ÁREA DE CALÇADA:	18,95 M²
TAXA DE OCUPAÇÃO:	00,00 %
TAXA PERMEÁVEL:	00,00 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO:	0,00

**PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL EM ALVENARIA.**

PROJETO:	ARGUÍVO:	001
LOCAL:	ESTRADA MARABÁ - CRUZEIRINHO- LOTE 537A - FORMOSA DO OESTE/PR.	
PROPRIETÁRIO:	ASSINATURA:	
PROJETO:	ASSINATURA:	DATA: 20 DE NOV. DE 2020
EXECUÇÃO:	ASSINATURA:	ESCALA: INDICADA
OBRA:		FRANCHA:
- PLANTA BAIXA		
- PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTURA		
- PLANTA DE SITUAÇÃO		
- CORTES		
- ELEVACÕES		
- PERSPECTIVAS		

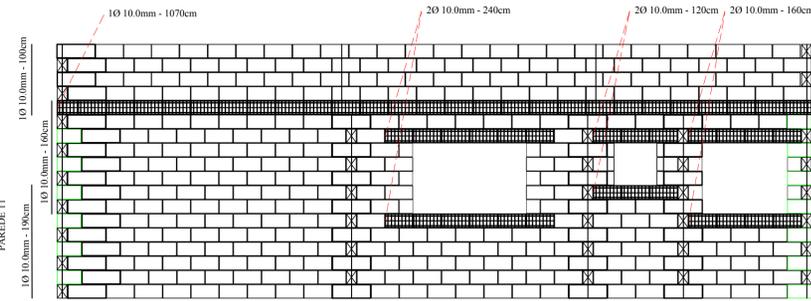


1 FIADA  
ESCALA 1:50

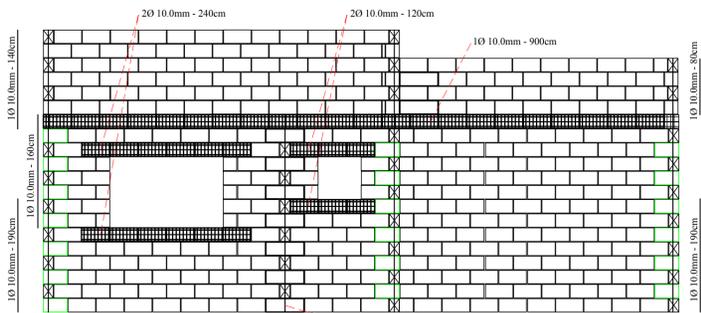


2 FIADA  
ESCALA 1:50

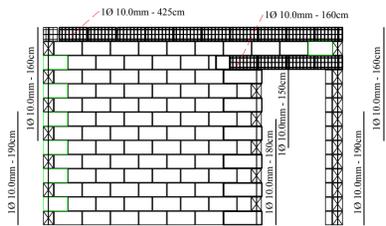
- MEIO BLOCO
- BLOCO 34
- BLOCO 39
- BLOCO 54
- BLOCO CANALETA



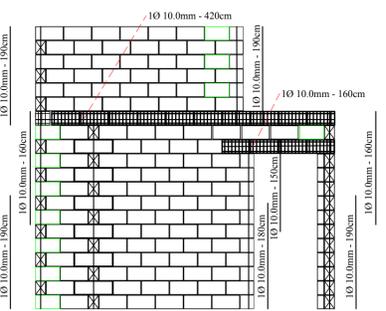
3 PAREDE 01  
ESCALA 1:50



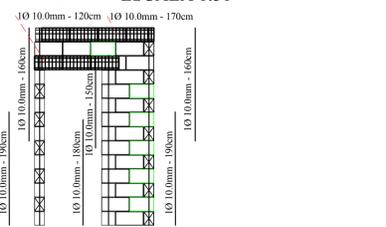
4 PAREDE 02  
ESCALA 1:50



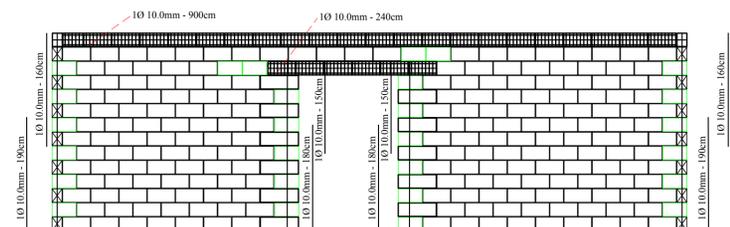
5 PAREDE 03  
ESCALA 1:50



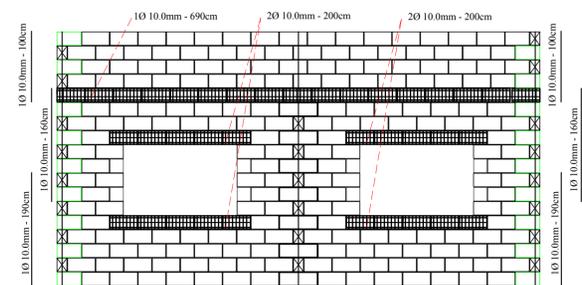
6 PAREDE 04  
ESCALA 1:50



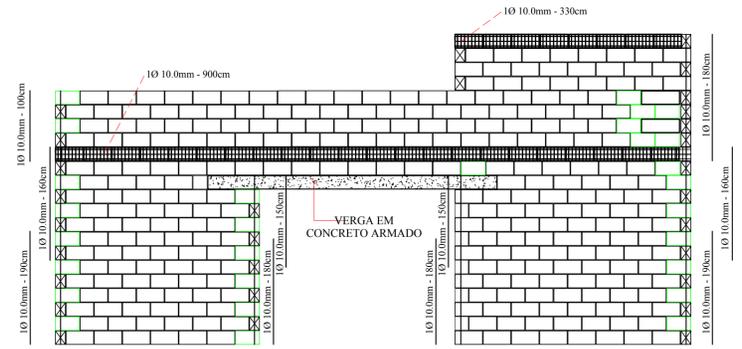
7 PAREDE 05  
ESCALA 1:50



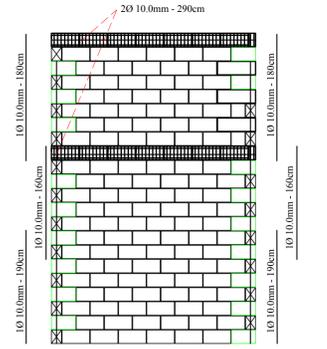
8 PAREDE 06  
ESCALA 1:50



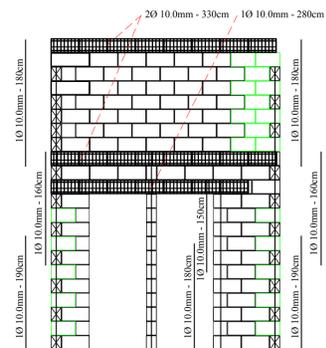
9 PAREDE 07  
ESCALA 1:50



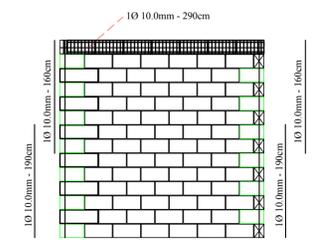
10 PAREDE 08  
ESCALA 1:50



11 PAREDE 11  
ESCALA 1:50



12 PAREDE 09  
ESCALA 1:50



13 PAREDE 10  
ESCALA 1:50

### PROJETO ALVENARIA ESTRUTURAL

ESTATÍSTICAS	
ÁREA DO TERRENO:	00,00 M²
ÁREA EXISTENTE:	00,00 M²
ÁREA A CONSTRUIR:	74,35 M²
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA:	93,00 M²
ÁREA DE CALÇADA:	18,95 M²
TAXA DE OCUPAÇÃO:	00,00 %
TAXA PERMEÁVEL:	00,00 %
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO:	0,00

PROJETO: PROJETO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL.

LOCAL: ESTRADA MARABÁ - CRUZEIRINHO - LOTE 537A - FORMOSA DO OESTE/PR.

PROPRIETÁRIO: \_\_\_\_\_ ARQUIVO: 001

PROJETO: \_\_\_\_\_ ASSINATURA: \_\_\_\_\_ DATA: 20 DE NOV. DE 2020

EXECUÇÃO: \_\_\_\_\_ ASSINATURA: \_\_\_\_\_ ESCALA: INDICADA

OBRA: \_\_\_\_\_ PRANCHA: 02/02

- PLANTA BAIXA

- PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTURA

- PLANTA DE SITUAÇÃO

- CORTES

- ELEVAÇÕES

- PERSPECTIVAS

- PERSPECTIVAS

A APROVAÇÃO DO PRESENTE PROJETO PELA PREFEITURA NÃO RECONHECE A PROPRIEDADE DO IMÓVEL.