



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM CONCRETO CONVENCIONAL,  
ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO-PVC**

Marina Reckziegel

Lajeado, 28 de junho de 2019

Marina Reckziegel

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL  
MULTIFAMILIAR EM CONCRETO CONVENCIONAL, ALVENARIA  
ESTRUTURAL E CONCRETO-PVC**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharela em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Marcelo Freitas Ferreira

Lajeado, 28 de junho de 2019

Marina Reckziegel

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL  
MULTIFAMILIAR EM CONCRETO CONVENCIONAL, ALVENARIA  
ESTRUTURAL E CONCRETO-PVC**

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharela em Engenharia Civil:

Prof. Me. Marcelo Freitas Ferreira (Orientador)  
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof<sup>ª</sup>. Ma. Carolina Becker Pôrto Fransozi  
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Rodrigo Spinelli  
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Lajeado, 28 de junho de 2019

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, que me manteve motivada e persistente para poder alcançar mais essa conquista em minha vida. Agradeço a todos da minha família, que se manteve presente nas horas boas e ruins, sempre me incentivando e apoiando.

A Arquiteta e Urbanista Cláudia Reckziegel e o Engenheiro Civil Eldon Alberto Reckziegel pelo apoio e ajuda na execução dos orçamentos e também na organização do trabalho.

Ao meu orientador professor Me. Marcelo Freitas Ferreira, pela dedicação nos assessoramentos e seus ensinamentos para a elaboração do presente trabalho. Ao demais professores que colaboraram de alguma forma para minha formação pessoal e profissional.

## RESUMO

O Brasil vem aprimorando a sua caminhada frente às técnicas construtivas da construção civil, introduzindo novos métodos estruturais que investem na produtividade, redução de custos e melhorando o gerenciamento das obras. Para isso, é preciso realizar estudos técnicos e detalhados de cada sistema. Desse modo, o presente trabalho realiza a comparação de custos de três métodos construtivos utilizados na atualidade, o sistema de concreto convencional, a alvenaria estrutural e o concreto-PVC. Foram abordados conceitos básicos, características, vantagens e desvantagens, processos de execução e materiais utilizados em cada um dos sistemas, acrescentando uma base teórica sobre industrialização, desperdício de materiais na construção civil e orçamento de obra. A partir disso, realizou-se o dimensionamento do projeto arquitetônico de uma edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos, área total de 343,50m<sup>2</sup>, já executada pelo sistema de concreto convencional e adaptada ao concreto-PVC e à alvenaria estrutural com blocos de concreto. Após a definição dos projetos foi elaborado o levantamento dos quantitativos dos materiais e mão de obra de acordo com a tabela SINAPI/RS e a tabela de composições do *software* PLEO da empresa Franarin, do mês de fevereiro/2019. Como o sistema de concreto-PVC não consta na tabela SINAPI/RS, foi contatada uma empresa especializada que está localizada na cidade de Serra no estado do Espírito Santo. Nos orçamentos considerou-se somente o custo direto da obra (materiais e mão de obra), não sendo analisados os custos indiretos e nem a porcentagem de BDI, pois orçou-se somente os custos, e não o preço final da obra. Na comparação destes levou-se em conta todas as etapas para a construção: serviços preliminares, infraestrutura, alvenaria, revestimento das paredes, piso e forro, pintura, instalações elétricas e hidráulicas, cobertura, esquadrias e também a mão de obra e o tempo de execução. As etapas de serviços preliminares, fundação, cobertura e esquadrias são consideradas iguais para os três sistemas construtivos. Com os orçamentos finalizados foi possível realizar a análise comparativa dos custos entre os sistemas. O concreto-PVC apresentou maior economia quando comparado aos outros dois métodos, em relação ao sistema convencional ocorreu uma redução de 16,04% e 8,58% com a alvenaria estrutural, além de reduzir o tempo de execução e o custo da mão de obra.

**Palavras chave:** Sistema Construtivo Convencional. Alvenaria Estrutural. Concreto-PVC.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Método construtivo em concreto convencional .....	22
Figura 2- Método construtivo de alvenaria estrutural .....	32
Figura 3- Formas dos blocos utilizados na alvenaria estrutural .....	33
Figura 4- Elevação (Paginação) da alvenaria .....	36
Figura 5- Blocos da família 29 e 39 .....	37
Figura 6- Amarração de canto, em “T” e em “Cruz” .....	38
Figura 7- Assentamento dos blocos estratégicos e conclusão da primeira fiada.....	41
Figura 8- Posição das vergas e contravergas nas janelas e portas .....	42
Figura 9- Requisitos e condições para a execução da alvenaria estrutural.....	43
Figura 10- Edificação construída com o sistema concreto-PVC.....	46
Figura 11- Sistema de concreto-PVC .....	47
Figura 12- Exemplos de perfis de 64mm, 100mm e 150mm .....	49
Figura 13- Sistema de perfis de PVC .....	50
Figura 14 - Parâmetros para o armazenamento dos perfis de PVC.....	54
Figura 15- Identificação e localização dos painéis PVC .....	54
Figura 16 - Fundação tipo radier .....	55
Figura 17- Execução dos furos para a ancoragem e guias de madeira para alinhamento dos perfis .....	56
Figura 18 - Fixação da ancoragem .....	56
Figura 19 - Montagem dos perfis .....	57
Figura 20 - Início da montagem das paredes de PVC .....	58

Figura 21 - Posicionamento das barras de aço nos painéis de PVC .....	58
Figura 22 - Escoramento, alinhamento e travamento da estrutura .....	59
Figura 23 - Etapas do preenchimento dos painéis de PVC com concreto .....	61
Figura 24 - Tesoura de madeira apoiada no topo da parede .....	61
Figura 25 - Edificações executadas pelo sistema de concreto-PVC.....	62
Figura 26- Projeto adotado .....	68

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Comparativo de custo da etapa de serviços preliminares .....	73
Gráfico 2 - Comparativo de custo da etapa de infraestrutura .....	74
Gráfico 3 - Comparativo de custo da etapa da supraestrutura .....	75
Gráfico 4 - Comparativo de custo da etapa da alvenaria .....	77
Gráfico 5 - Comparativo de custo da etapa da instalação elétrica.....	78
Gráfico 6 - Comparativo de custo da etapa da instalação hidráulica.....	78
Gráfico 7 - Comparativo de custo da etapa da cobertura .....	79
Gráfico 8 - Comparativo de custo da etapa das esquadrias .....	80
Gráfico 9 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de parede .....	81
Gráfico 10 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de piso .....	82
Gráfico 11 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de forro.....	82
Gráfico 12 - Comparativo de custo da etapa da pintura .....	83
Gráfico 13 - Comparativo de custo da etapa de louças e metais .....	84
Gráfico 14 - Comparativo de custo da etapa da escada.....	84
Gráfico 15 - Comparativo de custo da etapa do guarda-corpo .....	85
Gráfico 16 – Comparativo do custo total .....	86
Gráfico 17 – Comparativo do valor dos materiais e mão de obra de cada sistema .....	87
Gráfico 18 - Comparativo de dias para execução da obra.....	90

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Composição - Alvenaria de blocos de concreto estrutural 14x19x29cm.....	69
Quadro 2- Elementos considerados para cada sistema construtivo .....	70

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Comparativo de custo de todas as etapas .....	86
Tabela 2 - Comparativo do custo por m <sup>2</sup> de cada sistema construtivo.....	87

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI - Benefícios e Despesas Indiretas

CAA - Concreto autoadensável

CA - Concreto armado

CREA/RS - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CUB/m<sup>2</sup> - Custo Unitário Básico de Construção

cm - Centímetro

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura

g/cm<sup>3</sup> - Grama por centímetro cúbico

h - Horas

kgf - Quilograma-força

kg/m<sup>3</sup> - Quilograma por metro cúbico

m - Metros

m<sup>2</sup> - Metro quadrado

m<sup>3</sup> - Metro cúbico

mm - Milimetro

MPa - Mega Pascal

NBR - Norma Brasileira

PVA - Poli Acetato de Vinila

PVC - Policloreto de Vinila

PLEO - Planilha Eletrônica de Orçamentos

RBS - Royal Building System

R\$ - Moeda Real

RS - Rio Grande do Sul

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas

TCPO - Tabela de Composição e Preços para Orçamentos

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Limitações da pesquisa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Delimitação da pesquisa.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>17</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Sistema construtivo de concreto convencional.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1 Breve histórico .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2 Conceitos básicos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.3 Pontos positivos e pontos negativos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.4 Execução do sistema construtivo.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.4.1 Fundação .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.4.2 Supraestrutura.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.4.3 Revestimento (Piso) .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.4.4 Revestimento (Parede) .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.4.5 Revestimento (Forro) .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.4.6 Pintura .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.4.7 Cobertura .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Desperdício .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Industrialização na construção civil .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Sistema construtivo de alvenaria estrutural .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.1 Breve histórico .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.2 Conceitos básicos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.3 Tipos de alvenaria.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.4 Principais componentes da alvenaria .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.5 Modulação da alvenaria estrutural.....</b>	<b>35</b>

2.4.5.1 Modulação horizontal .....	36
2.4.5.2 Modulação vertical .....	38
2.4.6 Pontos positivos e pontos negativos do sistema.....	38
2.4.7 Execução do sistema construtivo.....	39
2.4.7.1 Fundação .....	39
2.4.7.2 Supraestrutura/ vedação.....	40
2.4.7.3 Instalações elétricas e hidráulicas .....	43
2.4.7.4 Cobertura .....	44
2.4.7.5 Revestimento .....	44
2.5 Sistema construtivo de concreto-PVC .....	45
2.5.1 Breve histórico .....	45
2.5.2 Conceitos básicos .....	46
2.5.3 Tipo de perfis .....	48
2.5.4 Componentes.....	50
2.5.4.1 PVC (Policloreto de Vinila) .....	50
2.5.4.2 Concreto leve.....	51
2.5.5 Pontos positivos e pontos negativos.....	52
2.5.6 Execução do sistema construtivo.....	53
2.5.6.1 Transporte e armazenamento.....	53
2.5.6.2 Fundação .....	54
2.5.6.3 Ancoragem e guia de montagem .....	55
2.5.6.4 Montagens das paredes (painéis de PVC) .....	57
2.5.6.5 Instalações elétricas e hidrossanitárias.....	59
2.5.6.6 Concretagem .....	60
2.5.6.7 Cobertura .....	61
2.5.6.8 Acabamento.....	62
2.6 Orçamento de obra.....	62
2.6.1 Definição .....	63
2.6.2 Custos.....	65
2.6.1 BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) .....	66
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	67
3.1 Projeto.....	67
3.2 Levantamento dos quantitativos .....	68
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	72
4.1 Comparativo de custo entre os três sistemas construtivos.....	72
4.1.1 Serviços preliminares .....	72
4.1.2 Infraestrutura .....	73
4.1.3 Supraestrutura.....	74
4.1.4 Alvenaria .....	75
4.1.5 Instalação elétrica e hidráulica.....	77
4.1.6 Cobertura .....	79

4.1.7 Esquadrias.....	79
4.1.8 Revestimentos .....	80
4.1.8.1 Parede .....	80
4.1.8.2 Piso .....	81
4.1.8.3 Forro .....	82
4.1.9 Pintura .....	83
4.1.10 Aparelhos e metais.....	83
4.1.11 Escada e guarda-corpo.....	84
4.1.12 Análise total.....	85
4.1.13 Análise da mão de obra e material.....	87
4.1.14 Tempo de execução.....	88
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
REFERÊNCIAS .....	93
APÊNDICES .....	103
APÊNDICE A – Planilha orçamentária do sistema de concreto convencional .....	104
APÊNDICE B – Planilha orçamentária do sistema de alvenaria estrutural .....	109
APÊNDICE C – Planilha orçamentária do sistema de concreto - PVC.....	113
APÊNDICE D – Quantitativo dos materiais do sistema de concreto convencional .....	117
APÊNDICE F – Quantitativo dos materiais do sistema de concreto-PVC .....	121
APÊNDICE G – Sistema de alvenaria estrutural - Planta Baixa – 1º Fiada – Pavimento térreo/ 2º pavimento .....	122
APÊNDICE H – Sistema de alvenaria estrutural - Planta Baixa – 2º Fiada – Pavimento térreo/ 2º pavimento .....	123
ANEXOS .....	124
ANEXO A – Situação e localização da obra .....	125
ANEXO B – Sistema de concreto convencional - Planta Baixa -Térreo.....	126
ANEXO C – Sistema de concreto convencional - Planta Baixa -2º Pavimento .....	127
ANEXO D – Fachada .....	128
ANEXO E – Corte AA .....	129
ANEXO F – Sistema de concreto-PVC - Planta Baixa – Térreo / 2º Pavimento .....	130

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a construção civil está vivendo um momento de aperfeiçoamento nas suas técnicas e introduzindo novos sistemas construtivos, que gerem aumento na produtividade, reduzindo os custos, causando menos resíduos de construção e favorecendo o gerenciamento na obra. No Brasil, o método mais utilizado é o sistema de concreto convencional ancorado a novos manejos tecnológicos, uma vez que o modo tradicional vem indicando menos produtividade e grande nível de desperdício de materiais (NUNES; JUNES, 2008).

Os novos paradigmas estão na mão de obra, que antes era irrelevante, porém para baixar o custo da obra e aumentar a produtividade, qualifica-se o trabalhador através de treinamento. A nova industrialização traz a mudança de padrões na construção civil (SILVA, 2003).

Com vários métodos para a construção, o objetivo das empresas começou a ser o custo e o controle de gastos do empreendimento, necessitando da escolha de um método capaz de atender a todas as particularidades fundamentais inerentes a execução de uma obra da maneira mais econômica possível (SILVA, 2017). Com isso, tornam-se primordiais estudos mais aprofundados sobre os sistemas construtivos, seus custos e benefícios.

Almejando a maior eficácia no sistema construtivo podemos evidenciar dois processos de construção distintos, mas que ao mesmo tempo, apresentam semelhanças, que levam o nome de sistema construtivo de alvenaria estrutural e de concreto-PVC.

A alvenaria estrutural já vem sendo utilizada desde a antiguidade, e é conhecida pelo seu modo empírico, baseado na experiência em construções que garantam a rigidez e a estabilidade estrutural necessárias. As obras executadas há milhares de anos existem até hoje, comprovando que o sistema contém qualidade e durabilidade (MOHAMAD, 2015).

Esse sistema se destaca por ser um método racionalizado, pois diminui a quantidade de resíduos produzidos na obra, permite alta velocidade da construção, reduz o custo da mão de obra, além de poder ser empregado tanto na construção de residências como de edifícios com vários pavimentos, permitindo também economizar tempo na execução da obra por adaptar a canalização das instalações elétricas e hidráulicas nos blocos, reduzindo as etapas e garantindo alta produtividade (ABCP, 2013).

Já o de concreto-PVC pode ser considerado inovador e versátil, nascido na década de 80, no Canadá. O método é integrado por perfis leves de PVC com encaixe simples, preenchidos com concreto, resultando em uma estrutura autoportante com elevada resistência, oferecendo alta produtividade, facilitando o controle dos materiais e mão de obra, evitando também o desperdício e diminuindo o impacto ao meio ambiente (ROYAL MARKET LTDA, 2018).

A alvenaria estrutural e o concreto-PVC apresentam pontos construtivos parecidos, já que ambos possuem o sistema de vedação como elemento estrutural, que ocorre através da modulação dos blocos e dos painéis estruturais de PVC, e, além disso, existe o conceito de racionalização presente nestes dois sistemas.

A presente pesquisa tem por objetivo analisar as principais características dos métodos construtivos citados, apresentando as suas particularidades, verificando e comparando o custo de uma construção do tipo residencial, multifamiliar, executada pelo sistema de concreto convencional, concreto-PVC e alvenaria estrutural com blocos de concreto, localizada na cidade de Teutônia/RS. Desta forma, espera-se constatar qual dos sistemas é mais econômico em relação ao custo de execução da edificação.

## **1.1 Objetivos**

Os objetivos dessa pesquisa estão apresentados como geral e específico e são exibidos a seguir.

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um estudo comparativo orçamentário, entre o sistema construtivo de concreto convencional, de concreto-PVC e de alvenaria estrutural com

blocos de concreto, em relação aos custos diretos de uma edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos, localizada na cidade de Teutônia/RS.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) comparar o custo direto (material e mão de obra) de cada etapa construtiva;
- b) estimar o tempo de execução necessário para cada sistema;
- c) analisar a diferença entre os custos diretos encontrados em cada um dos sistemas.

## **1.2 Justificativa**

Grande parte da construção civil no país ainda utiliza o processo artesanal, por ser uma técnica aceita no mercado e com fácil produção, embora gere desperdício de recursos, além de oferecer demora no tempo de execução. Novos sistemas estão surgindo devido à competitividade das empresas em apresentar métodos que possuam rápida execução, menor custo de produção, maior durabilidade e a possibilidade de reciclagem (SIMÃO ET. AL, 2014).

Com a evolução dos sistemas industrializados que buscam aperfeiçoamento em suas produções, reduzindo os custos, dando ênfase na qualidade e praticando a sustentabilidade, por reduzir a geração de resíduos, cabe analisar, se a utilização do sistema de concreto-PVC apresenta grandes benefícios para a construção civil por ser mais versátil, rápido e extremamente produtivo. Também chama a atenção na relação com o meio ambiente, pela utilização de um material reciclado e reduzindo o desperdício de materiais (IBDA, 2015).

O método construtivo de alvenaria estrutural está em pleno desenvolvimento, por mostrar-se racionalizado e por proporcionar agilidade na execução. Esse não necessita da utilização de vigas e pilares como o sistema convencional, pois as paredes têm função estrutural, resistindo ao carregamento da edificação, por isso é considerado simples e barato, também diminui o acúmulo de materiais e melhora a mão de obra (ITALIANO, 2017).

Conforme o autor acima, o método convencional contém pilares, vigas e lajes como elementos principais que são responsáveis em distribuir as cargas da edificação até a fundação.

As alvenarias possuem principalmente a função de vedação, visto que não tem função estrutural. De acordo com Silva (2003), esse sistema é o mais utilizado na construção civil, por ter a fácil adequação da estrutura ao projeto, possibilitando a construção de edificações com grandes vãos e alturas.

Logo, a pesquisa abordou três sistemas construtivos utilizados na atualidade, o sistema de concreto convencional, um dos mais utilizados na construção civil, a alvenaria estrutural, mais popular em termos de divulgação e o concreto-PVC uma nova tecnologia sendo lançada no mercado construtivo, apresentando suas principais características, analisando as vantagens e desvantagens de cada um com o objetivo de avaliar o custo para a execução de uma edificação residencial multifamiliar na cidade de Teutônia/RS, por meio de uma comparação orçamentária entre os métodos construtivos. Esta análise abordou os custos diretos (material e mão de obra) de cada um dos métodos, verificando qual dos três sistemas é mais econômico para a execução da edificação.

### **1.3 Limitações da pesquisa**

Em função dos painéis de PVC serem produzidos por poucas empresas e não ter profissionais treinados para realizar as edificações, tal sistema acaba não se apresentando como opção em todas as regiões. De acordo com as pesquisas realizadas pela aluna, existem empresas no estado do Rio Grande do Sul e no Espírito Santo que fabricam esse tipo de perfil de PVC. A empresa contatada foi a do estado do Espírito Santo, localizada em Serra, que forneceu o orçamento referente ao projeto que foi analisado nesse trabalho.

Devido ao sistema de concreto-PVC possuir uma alta produtividade, redução de mão de obra e facilidade na execução, o mesmo foi confrontado com outro método que apresenta características similares e também com o método de concreto convencional.

### **1.4 Delimitação da pesquisa**

Neste trabalho foi realizado um estudo bibliográfico sobre o sistema construtivo de concreto convencional, de alvenaria estrutural e do concreto-PVC, abordando suas características, seus benefícios econômicos e a viabilidade dos três métodos construtivos.

Para a comparação de custos entre os sistemas abordados, foi realizado um orçamento, contemplando os custos de construção da edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos com área de 343,50m<sup>2</sup>, localizada na rua Carlos Arnt, bairro Canabarro, na cidade de Teutônia/RS.

Para o sistema construtivo de concreto convencional e de alvenaria estrutural com blocos de concreto foram utilizados os materiais fornecidos pela tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) do estado do Rio Grande do Sul fornecida para Caixa Econômica Federal e a tabela de composição do *software* PLEO (Planilha Eletrônica de Orçamentos) da empresa Franarin do mês de fevereiro/2019. Já para o sistema de concreto-PVC foi contatada uma empresa, localizada na cidade de Serra, no estado do Espírito Santo, pois esse sistema possui poucas empresas especializadas para realizar a execução, comparado com os outros sistemas construtivos.

O orçamento foi realizado considerando os custos diretos (material e mão de obra) para os três sistemas construtivos e não foram analisados os custos indiretos da obra e nem a porcentagem de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), pois orçou-se somente o custo, e não o preço final da obra. Na comparação foram consideradas todas as etapas de execução: serviços preliminares, infraestrutura, supraestrutura, alvenaria, revestimento das paredes, piso e forro, pintura, instalações elétricas e hidráulicas, cobertura e esquadrias, e também mão de obra e tempo de execução.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução contextualizando o sistema construtivo convencional, alvenaria estrutural e concreto-PVC, tema, delimitação do tema, objetivos, problema de pesquisa, tipo de estudo e justificativa do trabalho.

O segundo capítulo abrange a revisão bibliográfica, na qual serão abordados os conceitos e referenciais sobre concreto-PVC, alvenaria estrutural e o sistema de concreto convencional, além de um breve histórico, definição, etapas de execução e pontos positivos e negativos de cada sistema. Além disso, a descrição sobre o desperdício de materiais, industrialização na construção civil e definição de orçamento de obra.

O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada na elaboração da análise comparativa de custo do presente estudo. Traz a abordagem de projeto residencial multifamiliar que será executado pelo sistema de concreto convencional, de alvenaria estrutural e de concreto-PVC, através de levantamento dos quantitativos foram desenvolvidos os orçamentos para cada um dos métodos.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos e a análise comparativa dos custos entre o sistema construtivo de concreto convencional, de alvenaria estrutural com blocos de concreto e concreto-PVC de uma edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos.

O quinto capítulo mostra a conclusão obtida para esta pesquisa.

Por fim, as referências bibliográficas consultadas para a realização da pesquisa.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica com abordagem dos conteúdos que fundamentam o tema escolhido para o trabalho, iniciando pela descrição do sistema construtivo de concreto convencional, alvenaria estrutural e concreto-PVC. Além disso, a definição do conceito e algumas características sobre orçamento de obra que são indispensáveis para a comparação de custo entre os sistemas construtivos.

### **2.1 Sistema construtivo de concreto convencional**

#### **2.1.1 Breve histórico**

A origem do cimento Portland ocorreu na Inglaterra, em 1824, pelo francês John Aspdi, e sua produção industrial teve início após 1850. Em 1855, o francês J.L. Lambot criou um barco, e J. Monier, em 1861, fabricou vasos de flores, ambos utilizaram argamassa de cimento reforçado por ferro. Em 1900, Mörsch dando continuidade à teoria do concreto armado, já iniciada por Koenen, através de vários ensaios experimentais, colaborou para o surgimento dos primeiros parâmetros da teoria do concreto armado, válidos até hoje (CARVALHO; FIGUEIREDO, 2007).

No Brasil, a utilização do concreto armado iniciou-se no século XX. Em 1908, foi executada a primeira ponte com vão de 9 metros, no Rio de Janeiro. No ano de 1910, em São Paulo, foi construída a ponte em concreto armado sobre o Ribeirão dos Machados com vão de 28 metros de comprimento, existente até hoje. Em 1928 foi construído o edifício A Noite, no Rio de Janeiro, possuindo 22 pavimentos, considerando-se este o mais alto do mundo executado em concreto armado, projeto realizado por Emilio Baumgart. A partir de 1901, o Brasil vem

desenvolvendo obras com recordes mundiais, podemos citar algumas delas, como a Marquise da tribuna do Jockey Clube do Rio de Janeiro, com 22,4 metros de balanço, o Edifício Martinelli de 30 pavimentos, construído em São Paulo e o Elevador Lacerda em Salvador, com 73 metros de altura (BASTOS, 2006).

### **2.1.2 Conceitos básicos**

O concreto armado é caracterizado pela ligação do concreto com barras de aço, pois em conjunto os dois materiais adquirem uma perfeita aderência, de maneira que ambos suportem os esforços a que são submetidos (SOUZA JÚNIOR, 2016).

O concreto pode ser considerado um material que possui uma alta resistência às tensões de compressão, mas tem baixa resistência à tração. Por isso, é necessário ligar ao concreto um material com alta resistência à tração, como as barras de aço, com o objetivo de suportar as tensões de tração na estrutura (BASTOS, 2006). Segundo Mehta e Monteiro (1994) apud Klein (2015) além da resistência à compressão, existem outras qualidades importantes, tais como: elasticidade, estanqueidade, impermeabilidade e resistência a intempéries.

Bastos (2006) descreve algumas características dos materiais que constituem o concreto simples:

- a) o cimento Portland é o elemento essencial utilizado no concreto, considerado o responsável pela mistura dos materiais. É composto por clínquer, cuja propriedade básica é ser um ligante hidráulico que endurece com a ação da água;
- b) os agregados são considerados materiais inertes que tem finalidade de aumentar a resistência, reduzir a retração e custos na composição do concreto. O volume do concreto é composto por 70% de agregados;
- c) a água é essencial no concreto, pois facilita as reações que ocorrem no cimento, garantindo resistência e durabilidade. Além disso, tem a função de lubrificar as partículas assim facilitando o manuseio do concreto.

Depois da realização da mistura desses elementos, consegue-se um concreto simples, material de densidade plástica, que ao longo do tempo endurece devido as reações químicas

entre o cimento e a água, mas com sua baixa resistência à tração necessita a utilização de armaduras (SOUZA JÚNIOR, 2016).

No concreto armado pode ocorrer o surgimento de fissuras na estrutura devido à retração do concreto (BASTOS 2006). De acordo com Silva (2003, p.80) a fissuração é um fenômeno natural que ocorre no concreto armado devido à baixa resistência à tração.

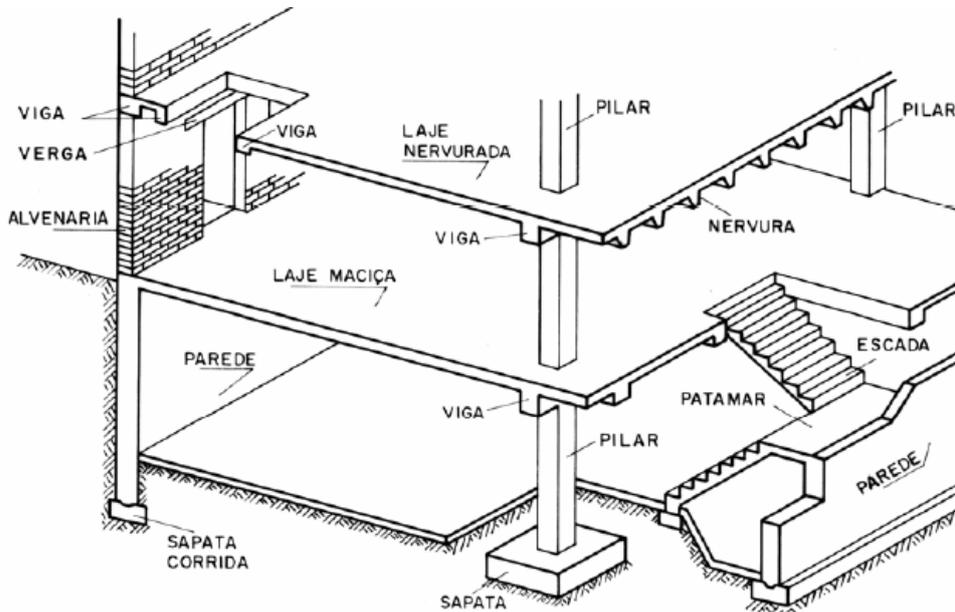
“O controle da fissuração é importante para a segurança estrutural em serviço, condições de funcionalidade e estética (aparência), desempenho (durabilidade, impermeabilidade, etc.). Deve-se garantir, no projeto, que as fissuras que venham a ocorrer apresentem aberturas menores do que os limites estabelecidos considerados nocivos.”

Segundo Bastos (2006) as armaduras do concreto armado devem ser aplicadas somente aonde ocorrem tensões e deformações nos carregamentos das estruturas. O concreto e o aço conseguem trabalhar em conjunto, pois seus coeficientes de dilatação térmica são praticamente iguais. O concreto protege o aço da oxidação (corrosão), assim assegurando a conservação do conjunto, mas para que ocorra essa proteção, há a necessidade de existir uma espessura de concreto, a barra de aço e a parte externa da peça (cobrimento), proporcionando a durabilidade.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) a estrutura do sistema convencional é formada por elementos estruturais, classificados como lineares e de superfície. Os elementos lineares são aqueles que o comprimento longitudinal excede no mínimo três vezes a maior dimensão transversal, denominados como barras (pilares, vigas, tirantes e arcos). Os elementos de superfície são aqueles em que uma dimensão (espessura) é relativamente pequena se comparado com as demais faces, podem ser consideradas as lajes, chapas, cascas e pilares-paredes.

Conforme Bastos (2006) e Carvalho e Figueiredo (2007) os elementos estruturais são peças que formam um sistema que trabalha em conjunto para suportar aos esforços e assegurar a estabilidade da estrutura, podendo ser elas de pequeno ou grande porte. Os elementos básicos para a construção convencional são pilares, vigas e lajes. A Figura 1 indica cada elemento de um sistema construtivo convencional.

Figura 1- Método construtivo em concreto convencional



Fonte: Mac Gregor (1998) apud Giongo (2007, p.9).

Devido a sua característica artesanal, a construção convencional assenta individualmente cada bloco ao longo da linha mestra. É um processo lento, que requer uma maior quantidade de mão de obra na execução (SANTIAGO, 2008). Por ser um método artesanal, pode dar origem a erros, que tornam a estrutura mais apta a ocorrência de patologias, podendo acarretar em desperdício. Os sulcos feitos na alvenaria para engastar as peças elétricas e hidráulicas, geram excessivo desperdício de materiais (CONDEIXA, 2013).

### 2.1.3 Pontos positivos e pontos negativos

Segundo Carvalho e Figueiredo (2007) o sistema convencional vem sendo bastante utilizado no mundo todo, com isso suas funções apresentam pontos positivos:

- a) pode suportar boa resistência aos esforços;
- b) contem ótima trabalhabilidade, facilitando a liberdade do projetista a realizar modificações estruturais;
- c) possibilita obter obras de grandes vãos;
- d) adequação de qualquer tipo de fôrma;

- e) boa resistência e durabilidade ao fogo;
- f) permite o uso de pré-moldado, facilitando a execução;
- g) boa resistência a choques e vibrações;
- h) o sistema é mais durável que qualquer outro tipo de construção.

Conforme os autores citados acima, pode-se destacar também alguns pontos negativos do sistema convencional:

- a) apresenta um peso específico muito elevado ( $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$ ), aumentando seu peso próprio, fazendo com que o custo da estrutura fique elevado;
- b) transmitem som e calor, sendo fundamentais materiais para o isolamento;
- c) é fundamental a utilização de fôrmas e escoras para o escoramento;
- d) tempo de execução é mais longo.

## **2.1.4 Execução do sistema construtivo**

### **2.1.4.1 Fundação**

As fundações são consideradas elementos estruturais que normalmente estão localizadas abaixo do solo, que tem como função transmitir ao solo as cargas solicitantes da estrutura. O solo precisa apresentar uma resistência e rigidez apropriada, para que não ocorra ruptura e deformações na estrutura (BARROS, 2011).

Assim a escolha do tipo de fundação vai depender de vários fatores, como a topografia do terreno, nível do lençol freático, do tipo de solo, resistência e a profundidade até o solo firme. Para a obtenção dessas informações são realizadas sondagens do solo (CRASTO, 2005).

Segundo Velloso e Lopes (2010), Azeredo (1997) e a NBR 6122 (ABNT, 2010) as fundações são divididas em dois grandes grupos: as fundações superficiais (rasas ou diretas) e as fundações profundas. As fundações superficiais são aquelas que a carga é transmitida diretamente ao solo pela base da fundação, e a sua profundidade máxima é de três metros,

podendo ser caracterizadas como: blocos, sapatas, radier, vigas de fundação. Já as fundações profundas são aquelas que transmitem a carga, por efeito de atrito lateral e por meio de um fuste, e a sua profundidade é maior que três metros, são caracterizadas como: estacas e tubulões (BARROS, 2011).

#### **2.1.4.2 Supraestrutura**

A supraestrutura no sistema convencional é constituída por um conjunto de elementos estruturais como pilares, vigas e lajes, e também de paredes de alvenaria para vedação. Estes elementos, tanto estruturais como de vedação, tem como objetivo suportar cargas de diversos pavimentos, e transmitir para a fundação (MONTEIRO, 2016).

##### **2.1.4.2.1 Pilar**

A NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 84) estabelece que os pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Tem como função transmitir as cargas de compressão para a fundação, ou também para outro elemento de apoio (BASTOS, 2006). Para o dimensionamento da ferragem dos pilares são considerados os esforços normais, momentos fletores e forças cortantes caso tenha ações horizontais (BASTOS, 2017).

Segundo Bastos (2006) os pilares são elementos estruturais de grande importância na estrutura, devido a capacidade resistente do edifício e pelo aspecto de segurança na construção. Além de pertencerem ao sistema de contraventamento, que tem responsabilidade de garantir a estabilidade da edificação geradas pelas ações verticais e horizontais.

##### **2.1.4.2.2 Viga**

A NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 83) define que as vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante”. As vigas são elementos estruturais em orientação horizontal, que podem ser submetidas a diferentes tipos de esforços verticais da laje, de outras vigas, paredes, pilares, etc. Sua principal função é transferir os esforços atuantes para os apoios, na maioria das vezes para os pilares. As cargas geradas nas vigas são perpendiculares ao eixo horizontal,

podem ser concentradas ou distribuídas, e também recebem forças de compressão e tração. (BASTOS, 2006).

Para as vigas de concreto armado é necessário a utilização de três tipos de armação de aço, armadura positiva e armadura negativa (armadura longitudinal) e estribos (armadura transversal). A armadura positiva tem função se resistir aos esforços de tração, a armadura negativa de resistir aos esforços de compressão e a armadura transversal de resistir a força cortante. Assim aumentando a capacidade de resistência e a durabilidade da viga (BARROS; MELHADO, 1998). Também é necessário dimensionar o cobrimento de armadura, que é a “espessura da camada de concreto responsável pela proteção da armadura” necessário para a qualidade do concreto (BASTOS, 2017, p.2).

#### **2.1.4.2.3 Laje**

Segundo Bastos (2006) a laje é considerada estrutura bidimensional plana, tem função principal de servir como piso ou cobertura nas edificações. As ações geralmente são perpendiculares, e transmitidas para as vigas de apoio da laje e também para os pilares. Existem diversos tipos de lajes como: maciças, nervuradas, lisas, pré-moldada, etc.

A laje pré-moldada é uma das mais utilizadas em construções brasileiras, pois permite rapidez e facilidade na execução e quantidade reduzida de material, como fôrmas e escoramentos. São empregadas em construções residenciais e edifícios de baixa altura. Sua estrutura é constituída por vigotas de concreto que servem como base estrutural, contendo armação interna. No espaçamento entre as vigotas são colocadas tabelas de cerâmica, que servem como fôrma, para então realizar a concretagem da laje (SALGADO, 2014).

#### **2.1.4.2.4 Alvenaria**

Segundo Azeredo (1997) a alvenaria de uma edificação é constituída por tijolos, pedras naturais ou blocos de concreto, fixados ou não com argamassa, devem oferecer condições de durabilidade, resistência e impermeabilidade. As alvenarias são classificadas como: estrutural e de vedação. Ambas têm a função de dividir os ambientes internos, controlar ação de agentes indesejáveis (vento, chuva, ruídos, etc), além de apresentar resistência térmica, acústica e à umidade.

De acordo com Salgado (2014) a alvenaria de vedação não possui função estrutural, somente de fechamento dos vãos, as cargas da estrutura são descarregadas nos pilares e vigas, que as conduzem até a fundação. Já a alvenaria estrutural tem como função suportar os esforços estruturais da edificação, sem precisar de pilares e vigas. Esse sistema exige maior aperfeiçoamento na hora da execução, pois as unidades devem seguir a modulação do projeto.

#### **2.1.4.3 Revestimento (Piso)**

O revestimento de piso é definido como uma superfície horizontal ou inclinada, podendo ser em áreas internas ou externas com intuito de permitir a fluxo leve ou pesado na edificação (AZEREDO, 2006). A NBR 15.575 (ABNT, 2013) define como um conjunto de camadas (estrutural, impermeabilização, contrapiso, fixação, acabamento) com função de vedação, resistência e tráfego.

Os tipos de revestimento de piso mais utilizados são em concreto, cerâmica, madeira, pedra natural ou artificial, vinílico e porcelanato. Todos apresentam função de resistência, estanqueidade e geram conforto estético para o ambiente (AZEREDO, 2006).

#### **2.1.4.4 Revestimento (Parede)**

De acordo com Salgado (2014) o revestimento de parede tem como função regularizar, proteger a superfície contra intempéries (vento, chuva, sol, umidade, etc) e aumentar a resistência, durabilidade e a impermeabilidade da parede, gerando acabamento e conforto visual.

O revestimento de parede pode ser classificado como: argamassados e não argamassados. Os argamassados são procedimentos comuns e tradicionais com a utilização de argamassas sobre alvenarias internas ou externas, de vedação ou estrutural com intuito de corrigir as irregularidades, prumos e imperfeições das superfícies. São formados por três camadas: chapisco, emboço e reboco. Já os não argamassados são aqueles compostos por outros elementos naturais ou artificiais, como revestimento cerâmico, pedras naturais, azulejos, madeira, entre outros. Todos são elementos assentados sobre o emboço da superfície regularizada e fixados com argamassa colante (AZEREDO, 2006).

#### **2.1.4.5 Revestimento (Forro)**

Segundo Azeredo (2006) o forro é considerado um sistema de revestimento abaixo do teto em uma edificação, visto como um acabamento interno ou externo. Tem como finalidade regularizar, gerar conforto térmico e lúminico para o ambiente. O forro precisa oferecer condições para a instalação de luminárias, dutos de ar condicionado, entre outras. Os tipos de revestimento de teto mais utilizados são: concreto aparente, argamassados, madeira, gesso, metálico, PVC e fibras vegetais ou minerais.

#### **2.1.4.6 Pintura**

A pintura tem a finalidade de proteger a edificação contra as ações das intempéries e dos desgastes naturais devido ao uso. Tem como principal função impedir a entrada de umidade causada pela chuva, limpeza e desinfecção nos elementos construtivos, assim evitando fungos e bactérias, e também a formação de mofo nos ambientes com poucas luz e ventilação. Além de proteger contra a umidade, a pode também ajudar nos aspectos arquitetônicos da edificação, gerando beleza e conforto visual. (SALGADO, 2014).

Salgado (2014) salienta que o sistema de pintura é realizado através da aplicação de tinta nas mais variadas superfícies. O procedimento é realizado a partir da limpeza, preparo da tinta, aplicação em diferentes demãos e com uso de ferramentas.

#### **2.1.4.7 Cobertura**

A cobertura viabiliza a proteção da construção contra intempéries e ações da natureza e deve apresentar propriedades isolantes. Precisa ser impermeável, resistente, de longa duração, fácil manutenção e apresentar bom escoamento (AZEREDO, 1997).

Conforme Salgado (2014) a cobertura é composta por dois elementos, a estrutura formada por tesouras, constituída por vigas e peças metálicas ou madeira, com finalidade de suportar os seus componentes, e a telha que tem a função de cobrir a estrutura dando proteção à construção.

Os tipos de cobertura mais utilizados são as telhas cerâmicas, usadas em edificações residenciais. Para obras de médio e grande porte são empregados materiais do tipo metálico e fibrocimento, pois facilitam a execução e possuem um ótimo custo-benefício (SALGADO, 2014).

## **2.2 Desperdício**

A indústria da construção civil ocupa um importante papel no desenvolvimento do Brasil gerando emprego e renda à população, além de servir como base para o crescimento do país através da criação de novas tecnologias. (PINTO et al, 2015). Apesar disso, o setor é caracterizado por gerar altos índices de desperdício tanto de materiais quanto na utilização da mão de obra. Neste contexto, as empresas construtoras estão repensando suas formas de produção e revendo suas estruturas para minimizar a produção de desperdício dos materiais produzidos em obra (DESCHAMPS; BEUREN, 2009).

De acordo com Souza (2015) e Grohamnn (1998) a construção civil é um dos setores onde mais ocorre o desperdício. Afirmam que a quantidade de mão de obra e materiais desperdiçados em três obras, é provável a realização de outra construção idêntica, isto é, o desperdício alcançaria um índice de 33%. Mesmo com todos os processos investidos nos últimos tempos, a indústria da construção civil ainda possui índices de desperdício consideráveis.

Conforme Grohamnn (1998) no desperdício dos materiais estão considerados os entulhos e os materiais incorporados. Os entulhos são todos os materiais que não serão mais empregados, como, concreto, argamassa, ferro, madeira e telhas quebradas. Já os materiais incorporados são o excesso de materiais gastos, percebidos somente no final da obra. A autora também menciona o desperdício da mão de obra, que se refere ao tempo utilizado pelo operário em atividades que não geram prejuízos ao valor final da obra, e podem ser reduzidos ou eliminados, como, tempo de espera, retrabalho, transporte, entre outros.

Segundo Serpell (1993) apud Grohamnn (1998) nas execuções das construções existem vários fatores que influenciam à produtividade, fazendo com que ocorra o desperdício, que são identificados como:

- a) ausência de detalhamento nos projetos e falta de planejamento que dificultam a execução da obra;
- b) falta de contato da administração da obra com o processo produtivo, gerando compras desnecessárias;
- c) métodos ultrapassados e inadequados executados em obras, que não observados acarretam repetição em obras seguintes;
- d) falta de especialização para os funcionários.

De acordo com o autor acima, se forem minimizados esses fatores, o índice de perda nas construções seria reduzido.

Para Soibelman (1993) apud Deschamps; Beuren (2009) o conceito de perda na construção civil, está associado ao desperdício de materiais, mas também pode ser entendida como qualquer falta de eficiência no uso de materiais, equipamentos, mão de obra e capital necessário para a execução da obra. Logo, entre a perda estão o desperdício de materiais e os serviços dispensáveis que acarretam custos adicionais e não acrescentam valor.

Para que aconteça a redução do desperdício é necessário a implantação de novas tecnologia construtivas, que aumentem o nível de racionalização e diminuam o grau de viabilidade da execução (BARROS, 1998 apud DESCHAMPS; BEUREN, 2009). Essa inovação no setor de construção precisa apresentar quatro diretrizes básicas: racionalização em projetos, no processo de fabricação dos materiais e componentes, nos processos construtivos tradicionais e modernização organizacional e gerencial (SOUZA, 1990 apud VILLAR, 2006, p. 1). O autor salienta que a racionalização e a industrialização estão associadas, pois, “a base da industrialização é aplicação de medidas de otimização dos recursos materiais, humanos e organizacionais empregados no processo construtivo”.

### **2.3 Industrialização na construção civil**

O conceito de industrialização surgiu no final da década de 50, no período pós-guerra devido à falta de materiais de construção e mão de obra qualificada somadas a um déficit habitacional e com os recursos financeiros escassos, então uma das soluções encontradas foi reduzir as operações realizadas no canteiro de obra para a indústria, desse modo surgindo a pré-

fabricação dos componentes produzidos na obra, afim de racionalizar os materiais e a mão de obra, diminuindo o tempo de execução e o custo (SILTORI, 2015).

De acordo com Acker (2002) a maneira mais adequada de industrializar o setor da construção civil é substituir o trabalho produzido nos canteiros para as indústrias. A produção realizada em uma fábrica permite processos de produção mais eficientes e racionais, operários especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade e durabilidade.

Conforme Siltori (2015) a industrialização está associada aos conceitos de organização, repetição, linhas de produção mais organizadas, produção em alta escala, com isso facilitando a execução, reduzindo o desperdício, gerando alto controle de qualidade durante a sua produção. Porém é necessária uma mão-de-obra qualificada, para que não ocorram erros e risco de produção em larga escala.

Para Sabbatini (1989) a industrialização da construção civil é sinônimo de evoluir, sendo a pré-fabricação a direção para essa evolução, com controle de qualidade, racionalização, aumento da produtividade, redução de custos, além da redução da perda de materiais, ou seja, tornando a obra sustentável, prática, limpa e eficiente.

Do mesmo modo que Sabbatini (1989), Pigozzo (2005) ressalta que a construção civil está em constante evolução, cada vez mais tentando suprir as deficiências do sistema artesanal, e assim industrializando a maior parte da obra.

Com a evolução dos novos sistemas construtivos e o processo de industrializar os canteiros de obras, a alvenaria estrutural é um sistema que se destaca por ser um método racionalizado, pois diminui a quantidade de resíduos produzidos na obra, permite alta velocidade da construção e reduz o custo da mão de obra. (ABCP, 2013).

Além do sistema de alvenaria estrutural, temos o sistema em concreto-PVC, um sistema industrializado, que vem ganhando força no Brasil, por ser considerado inovador e versátil. O método é integrado por painéis de PVC, preenchidos com concreto, resultando em uma estrutura autoportante com elevada resistência, oferecendo alta produtividade, facilitando o controle dos materiais e mão de obra, evitando também desperdício e diminuindo o impacto ao meio ambiente (ROYAL MARKET LTDA, 2018).

## **2.4 Sistema construtivo de alvenaria estrutural**

### **2.4.1 Breve histórico**

A alvenaria é um sistema de construção tradicional, iniciado nos primórdios da humanidade, marcado por estar presente nas principais construções em sua aparência estrutural e arquitetônica, composto por blocos de pedras ou cerâmicos intertravados, como as pirâmides do Egito, o Coliseu Romano, a Catedral de Notre Dame, os quais são uns dos exemplos que se destacaram na antiguidade (MOHAMAD, 2015).

De acordo com Rocha (2010) as estruturas de alvenaria eram dimensionadas pelo método empírico utilizado até o início do século XX. Esse método era baseado na experiência dos construtores que traziam conhecimentos de gerações, garantindo a rigidez e a estabilidade estrutural.

Segundo Ramalho e Corrêa (2013), um ícone clássico da alvenaria estrutural moderna é o Edifício Monadnock, construído em Chicago entre 1889 e 1891, que foi considerado uma obra ousada, pois contém 16 pavimentos e 65m de altura. As paredes possuem espessura de base de 1,80 metros, por causa do dimensionado do método empírico predominantes na época.

No Brasil, a alvenaria surgiu por volta do século XVI. No entanto, as alvenarias com blocos estruturais, consideradas como o processo construtivo mais elaborado, prático e econômico em se tratando de edifícios, apenas ocorreu na década de 1960, com a construção do Central Park Lapa, em São Paulo. A obra foi executada com paredes de 19 cm de espessuras e quatro pavimentos (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

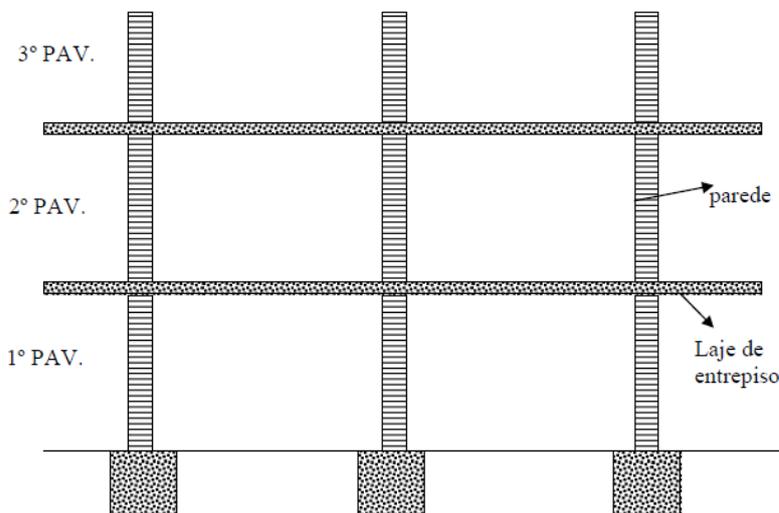
### **2.4.2 Conceitos básicos**

Na alvenaria estrutural, as paredes são responsáveis por suportar todas as ações atuantes, tanto verticais como horizontais (MOHAMAD, 2015). As principais ações são as tensões de compressão, podendo existir tensões de tração em determinadas peças, porém, essas estão em pontos específicos da estrutura e não contém valor elevado. Em caso contrário, havendo tensões de tração em vários pontos da edificação, a quantidade de groute deverá ser elevada, o que fará o método ficar economicamente inviável (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Tratando-se de alvenaria estrutural, as paredes desempenham várias funções, as quais podem ser consideradas: estrutural, isolamento térmico e acústico (KALIL, 2006). Conforme Sabbatini apud Balduino (2016) as paredes são elementos estruturais, resistindo a cargas como os pilares e vigas fariam em um sistema de concreto armado, aço ou madeira. Para o projeto, a distribuição das paredes precisa atuar como elemento que estabilize uma a outra.

Para que um projeto de alvenaria estrutural seja econômico, as paredes precisam necessariamente coincidirem-se entre si, e devem se repetir em vários pavimentos, fazendo com que não precise de elementos auxiliares ou estrutura de transição (KALIL, 2006). Na Figura 2, está mostrando o método construtivo de alvenaria estrutural.

Figura 2- Método construtivo de alvenaria estrutural



Fonte: Kalil (2006, p.5).

A estrutura de alvenaria estrutural pode servir para duas funções: de vedação e suporte para a edificação, o que gera uma grande economia na sua utilização, em comparação ao sistema convencional. Porém é necessário controlar a sua resistência para assegurar a segurança da edificação, requerendo a utilização de materiais com custo mais elevado e também uma execução mais qualificada (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

O sistema de alvenaria estrutural é considerado racionalizado, pois o processo de trabalho é mais eficiente e organizado, o projeto ganha ênfase no planejamento e padronização, possibilitando a eliminação dos desperdícios (HOFFMANN, 2012).

### 2.4.3 Tipos de alvenaria

De acordo com Tauil e Nese (2010) a alvenaria estrutural é classificada em duas categorias: alvenaria não armada e alvenaria armada.

A alvenaria não armada não precisa da utilização do graute, apenas são inseridas armaduras, como em vergas e contravergas, para evitar patologias, como trincas e fissuras adquiridas pela acomodação da estrutura, ventos e acúmulo de tensões. São utilizadas em edificações residenciais e edifícios de até oito pavimentos (KALIL, 2006).

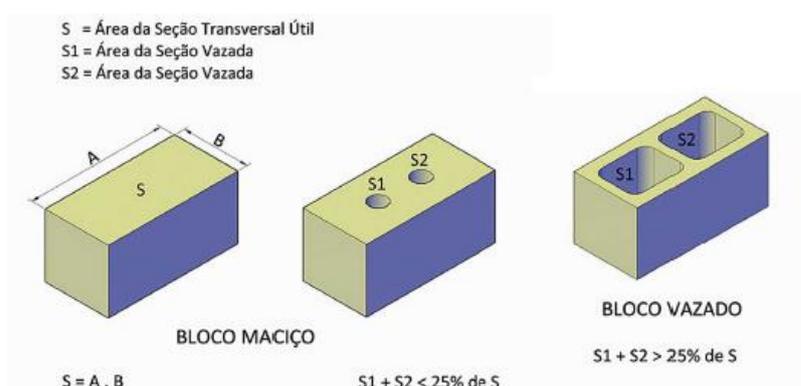
Já a alvenaria armada recebe reforços com armaduras em determinadas regiões devido às exigências estruturais. São inseridas barras ou fios de aço nos vazios dos blocos e em seguida se realiza o preenchimento com graute. Dessa maneira a alvenaria passa a agir igualmente como o sistema convencional (TAUIL; NESE, 2010).

### 2.4.4 Principais componentes da alvenaria

Segundo Mansione (2007) os principais elementos que constitui a alvenaria estrutural são: blocos, argamassa de assentamento, graute e armadura.

Os blocos são considerados os principais responsáveis pela resistência da estrutura. Podem ser cerâmicos, de concreto ou sílico-calcários. Sua forma pode ser maciça ou vazada, dependendo do índice de vazios, conforme mostra a Figura 3. Os blocos maciços são aqueles que contêm o índice de vazios com no máximo de 25% da área total, caso a área de vazios seja maior que o limite, é classificado como blocos vazados (MANSIONE, 2007).

Figura 3- Formas dos blocos utilizados na alvenaria estrutural



Fonte: Tauil e Nese (2003, p.63).

A NBR 6136 (ABNT, 2016), descreve que os blocos de concreto vazados devem atender uma resistência mínima à compressão de 6 MPa. A NBR 15270-2 (ABNT, 2017) especifica que os blocos cerâmicos precisam obter uma resistência mínima à compressão de 3,0 MPa.

Conforme Acetti apud Dellatorre (2014, p. 27) “a escolha do tipo de bloco depende do conforto que se deseja aos usuários, dos aspectos mercadológicos, comerciais e culturais, normalmente a decisão deve ser do construtor apoiado pelo projetista”.

A argamassa de assentamento tem como utilidade unir os blocos, evitando os pontos de tensões entre eles. Fundamentalmente seu emprego é neutralizar alterações e evitar a entrada das intempéries na edificação. Sua composição é constituída por cimento, areia, cal e água suficiente para produzir uma boa trabalhabilidade, resistência, maleabilidade e duração (RAMALHO; CORRÊA, 2003). Segundo Mohamad (2015, p. 103) a “principal responsabilidade mecânica da argamassa é transmitir as tensões verticais por meio das unidades e acomodar as deformações concentradas, de modo a não provocar fissuras”. Manzione (2007, p. 20) declara que a “resistência à compressão da argamassa deve ser da mesma ordem de grandeza da resistência do bloco”.

O graute é um concreto que contém agregados miúdos e é empregado para preenchimento nos vazios dos blocos. Sua principal finalidade é realizar a união das armaduras nas paredes e aumentar à capacidade de resistência à compressão (PARSEKIAN; SOARES, 2010). Além dos esforços de compressão, também combate esforços de tração, pois a utilização das armaduras com o graute faz com que o aço e o concreto trabalhem em conjunto (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De acordo com a NBR 15961-1 (ABNT, 2011) e NBR 15812 – 1 (ABNT, 2010) a influência do graute na resistência da alvenaria deve ser verificada em laboratório, nas condições de sua utilização, sendo que a avaliação de influência do graute na compressão deve passar por ensaio de compressão de prismas.

A armadura utilizada na alvenaria estrutural é a mesma aplicada na estrutura de concreto armado, mas será aplicado juntamente com o graute, para assegurar o trabalho em conjunto com os outros elementos (RAMALHO; CORRÊA, 2003). Oliveira apud Dellatorre (2014) declara que a armadura possui função essencial para o travamento da estrutura, combate à retração e ajuda nos esforços à tração e de compressão.

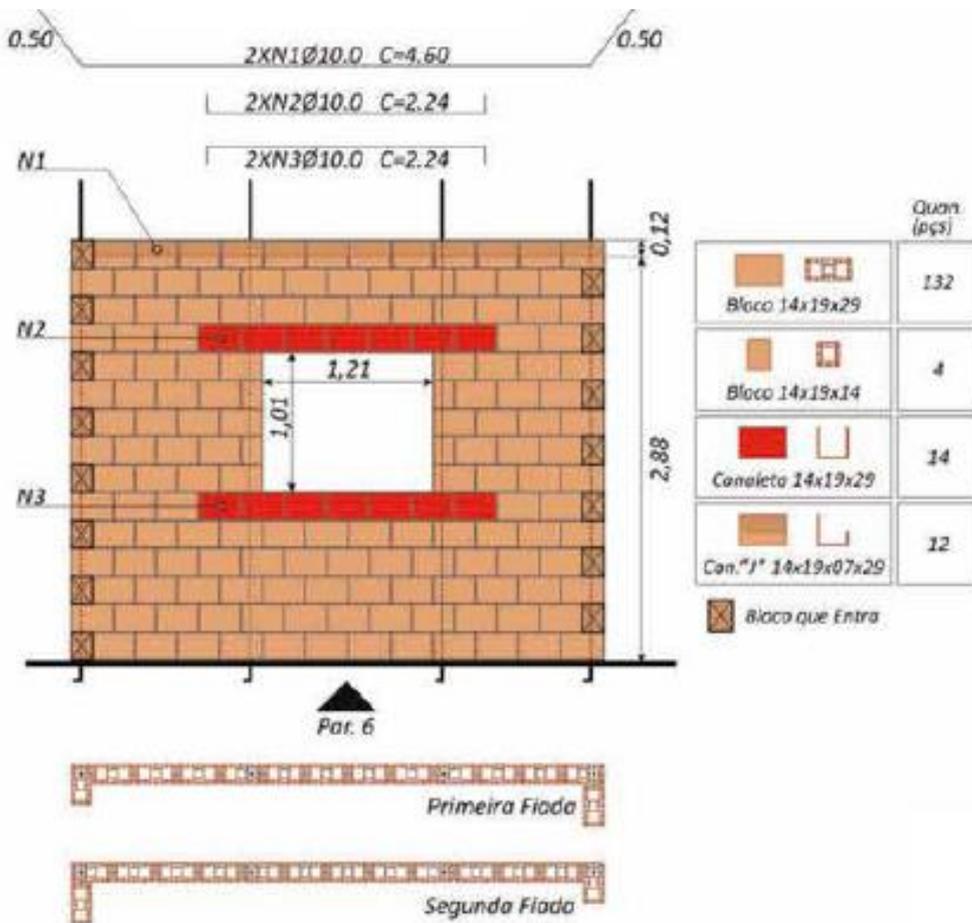
#### **2.4.5 Modulação da alvenaria estrutural**

A NBR 15873 (ABNT, 2010) estabelece que a “coordenação modular é a coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico” e “visa promover a compatibilidade dimensional entre elementos construtivos e componentes construtivos” e que o conceito de módulo é “a menor unidade de medida linear da coordenação modular”.

Partindo desse conceito Ramalho e Corrêa (2003) declaram que o sistema de modulação é primordial para obter uma economia e racionalização possibilitada pelo uso da alvenaria estrutural. No caso de não serem realizadas as elaborações das dimensões a serem utilizadas, serão necessários cortes nos blocos e enchimentos nas paredes, gerando pouca economia e agilidade na construção. Desse modo, as edificações em alvenaria estrutural devem apresentar todas as suas dimensões moduladas para que se obtenha uma racionalização adequada.

Mohamad (2015) afirma que para a modulação dos blocos estruturais é fundamental que exista uma ligação entre eles, de forma que se sobreponham fiada por fiada, para isso é necessário que o projeto arquitetônico apresente detalhes da primeira e segunda fiada, além da produção das elevações de cada parede. Nas elevações, precisam ser indicadas as posições das aberturas (janelas e portas), existência de pontos elétricos e hidráulicos, vergas e contra-vergas, armadura e ponto de grauteamento (verticais e horizontais), como estão representados na Figura 4.

Figura 4- Elevação (Paginação) da alvenaria



Fonte: Soares (2014, p.13).

#### 2.4.5.1 Modulação horizontal

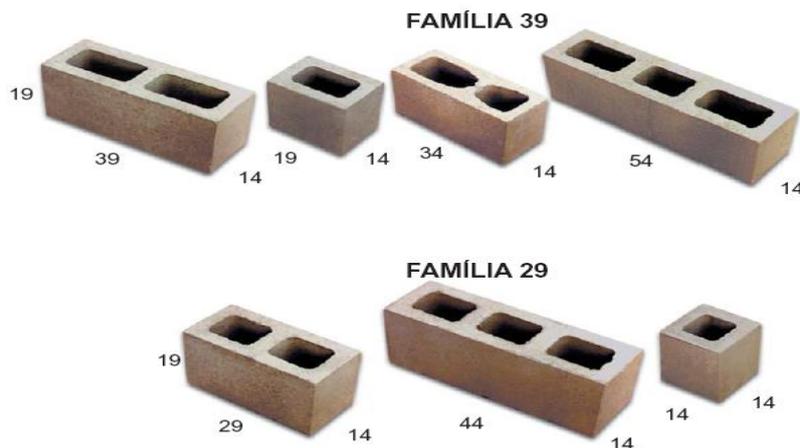
Para Ramalho e Corrêa (2003) o principal critério a ser considerado para a execução da modulação horizontal é a largura do bloco que será utilizado. Logo, a largura adotada deve ser a mesma ocupada pelo módulo longitudinal. Os tipos de blocos utilizados para a modulação horizontal são múltiplos de 15cm e 20cm, sendo eles das famílias dos 29cm e 39cm (MANZIONE, 2007).

A NBR 6136 (ABNT, 2016) afirma que as dimensões nominais de 15cm e 20cm representam a tamanho real do bloco mais 1cm de junta de argamassa, tanto no sentido horizontal quanto no vertical.

A família 29 de blocos cerâmicos é constituída por três elementos básicos: bloco inteiro (14x19x29cm), meio bloco (14x19x14cm) e bloco e meio (14x19x44). Já a família 39

geralmente é formada por blocos de concreto que se encontram em três elementos principais: bloco inteiro (19x19x39cm), meio bloco (19x19x19cm) e o bloco e meio (14x19x54cm), como mostra a Figura 5, também contam com blocos canaletas, meio canaletas e especial (MANZIONE, 2007).

Figura 5- Blocos da família 29 e 39

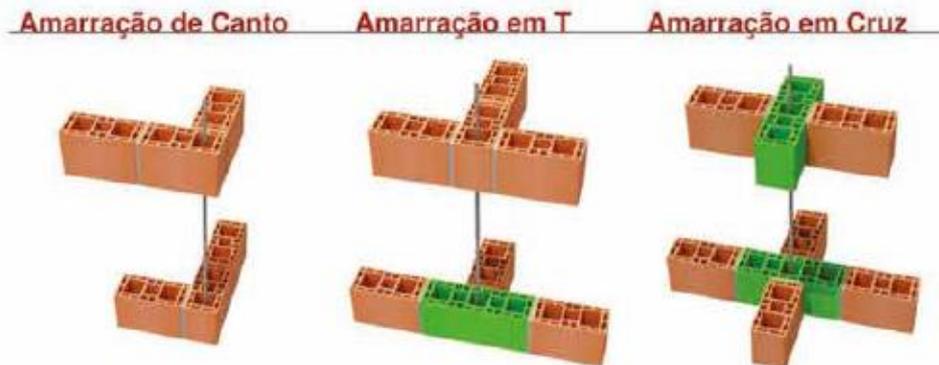


Fonte: Bastos (2016, p. 30).

Para a amarração das paredes, Mohamad (2015) afirma que podem ser utilizadas duas formas: amarração direta e amarração indireta. A amarração direta é a ligação das paredes por intertravamento, de modo a garantir a interação de 50% das fiadas de uma parede na outra; já a amarração indireta ocorre quando não é possível a interação de 50% nas paredes, devendo ser aplicadas armaduras nas juntas de argamassa.

Parsekian e Soares (2010) salientam que a amarração entre os blocos deve ser considerada direta, pois garante a interação entre os blocos, de modo que as paredes fiquem totalmente amarradas. Podemos observar na Figura 6, as possíveis amarrações de cantos, em “T” e cruzamentos.

Figura 6-Amarração de canto, em “T” e em “Cruz”



Fonte: Soares (2014, p. 07).

Para Mohamad (2015), as juntas a prumo são a possibilidade de vinculação indireta entre paredes estruturais e paredes de vedação, mas recomenda-se a utilização de amarração direta, pois garante o intertravamento dos blocos obtendo a união das paredes. Caso houver necessidade de utilizar a junta a prumo deve-se grautear, grampear ou aplicar uma tela metálica nos furos para que não surjam fissuras verticais no encontro das paredes.

#### 2.4.5.2 Modulação vertical

Segundo Kalil (2006) a modulação vertical é considerada simples, pois como na modulação horizontal, as distâncias verticais devem ser múltiplas da dimensão do bloco, que no caso é múltipla de 20cm. Podem ser consideradas duas situações: a modulação piso à teto e a modulação piso a piso.

A modulação piso à teto: é utilizada na última fiada das paredes externas blocos “J” e para paredes internas blocos canaletas (bloco “U”) e a modulação piso a piso: na última fiada das paredes externas são aplicados blocos “J” de forma a acomodar a espessura da laje. Para as paredes internas são utilizados blocos compensadores que ajustam a distância de piso à teto (PRUDÊNCIO JÚNIOR, 2002).

#### 2.4.6 Pontos positivos e pontos negativos do sistema

Ramalho e Corrêa (2003) posicionam-se positivamente quanto ao emprego da alvenaria estrutural, conforme segue:

- a) economia de fôrmas: são utilizadas apenas na execução de lajes moldadas na obra, contém baixo custo e possui grande aproveitamento;
- b) redução significativa nos revestimentos: por existir uma qualidade controlada na execução dos blocos e na execução das alvenarias;
- c) redução na mão de obra e desperdício de material: o fato de que as paredes não permitem sofrer alterações, como aberturas ou cortes, para qualquer tipo de instalação tanto elétrica ou hidráulica, inibindo desperdícios;
- d) redução do número de operários: não há necessidade de carpinteiros e armadores;
- e) flexibilidade na execução da obra: na execução das lajes pré-moldadas, não será necessário o tempo de cura como deve ser considerado no concreto armado, propiciando agilidade para a construção.

Conforme os autores citados acima, pode-se destacar também alguns pontos negativos da alvenaria estrutural:

- a) dificuldade na adaptação da arquitetura a um novo uso: as paredes após executadas não podem sofrer qualquer tipo de alteração, pois as mesmas possuem função estrutural na edificação;
- b) interferência entre projetos: impossibilidade de efetuar modificação nas paredes não podendo realizar cortes e furos limitando os projetos de instalação na edificação;
- c) mão de obra qualificada: para a execução do método de alvenaria estrutural torna-se imprescindível o serviço de mão de obra especializada, pois os riscos de falhas ou defeitos de execução podem trazer riscos à segurança da edificação.

## **2.4.7 Execução do sistema construtivo**

### **2.4.7.1 Fundação**

De acordo com Manzione (2007) a fundação para a construção de alvenaria estrutural permite o uso de vários tipos, como a sapata corrida, vigas de baldrame e radier. É recomendada a utilização do tipo radier, pois a carga desta é transmitida e distribuída linearmente para a laje

de concreto. Como a alvenaria estrutural apresenta pouca capacidade de absorver recalques diferenciais, pois é mais rígida, a fundação tipo radier faz com que o recalque seja o mesmo em toda a obra (PRUDÊNCIO JÚNIOR, 2002).

#### **2.4.7.2 Supraestrutura/ vedação**

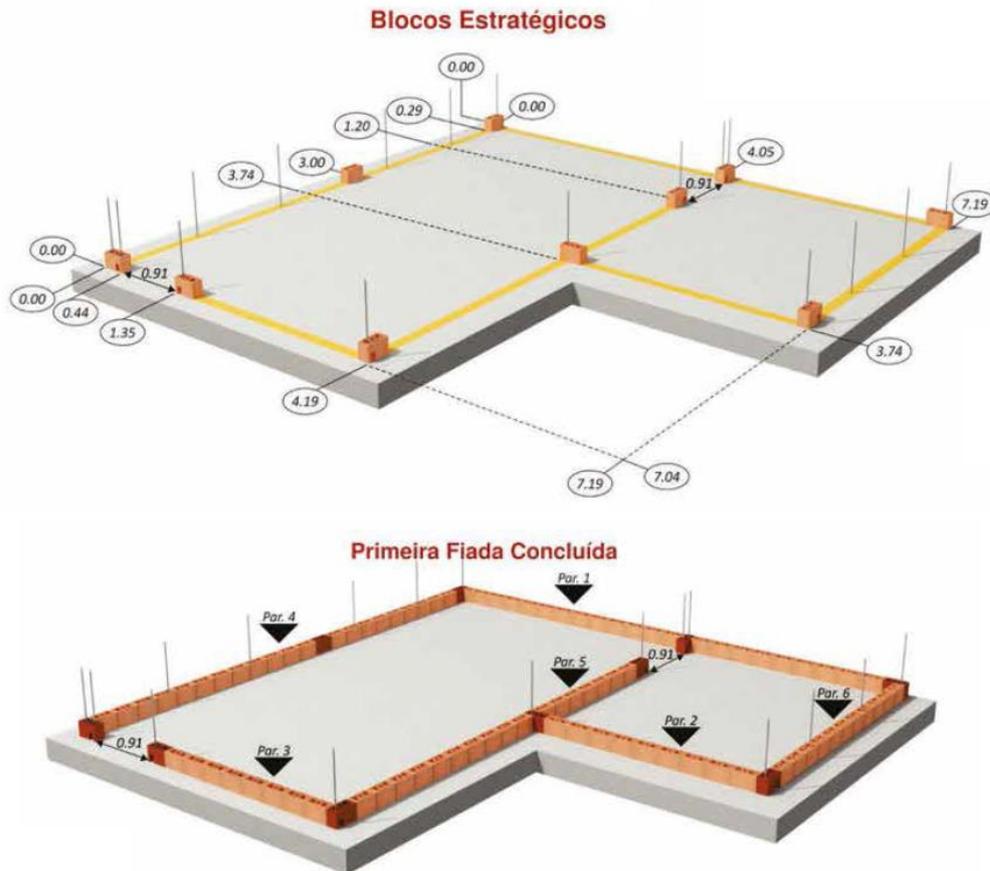
No sistema de alvenaria estrutural as paredes apresentam função de supraestrutura e de vedação, precisando de uma excelente execução. Desta forma, o canteiro de obra deve ser planejado e organizado cuidadosamente para que se obtenha boa produtividade na execução.

Segundo Manzione (2007) a execução das paredes é dividida em duas etapas: a primeira é a marcação e a segunda a elevação da alvenaria.

Marcação: primeiramente é determinado através de um nível o ponto mais alto da laje, para assentar o bloco que será a referência do nível. Após os eixos de locação devem ser demarcados na laje, conforme a planta da 1º fiada. Em seguida, são assentados os blocos estratégicos, que são os blocos de canto, encontro entre paredes e os blocos das janelas e portas, conforme mostra a Figura 7.

Para a realização do assentamento dos blocos, deve-se molhar a superfície da laje e após aplicar a argamassa com 1,0 cm de espessura nos blocos da 1º fiada (FIGURA 8), utilizando o esticador de linhas e régua para o alinhamento e nivelamento dos blocos. Deve seguir-se a paginação e a argamassa especificada em projeto.

Figura 7- Assentamento dos blocos estratégicos e conclusão da primeira fiada



Fonte: Soares (2014, p. 17, 18).

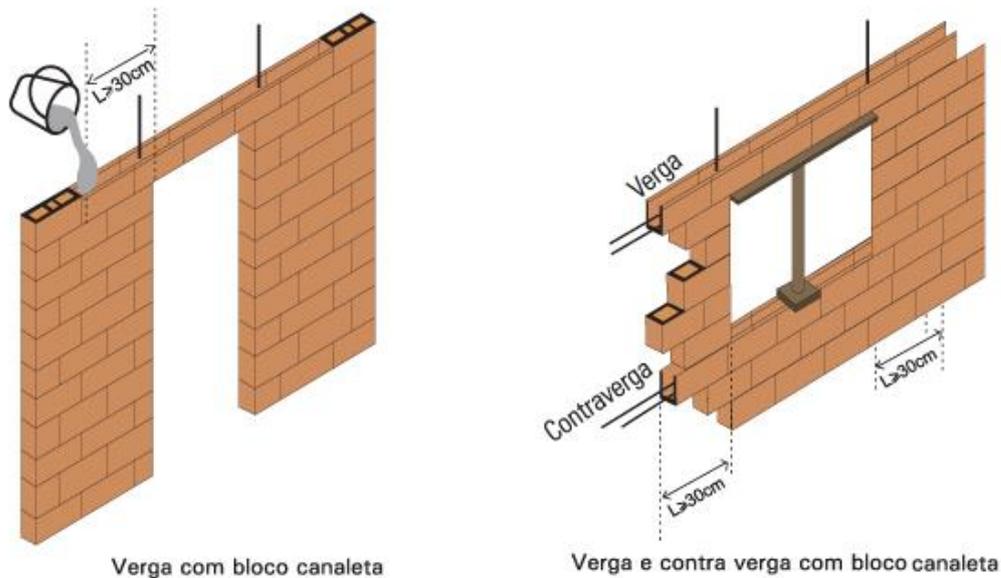
Elevação da alvenaria: após a desmarcação das paredes, das janelas e portas, devem ser distribuídos escantilhões nos cantos internos de todas as paredes, para garantir o alinhamento, o prumo, nivelando os blocos da primeira fiada para dar a sequência no assentamento da segunda fiada.

Após a instalação dos escantilhões, é iniciada a elevação da segunda fiada pelas paredes externas, assentando os blocos até a altura do peitoril das janelas. Os blocos elétricos e hidráulicos vão sendo assentados durante a elevação e os gabaritos metálicos utilizados nas portas e janelas também vão sendo instalados, pois garantem a perfeição do vão (MANZIONE, 2007).

Os blocos são assentados até a sexta fiada, na qual se inicia a operação do grauteamento vertical e horizontal. O grauteamento horizontal é realizado nas vergas e contravergas das janelas e portas, que são assentadas com blocos do tipo “U”, preenchidas com armadura e graute, conforme dimensionado no projeto. A Figura 9 mostra que a armadura utilizada nas

vergas e contravergas deve ultrapassar 30 cm para cada lado da abertura (PARSEKIAN; SOARES, 2010). Nas vergas das portas é utilizada uma peça pré-moldada em forma de régua de ajuste que é assentada sob a fiada dos blocos canaletas (SOARES, 2014).

Figura 8- Posição das vergas e contravergas nas janelas e portas



Fonte: Parsekian; Soares (2010, p. 208).

No encontro entre as paredes é que ocorre o grautamento vertical, nas laterais das janelas e portas. É executado em duas etapas: primeiro após a conclusão da sexta fiada, e depois do assentamento dos blocos canaletas para a cinta de amarração. A armadura é posicionada verticalmente no interior dos furos dos blocos, conforme projeto. Orienta-se a realização de uma abertura através de um furo nos blocos da primeira fiada, por onde deverá ocorrer o vazamento do graute, para se certificar se ocorreu o preenchimento completo, após é realizado o fechamento do furo (SOARES, 2014). O lançamento do graute deve ser feito 24 horas posterior aos blocos terem sido assentados.

A cinta da amarração é executada na última fiada, tendo como principal função distribuir as cargas da laje e amarrar/travar as paredes internas e externas. É dimensionada por blocos canaletas do tipo “U” e “J”. As canaletas terão armaduras contínuas, com um traspasse de 60 cm, para assegurar a amarração das paredes (PARSEKIAN; SOARES, 2010).

Para o assentamento dos blocos a NBR 15961-2 (ABNT, 2011) - Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 2: Execução e Controle de Obras estabelecem requisitos mínimos

e condições que devem ser seguidas na execução da alvenaria estrutural. A Figura 10 apresenta os itens que devem ser atendidos para garantir a qualidade da alvenaria no desenrolar da sua execução.

Figura 9- Requisitos e condições para a execução da alvenaria estrutural

Fator		Tolerância
Junta horizontal	Espessura	$\pm 3$ mm
	Nível	2 mm/m 10 mm no máximo
Junta vertical	Espessura	$\pm 3$ mm
	Alinhamento vertical	2 mm/m 10 mm no máximo
Alinhamento da parede	Vertical (desaprumo)	$\pm 2$ mm/m $\pm 10$ mm no máximo por piso $\pm 25$ mm na altura total do edifício
	Horizontal (desalinhamento)	$\pm 2$ mm/m $\pm 10$ mm no máximo
Nível superior das paredes	Nivelamento da fiada de respaldo	$\pm 10$ mm

Fonte: NBR 15961-2 (ABNT, 2011, p.17).

Tratando-se de alvenaria estrutural, ao executar as esquadrias, deve-se estudar a modulação dos vãos, necessitando ser especificado no projeto. Para a escolha das esquadrias é aconselhável que sigam a modulação vertical com múltiplos de 20 cm e modulação horizontal com múltiplos de 15 ou 20 cm, evitando quebra de blocos. Nas portas podem ser utilizados batentes metálicos ou de madeira que facilitam a elevação da alvenaria e auxiliam como gabarito para o vão (MANZIONE, 2007). Os blocos nas laterais dos batentes devem ser grauteados, para depois serem fixados na lateral do vão da porta (SOARES, 2014).

#### 2.4.7.3 Instalações elétricas e hidráulicas

Ao realizar as instalações elétricas, deve-se seguir a direção vertical, direcionando a passagem dos eletrodutos de maneira a aproveitar os vazados existentes nos blocos, não podendo realizar cortes na posição horizontal para a interligação dos pontos. A instalação das caixas elétricas (tomadas e interruptores) pode ser executada durante a elevação das paredes, na qual as caixas são posicionadas nos blocos elétricos, ou após a elevação, os blocos são marcados e cortados para a colocação das caixas (SOARES, 2014).

Não é aconselhável a instalação das caixas após a elevação, pois podem causar dificuldade de corte em paredes de resistência elevada, execução de furos em locais errados, por isso recomenda-se blocos específicos para as instalações elétricas, facilitando a produtividade na elevação da parede (MANZIONE, 2007). O autor ressalta que as instalações elétricas ou hidráulicas nas paredes em alvenaria estrutural precisam ser previstas em projeto e jamais cortadas ou quebradas.

Conforme autor acima, as instalações hidráulicas em paredes estruturais não devem ser embutidas, pois caso ocorra vazamento, pode ocorrer patologias e prejudicar a resistência da parede. Por isso é recomendado o dimensionamento de *shafts* e forros falsos para a passagem da tubulação. Os *shafts* são locais destinados para a instalação das tubulações elétricas e hidráulicas. É sugerido que as instalações dos banheiros, cozinha e área de serviço de uma edificação sejam em uma mesma área, pois assim facilita a criação e o desenvolvimento dos *shafts* gerando economia na obra.

#### **2.4.7.4 Cobertura**

Soares (2014) afirma que pode ser utilizado qualquer tipo de laje nas construções de alvenaria estrutural, tanto a laje pré-moldada ou laje maciça *in loco*. É recomendado para prédios com mais de cinco pavimentos, a laje maciça bidirecional, pois apresentam maior rigidez oferecendo uma melhor distribuição dos esforços para as paredes. Porém, a execução dessa laje necessita da utilização de fôrmas, escoramentos e amarrações, afetando a produtividade e o conceito de racionalização construtiva da obra (MOHAMAD, 2015). Neste caso, aconselha-se o uso de laje pré-moldada.

#### **2.4.7.5 Revestimento**

Segundo Rauber (2005) as construções em alvenaria estrutural podem receber qualquer tipo de revestimento empregado em outros sistemas construtivos. Podendo ser usado revestimentos tradicionais, como, chapisco, reboco ou emboço. Nas paredes internas podem ser utilizadas argamassa tradicional, gesso aplicado diretamente nos blocos, assim gerando alta produtividade e economia na mão de obra e material (SOARES, 2014).

## **2.5 Sistema construtivo de concreto-PVC**

### **2.5.1 Breve histórico**

O sistema construtivo de concreto-PVC foi criado em Toronto, Canadá, no início da década de 80 pela empresa Royal Group Technologies. Esse método chamado de Royal Building System (RBS) apresenta crescente adesão, sendo utilizado em vários países. Esse sistema consiste na união de dois materiais conhecidos na construção civil, o concreto e o PVC. As propriedades do PVC (estanqueidade, resistência mecânica e química, durabilidade e fácil limpeza), o torna eficiente; e o concreto, que vem passando por constante aperfeiçoamento, garante vários privilégios para a construção, como baixo consumo de materiais, limpeza na obra e tempo de execução reduzido (FARIAS; CARVALHO; REGUEIRA, 2016).

No Brasil, esse sistema está presente desde 1998, quando foi utilizado na obra de uma escola executada no município de Macaé, no Rio de Janeiro. A partir dessa construção ocorreu uma grande utilização desse método para projetos do programa “Minha Casa, Minha Vida”, podendo ser usado em pavilhões industriais, lojas, escolas, edifícios e residências de alto padrão (IBDA, 2010).

No Rio Grande do Sul está a maior concentração de obras executadas em concreto-PVC. A primeira obra realizada foram as 130 casas em um condomínio na cidade de Canoas, entre os anos de 2001 e 2002, o qual foi produzido e importado, da Argentina, pois no Brasil ainda não era fabricado este sistema (FERRARI, 2011; FARIA, 2008).

Outra obra destaque executada no país foi a construção de 151 casas na cidade de São Luiz de Paraitinga, localizado no estado de São Paulo, em 2010, devido a enchente que desabrigou várias famílias. O tempo utilizado para a realização da obra foi de seis meses após a assinatura do contrato. Para as empresas que prestaram assessoria técnica, os benefícios do sistema são a rapidez na execução, redução de mão de obra, durabilidade, facilidade de limpeza e sem desperdício de materiais (BASTOS; SILVESTRE, 2014).

### 2.5.2 Conceitos básicos

O método construtivo de concreto-PVC é um sistema modular constituído por perfis vazados de PVC interligados entre si. Conforme Ferrari (2011) esse sistema é formado por painéis de PVC ocos que são embutidos e fixados verticalmente, em seguida são preenchidos por concreto e aço estrutural. São produzidos em empresas especializadas, nas medidas especificadas em cada projeto.

Segundo Mendel, Bahiense e Bertoldo (2016, texto digital), as fôrmas de PVC podem ser definidas como:

“As fôrmas de PVC ficam incorporadas às paredes, com armaduras de espera para vergas, contravergas e cintas, preenchidas com concreto de alto desempenho resultando em uma solução de elevada resistência, cumprindo as funções de acabamento final e proteção do elemento estrutural”.

De acordo com Schmidt (2013) esse sistema busca alternativas para o padrão convencional de edificação de paredes estruturais. O método convencional utiliza-se basicamente tijolos e blocos, e o sistema concreto-PVC utiliza painéis de PVC, fixados verticalmente com barras de aço, ancorados em uma fundação, que normalmente é do tipo radier, em seguida preenchidos com concreto, servindo como revestimento, não precisando de acabamento final. A Figura 11 apresenta uma edificação construída com o sistema concreto-PVC.

Figura 10- Edificação construída com o sistema concreto-PVC



Fonte: Ferrari (2011, p. 36).

Os painéis estruturais de PVC são compostos por vários perfis modulares vazados e interligados entre si através de juntas “macho e fêmea” e ligados por perfis “chaveta”, depois preenchidos com concretos (CICHINELLI, 2013).

De acordo com Schmidt (2013) os painéis possuem reforços longitudinais e faces perfuradas, permitindo a concretagem das paredes. Por seu interior ser oco, simplifica-se a colocação das armaduras para o reforço da estrutura e ligação com a fundação, nas laterais dos perfis também são instalados os sistemas hidráulicos, gás, elétrico e de telefonia, conforme mostra a Figura 12.

Segundo Guimarães (2014), o sistema concreto-PVC foi planejado para diminuir o consumo de materiais empregados na obra e o tempo de execução. Conforme IBDA (2015) esse método traz benefícios na sua utilização gerando rapidez na execução, alta produtividade, fácil controle de mão de obra e administração do transporte dos materiais (painéis de PVC e concreto). Esse sistema também gera importância na sustentabilidade por ser reciclável, pois é utilizado o PVC, um recurso reaproveitável, reduzindo o desperdício, o consumo de água e de energia elétrica, minimizando o impacto ambiental na edificação.

Figura 11- Sistema de concreto-PVC



Fonte: Ferrari (2011, p. 04).

Segundo Guimaraes (2014), com a rapidez do sistema e a agilidade da construção, as empresas que executaram os conjuntos habitacionais tiveram grande interesse nesse novo método construtivo, tendo a Caixa Econômica Federal autorizado a construção de casas configuradas pelo Programa Minha Casa Minha Vida utilizando o método de concreto-PVC.

O sistema é bastante utilizado para a execução de edificação residencial, comercial, industrial considerada de pequeno porte, e também para construção mais complexa como hotéis, hospitais, permitindo a construção de até quatro pavimentos (SCHMIDT, 2013).

Segundo Cichinelli (2013) o método construtivo de concreto-PVC segue as exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013) - Edificações Habitacionais – Desempenho e as diretrizes técnicas do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT).

A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece parâmetros gerais para cada um dos sistemas que constituem uma edificação: estrutura, vedação (externas e internas), coberturas, pisos e instalações hidrossanitárias. Para todos os sistemas são estabelecidos níveis mínimos de desempenho, os métodos de avaliação e a vida útil, com intenção de atender as necessidades dos usuários em termos de segurança (estrutural, contra o fogo), habitabilidade (estanqueidade, desempenho acústico, térmico e lumínico, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil, saúde, higiene e qualidade do ar) e sustentabilidade (durabilidade, impacto ambiental, manutenibilidade).

O SINAT (2017) determina que os painéis de PVC precisem atender às condições de conforto acústico, térmico e segurança contra o fogo, desempenho estrutural, durabilidade, estanqueidade da água, entre outros.

### **2.5.3 Tipo de perfis**

De acordo com Silva e Kawano (2009), Cichinelli (2013) e Schmidt (2013) os painéis de PVC são encontrados no mercado brasileiro com densidade de  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , comprimento máximo de 8,5m, com espessuras 64mm, 100mm e 150mm (FIGURA 13), possuindo um sistema de encaixe “macho e fêmea” que são unidos por perfis “chaveta”, encontram-se os seguintes tipos:

- a) perfil módulo I – Contém aberturas nas laterais, para que o concreto consiga passar de um módulo para outro. A largura é de 20cm e a cada 6,5cm possui duas nervuras internas para realizar o encaixe dos perfis acople;
- b) perfil módulo multifuncional – É utilizado no encontro das paredes do tipo "T", "L" ou em cruz e para ampliações futuras. Contendo seção quadrada e com espessura de parede de cada projeto;
- c) perfil acople – É usado para a união de dois módulos. Contém seção transversal do tipo "I";
- d) perfil módulo especial – É utilizado para a montagem das tubulações de água e esgoto, contendo tampa para facilitar a remoção caso necessite de manutenção e reparos. Compõem-se por lâminas de PVC com 1,8mm de espessura;
- e) perfil módulo canaleta – É utilizado para a passagem de cabos elétricos, encaixados dentro dos módulos "I", os quais são cobertos na base e no topo evitando o preenchimento com concreto. Sua seção é trapezoidal, base menor 0,40cm, base maior 0,55cm e altura 0,40cm;
- f) perfil módulo acabamento – É usado como acabamento nas aberturas das janelas e portas e com função de contramarco. Contém formato padrão "U", espessura conforme dimensão da parede.

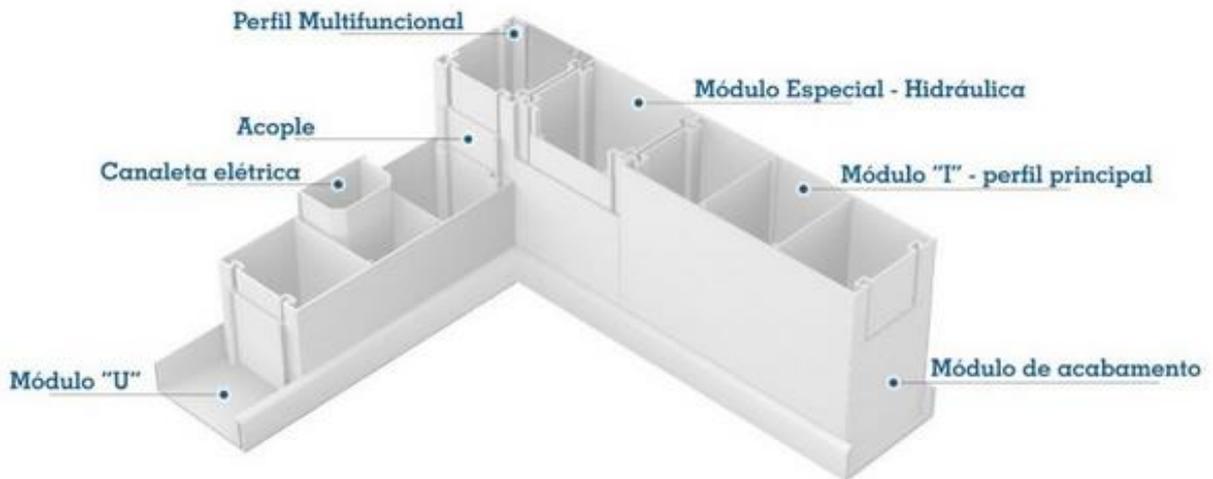
Todos os modelos de perfis são cortados, identificados (lote e data) e sequenciados antes de sair da fábrica. A Figura 14 apresenta o sistema com todos os perfis de PVC.

Figura 12- Exemplos de perfis de 64mm, 100mm e 150mm



Fonte: Ferrari (2011, p. 05).

Figura 13- Sistema de perfis de PVC



Fonte: GH23 Participações e Consultoria Ltda (2013).

## 2.5.4 Componentes

Os componentes básicos para a execução do sistema são o PVC e o concreto. Cada um deles possui uma função, um para acabamento e o outro como resistência mecânica. Assim, a capacidade do sistema está ligada ao comportamento desses dois materiais (LATOSINSKI, 2015).

### 2.5.4.1 PVC (Policloreto de Vinila)

Segundo Braskem (2006), o policloreto de vinila também conhecido como o PVC é um polímero sintético, utilizado em diferentes áreas, sendo um dos plásticos mais versáteis que existe no mundo. A resina do PVC é a mistura entre 57% de cloro (derivado do cloreto de sódio) e 43% de eteno (derivado de petróleo). O cloro é adquirido do sal marinho através do processo de separação chamado eletrólise. Com isso, o PVC é um plástico com 57% da composição produzida de fonte renovável.

Conforme autor acima, além do PVC ser reciclável é considerado um material de longa duração, ou seja, o ciclo de vida dos componentes antes do seu desgaste é bastante extenso podendo chegar a mais de 20 anos.

Conforme Ferrari (2011), o PVC possui várias características que fazem com que seja um dos termoplásticos mais utilizados na atualidade, e nas mais variadas indústrias, que são: boa flexibilidade e elasticidade; seu peso é leve ( $1,4 \text{ g/cm}^3$ ); ótima durabilidade; resistência à ação de agentes externos (fungos, bactérias, insetos e roedores) e também às intempéries (sol, chuva, vento e maresia); bom isolamento acústico e térmico; resistência mecânica e à corrosão; versátil; alta vedação; pouca manutenção; reciclável; é produzido com baixo consumo de energia.

No Brasil o PVC está ligado mais de 62% diretamente na construção civil, através de (tubos, conexões, entre outros), pois possui uma excelente relação custo-benefício comparado com os demais materiais utilizados como madeira, ferro e cerâmica. Os perfis de chapa rígidos utilizados no sistema de concreto-PVC representam o setor que tem maior crescimento no Brasil, além de ser utilizado em esquadrias, revestimento interno e externo e *display* para comunicação visual (BRASKEM, 2006).

#### **2.5.4.2 Concreto leve**

O concreto empregado para o preenchimento dos perfis em PVC deve ser o concreto auto adensável (CAA), também chamado de concreto leve. A principal característica desse concreto é sua fluidez, pois sua compactação é realizada através da gravidade (BRANDÃO; MELO, 2014). Sua massa específica varia de 500 a 2000  $\text{kg/m}^3$ , enquanto o concreto convencional de 2000 a 2800  $\text{kg/m}^3$ , dependendo do agregado e do consumo do cimento utilizado (SCHMIDT, 2013).

Segundo IBDA (2010) a finalidade do concreto é estrutural, porém também de vedação com  $F_{ck}$  de 10 a 25 MPa, podendo utilizar o concreto leve, com raspa de isopor ou também com resíduos de construção, adquirido através da trituração do material, mas precisa possuir a resistência adequada, obtida através do *slump* de 25-26.

O sistema de concreto-PVC necessita de concreto auto adensável que contenha uma mistura homogênea que apresenta boa trabalhabilidade e com resistência mecânica adequada, pois os perfis de PVC são empregados como uma fôrma, e neles são instalados o sistema hidráulico e elétrico, necessitando que o concreto complete todos os espaços vazios com facilidade, dando estabilidade a estrutura (SCHMIDT, 2013).

### 2.5.5 Pontos positivos e pontos negativos

O sistema de concreto-PVC é a mais nova forma de construir devido as inúmeras vantagens comparadas com o sistema de concreto convencional (MENDEL, BAHIENSE E BERTOLDO, 2016), que são:

- a) sustentabilidade – O sistema é mais eficiente no uso de recursos e 97% de diminuição de perda e restos de materiais, os perfis de PVC são 100% recicláveis. A obra se torna mais limpa, com economia de 70% no gasto de água e eletricidade, não precisando do uso de equipamentos (guindastes) e ferramentas pesadas para a execução;
- b) mais rápido – O sistema permite agilidade e limpeza na montagem, reduzindo três vezes o tempo em relação ao sistema convencional, devido aos perfis de PVC virem cortados e completos para a montagem. A instalação elétrica e hidráulica também pode ser executada na fábrica;
- c) produtividade – Esse sistema tem mais produtividade, pois as paredes vêm direto de fábrica, facilitando o manuseio do material, reduzindo o desperdício e aumentando a produtividade;
- d) a mão de obra – Esse sistema necessita menos mão de obra, pois os painéis são fabricados na empresa, demandando poucos funcionários na realização da obra como ocorre no sistema convencional.

Ferrari (2011) e Cichinelli (2013) salientam também outros dois pontos positivos, que são:

- a) PVC – Como os painéis são fabricados com PVC, tornam a estrutura resistente à agentes externos (fungos, bactérias, insetos e roedores), às intempéries (sol, chuva, maresia e vento) e a diversos reagentes químicos. Contendo também bom isolamento térmico, que respeita a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013); longo tempo de vida; é auto-extinguível (não propaga as chamas);
- b) revestimento – O sistema possibilita a aplicação de vários tipos de revestimentos, como reboco, massa corrida, cerâmica, pinturas ou texturas.

Conforme Mendel, Bahiense e Bertoldo (2016) além do PVC ser muito utilizado e ter inúmeras vantagens, pode-se destacar também alguns pontos negativos do sistema de concreto-PVC, que são:

- a) dificuldade para achar fornecedores para a fabricação desses painéis de PVC;
- b) no Brasil é produzido em reduzida escala;
- c) podem ocorrer vibrações, por causa da intensidade do vento e intempéries;
- d) esse sistema ainda gera desconfiança por parte dos construtores, devido ao fato de ser simples e prático.

### **2.5.6 Execução do sistema construtivo**

O sistema construtivo de concreto-PVC compõe-se de várias etapas para a construção de uma edificação, essas serão descritas a seguir.

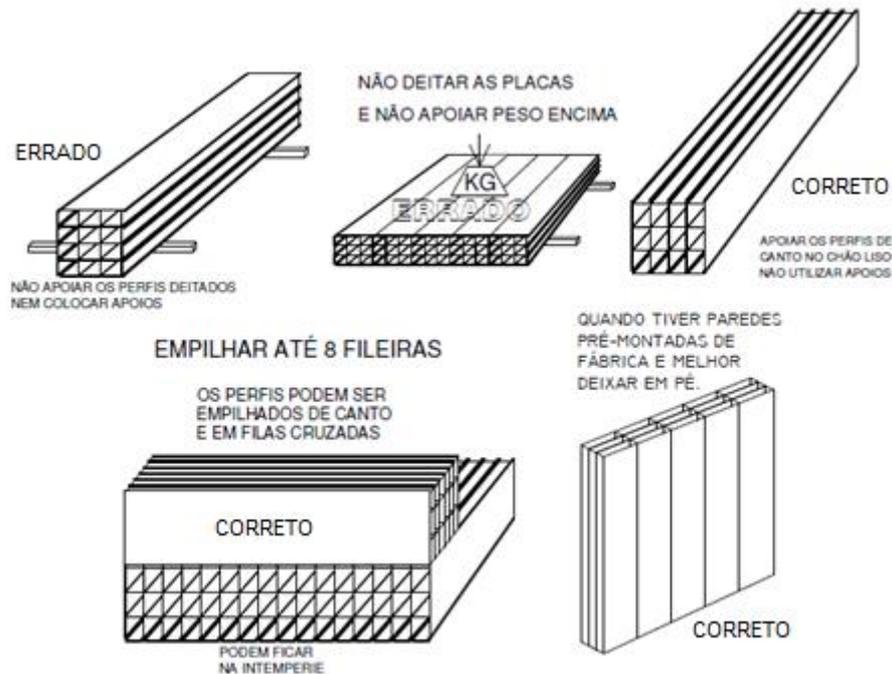
#### **2.5.6.1 Transporte e armazenamento**

Os painéis de PVC são transportados de forma simples, utilizando-se caminhões e contêineres. O armazenamento desses painéis pode ser em qualquer ambiente, mesmo exposto a intempéries (chuva, sol, vento e maresia), porém deve ser observado o local onde serão depositados, para que não ocorram deformações nos mesmos. Na Figura 15 observa-se a forma correta de posicionamento dos perfis, não sendo recomendado o uso de calços para apoio, pois estes podem provocar deformação nos materiais (ROYAL MARKET LTDA, 2018).

Para a durabilidade dos painéis de PVC contra as intempéries são adicionados estabilizantes (substâncias que diminuem a degradação do PVC) que mantem o desempenho dos perfis, porém, mesmo com a adição destes, a exposição aos raios ultravioletas e ao calor podem diminuir a resistência e ocorrer a descoloração do PVC. Dessa forma, os painéis podem apresentar uma menor durabilidade (DIAS et. al., 2014).

Todos os painéis de PVC vêm cortados e identificados (altura, tipo de perfil, data de produção, lote) de fábrica (FIGURA 16), junto com o projeto, para que se localize a posição correta de cada perfil, agilizando a execução da obra (GUIMARÃES, 2014).

Figura 14 - Parâmetros para o armazenamento dos perfis de PVC



Fonte: ROYAL MARKET LTDA (2018, p. 07).

Figura 15- Identificação e localização dos painéis PVC



Fonte: Schmidt (2013, p. 53).

### 2.5.6.2 Fundação

De acordo com Royal Market Ltda (2018) a escolha do tipo fundação não é influenciada pelo sistema, mas sim pelo do tipo de solo que será construída a edificação, por isso é recomendado estudo de sondagem para identificar a qualidade do solo do terreno.

O método permite a utilização de fundação do tipo radier, sapata corrida ou vigas de baldrame. O aconselhado é o radier, pois permite agilidade na execução, e no final já se tem o contrapiso pronto, reduzindo o tempo de obra. Essa fundação é recomendada para construções de pequeno porte. (GUIMARÃES, 2014). Na Figura 17 mostra a fundação tipo radier.

Figura 16 - Fundação tipo radier



Fonte: Ferrari (2011, p. 25).

### 2.5.6.3 Ancoragem e guia de montagem

Após a execução da fundação é realizada a marcação e a fixação das barras de aço que serão utilizadas para ancoragem dos perfis de PVC à fundação. A demarcação das plantas é feita na superfície da mesma com giz. Para iniciar a marcação escolhe-se um ponto de referência, recomenda-se utilizar o vértice de um dos cantos do alicerce e assim demarcar os demais pontos. Para auxiliar na montagem das paredes, utilizam-se guias de madeiras ou elementos metálicos, respeitando o layout já demarcado (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014).

Após a demarcação das guias, devem-se marcar os pontos de ancoragem onde serão colocadas as barras de aço verticais conforme o projeto. Após deverão ser feitos os furos (FIGURA 18), aonde os vergalhões serão chumbados e ancorados na fundação com adesivo epóxi (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014). A ancoragem das paredes deve ser

executada com barras de aço CA-50, 10mm de diâmetro, comprimento de 600mm e espaçamento de 800mm (FIGURA 19), (CICHINELLI, 2013).

Figura 17- Execução dos furos para a ancoragem e guias de madeira para alinhamento dos perfis



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 09).

Figura 18 - Fixação da ancoragem



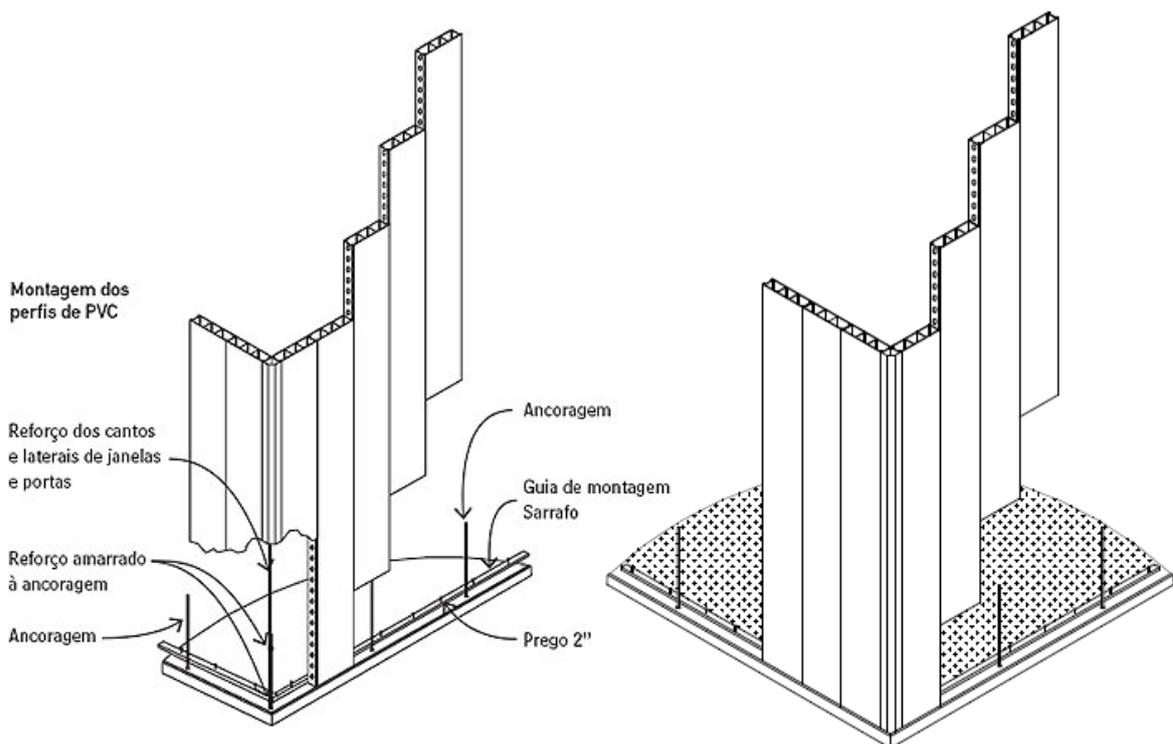
Fonte: ROYAL MARKET LTDA (2018, p. 14).

#### 2.5.6.4 Montagens das paredes (painéis de PVC)

Recomenda-se que ao iniciar a montagem dos painéis de PVC seja identificado e distribuído os perfis conforme a sua posição, agilizando a execução e diminuindo os riscos de erros durante a montagem (SCHMIDT, 2013).

Após a classificação e a distribuição dos painéis, o processo de montagem começa a partir de um dos cantos da edificação. Os painéis são autoportantes, antes mesmo que ocorra a concretagem, pois se conectam por encaixe macho e fêmea, facilitando a montagem das peças sem necessidade de ferramenta ou operários para segurá-las, como mostra a Figura 20 (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014).

Figura 19 - Montagem dos perfis



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 11).

Os painéis de PVC são executados conforme a demarcação das guias de madeira e seguindo o alinhamento das paredes com as barras de ancoragem proporcionando a união com a fundação, conforme Figura 21.

Figura 20 - Início da montagem das paredes de PVC



Fonte: ROYAL MARKET LTDA (2018, p. 15).

Para que a estrutura tenha uma boa resistência e estabilidade, são inseridos reforços verticais com barras de aço em pontos críticos da edificação, normalmente ao lado das portas e janelas (verga e contraverga), nos encontros das paredes e nos cantos, possuindo uma altura igual ao pé direito da edificação e posicionada no interior do painel (FIGURA 22), (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014). Nas vergas e contravergas são adicionadas barras de aço com diâmetro de 10mm, devendo passar ao menos 300mm da largura total do vão da esquadria (CICHINELLI, 2013).

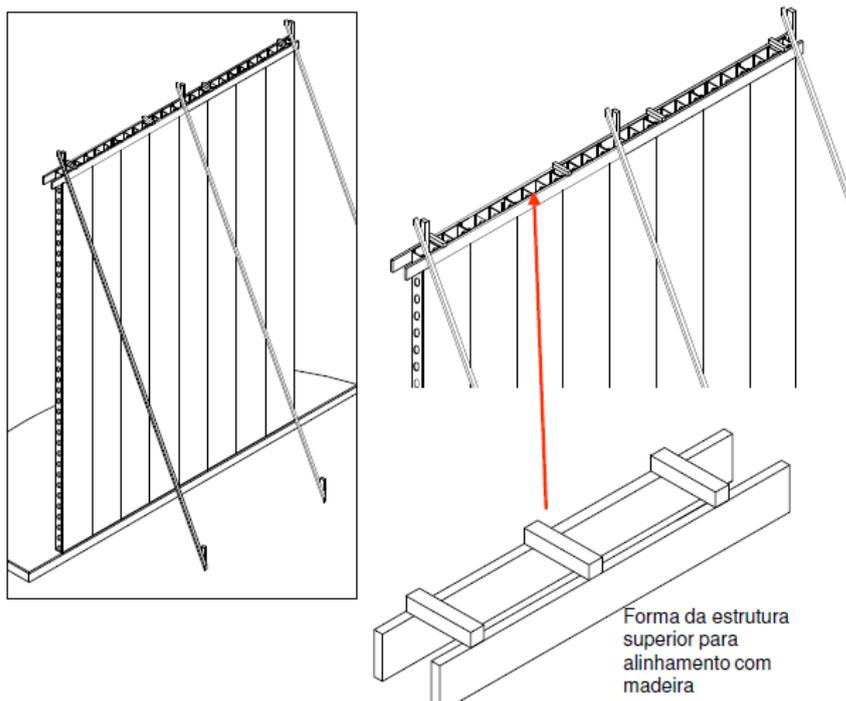
Figura 21 - Posicionamento das barras de aço nos painéis de PVC



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 13).

Com o andamento das instalações dos painéis são necessárias escoras de madeira para manter o alinhamento da estrutura e garantir a estabilidade da edificação antes da concretagem. Para o alinhamento da parte superior da estrutura são utilizadas cantoneiras de madeira, que servem como guia do topo, promovendo o travamento da estrutura para a concretagem (FIGURA 23) (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014).

Figura 22 - Escoramento, alinhamento e travamento da estrutura



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 19, 20).

#### 2.5.6.5 Instalações elétricas e hidrossanitárias

Conforme Guimarães (2014), as instalações hidrossanitárias e elétricas do concreto-PVC são dimensionadas conformo 065 as instalações do sistema convencional. Devem ser executadas antes da concretagem.

As tubulações hidráulicas ou elétricas devem ser posicionadas verticalmente nos perfis especiais, podendo ser executadas as tubulações horizontais desde que o comprimento não ultrapasse 1/3 do da parede. As tubulações podem ser posicionadas de modo aparente com diâmetro máximo de 40mm, ou embutidas nas paredes, porém devem ser instaladas em módulos especiais, com altura de 600mm a partir do nível do piso (CICHINELLI, 2013). As tubulações

embutidas nas paredes devem ser revestidas com tubos de diâmetro maior para evitar a aderência do concreto à tubulação e facilitar a manutenção (SCHIMIDT, 2013).

#### **2.5.6.6 Concretagem**

O concreto recomendado para o preenchimento dos painéis de PVC deve ter uma resistência de 20MPa, e podendo ser adicionado aditivo plastificante, que garanta uma alta fluidez, atingindo um *slump* de 21cm, assim eliminando o uso de vibrador (CICHINELLI, 2013).

O processo de concretagem dos perfis de PVC pode ser produzindo em obra ou usinado. Para o lançamento do concreto feito em obra é recomendado o uso de funis para auxiliar no preenchimento das paredes. Já para o concreto usinado é necessário usar mangotes com diâmetro menor que a espessura dos painéis. O lançamento do concreto deve ser vagaroso e controlado em ambos os casos, garantindo uma boa fluidez entre os furos dos painéis, sem a utilização de vibradores. O preenchimento não deve ser de forma rápida para que não ocorra deformação nos painéis (SCHIMIDT, 2013).

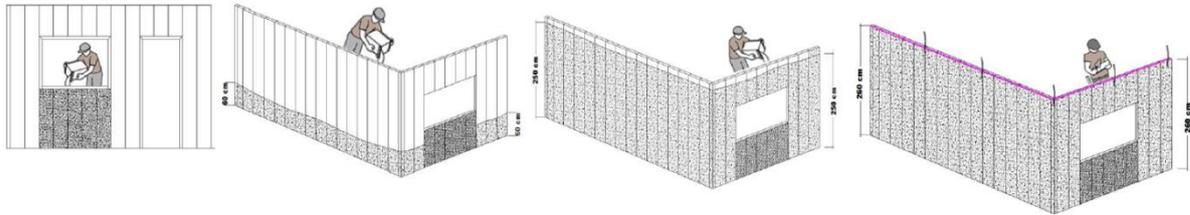
De acordo com Guimarães (2014) é recomendado o concreto leve para edificações térreas, pois possui ótimo isolamento térmico e acústico e garante uma resistência mecânica suficiente, não sendo aconselhável para sobrados.

Após todas as etapas dos itens anteriores concluídas, se inicia a concretagem dos painéis de PVC. Primeiramente são concretadas todas as contravergas e os peitoris de janelas de forma separada; após o restante dos painéis são preenchidos igualmente até uma altura de 60cm. Em seguida, a concretagem é retomada ao ponto inicial e realizando a execução de mais uma camada de 60cm. Cada camada deve ser realizada no tempo máximo de 45 minutos. Esse processo é repetido até chegar ao pé direito menos 10cm, pois é necessário a colocação de barras de aço para cinta de amarração. Após a colocação das barras de aço e as ancoragens para a estrutura da cobertura é finalizada a concretagem (FIGURA 24), (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014).

Para a execução da laje, deve-se colocar uma barra de aço a cada 80cm, com comprimento de 60cm para fora, com formato de “L” para que sirva de ligação entre a parede

com a laje. O escoramento deve permanecer no mínimo 21 dias (CICHINELLI, 2013; ROYAL MARKET LTDA, 2018).

Figura 23 - Etapas do preenchimento dos painéis de PVC com concreto



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 30).

### 2.5.6.7 Cobertura

De acordo com Cichinelli (2013) a cobertura só pode ser executada depois de 48 horas após a concretagem dos painéis de PVC, pois há a necessidade de atender o período/prazo de cura do concreto.

No concreto-PVC pode ser utilizado coberturas conforme os outros sistemas. As estruturas das paredes com painéis de PVC têm a mesma função como as de alvenaria normal, conseguem suportar lajes com treliças, sem colunas ou vigamento (CORSINI, 2011).

Para a cobertura, o mais utilizado é o telhado de madeira sem oitão, no qual as tesouras são apoiadas diretamente sobre o topo da parede de PVC e amarradas conforme o sistema convencional (FIGURA 25) e o fechamento pode ser executado com madeira, alvenaria ou PVC (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2014).

Figura 24 - Tesoura de madeira apoiada no topo da parede



Fonte: ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES (2014, p. 32).

### 2.5.6.8 Acabamento

De acordo com Cichinelli (2013) após a execução das etapas anteriores é realizada a instalação das janelas e portas, que são fixadas com buchas de nylon e parafusos, e a vedação é preenchida com selante a base de poliuretano.

Os painéis de PVC servem como acabamento e revestimento, sem a necessidade de pintura, oferecendo uma fácil limpeza e manutenção, podendo também ser aplicado pintura, texturas e revestimentos de diversos tipos de materiais para acabamento, como cerâmicos, azulejos, entre outros (CORSINI, 2011). Na Figura 26 pode ser visto várias edificações realizadas pelo sistema de concreto- PVC.

Figura 25 - Edificações executadas pelo sistema de concreto-PVC



Fonte: ROYAL MARKET LTDA (2018, p. 11).

## 2.6 Orçamento de obra

Esta pesquisa tem como objetivo principal realizar a comparação entre o custo de uma edificação executada pelo sistema de concreto convencional e adaptada para o concreto-PVC e

alvenaria estrutural. Portanto, é fundamental que seja realizada uma descrição dos conceitos e características para a realização do orçamento de obra na construção civil.

### **2.6.1 Definição**

De acordo com Mattos (2006) o orçamento é considerado o produto final composto por itens que atuam e colaboram para o custo de uma obra, e também determina que a orçamentação é o processo para definição desses custos.

Conforme autor acima, compor a orçamentação necessita de conhecimento minucioso do serviço, a compreensão do projeto, os planos e especificações da obra que lhe possibilita determinar o modo mais eficaz de cumprir cada etapa, bem como constatar a complexidade das tarefas e os gastos para a execução. Além disso, o orçamento apresenta a possibilidade de ter o conhecimento de todas as fases da construção, como as despesas e o prazo de duração. Com isso, é possível elaborar uma análise, verificando se a obra será viável economicamente ou não, possibilitando a utilização de novas técnicas ou métodos para torná-la viável.

A elaboração de um orçamento de acordo com Xavier (2008) deve ser efetuada de forma eficaz para que o construtor tenha um resultando lucrativo e de sucesso; se for realizado com falhas, falta de segurança e possíveis perdas nos gastos e prazos, podem gerar a ruína da empresa construtora.

González (2008) afirma que existem diversos tipos de orçamentos, e a escolha do modelo depende da finalidade e disponibilidade dos dados. Para a elaboração de um orçamento rápido, baseado somente no anteprojeto, pode ser adotado o orçamento do tipo paramétrico, e caso seja necessário um orçamento detalhado, com inúmeras informações, recomenda-se o tipo discriminado. O autor define os dois orçamentos da seguinte forma:

- a) paramétrico: é considerado um orçamento aproximado, elaborado com base no anteprojeto de uma obra, utilizando parâmetros quantitativos e preços unitários de obras e serviços anteriores, estudos de viabilidade e consultas com clientes, para estimar um custo total da obra;
- b) discriminado: é considerado um orçamento detalhado para estimar os custos efetivos de uma obra. Elabora-se por meio da composição de gastos e de pesquisa precisa de

preços dos insumos, sempre buscando chegar ao valor próximo do custo real e com certa margem de incerteza. Essa composição de preço é realizada para os custos diretos da obra, (mão de obra, materiais e equipamentos) e também para os custos indiretos, (despesas com energia, instalações provisórias, escritório, entre outros), tornando possível chegar a um valor preciso para o custo total da obra.

De acordo com Avil, Librelotto e Lopes (2003, p.18) para a “realização de um orçamento atuam três variáveis: o quantitativo dos serviços, a composição unitária e o preço dos insumos; também uma variável fiscal, que são os encargos sociais”.

Xavier (2008) afirma que o levantamento dos quantitativos é obtido através da quantidade de serviços e insumos, considerado uma das principais etapas na elaboração de um orçamento. É realizado a partir da análise dos projetos, tabelas e especificações técnicas, também inclui a elaboração de cálculo baseado no projeto.

Os custos unitários dos insumos são obtidos por meio de tabelas como a TCPO (Tabela de Composição e Preços para Orçamentos) da Pini, ou pela Tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) da Caixa Econômica Federal. A tabela SINAPI denomina-se em forma de insumos, considerados elementos necessários para a construção como, materiais, equipamentos e mão de obra, ou na forma de composições unitárias de serviços, que são a descrição e qualificação de cada insumo, e composição auxiliar empregados para executar cada serviço. Precisa conter os nomes dos elementos, unidades de quantificação, indicadores de consumo e o coeficiente de produtividade (CAIXA, 2014).

Podem também ser adquiridos em *softwares* exclusivos de orçamentação, como o *software* PLEO da empresa Franarin. O PLEO (Planilha Eletrônica de Orçamentos) é um sistema para elaboração de planilhas orçamentária, cronogramas físicos- financeiros, curvas ABC e gerenciamentos de obra. Ele possui seu próprio banco de dados com insumos e composições da própria Franarin e da tabela SINAPI da Caixa Econômica Federal dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (FRANARIN, 2019).

Segundo Mattos (2006), a composição de custos é obtida através da relação de insumos que constituem um serviço com a sua quantidade, custo unitário e total. O custo unitário é considerado o custo de uma unidade de serviço. Nas composições de custo unitário são

utilizadas tabelas orçamentárias aferidas que apresentam todos os insumos que fazem parte da execução da obra.

Segundo Tisaka (2006) o orçamento de obra tem como finalidade determinar os custos totais de um empreendimento, antes que seja concluído e finalizado. Baseando-se em documentos como projetos, normas e encargos. Considera também os custos diretos e indiretos que estão incluídos na execução de uma obra, além de contratos e todos os fatores que influenciam no custo total da obra.

### **2.6.2 Custos**

Segundo Avila, Librelotto e Lopes (2003), existe uma diferença entre custo e preço. O custo é considerado o valor monetário que o fornecedor emprega para realizar a execução da obra; já o preço é o valor monetário que o empreendedor paga pela obra finalizada. Com isso, o orçamento é visto como a soma das despesas totais para a execução de uma obra.

Em conformidade com Mattos (2006), os custos classificam-se em dois tipos: custos diretos e indiretos. Custo direto, segundo Tisaka (2006) e Xavier (2008) é aquele diretamente envolvido com as tarefas a serem feitas na obra. É obtido através do somatório da composição de custos unitário de todos os materiais de consumo, mão de obra produtiva e equipamentos auxiliares, incluindo o custo da infraestrutura necessária para a execução da obra.

No entanto, custo indireto de acordo com Tisaka (2006), é aquele indiretamente ligado aos serviços de implantação do canteiro de obra, mas é essencial para organização e administração da obra. Segundo Mattos (2006), as despesas indiretas estão relacionadas com a mobilização e desmobilização do canteiro no início e final da obra, despesas administrativas, despesas tributárias, segurança do trabalho, administração local da equipe técnica (engenheiros, mestres de obras, encarregados) e de apoio, e todas as outras questões que são indispensáveis para a realização de uma obra e não foram orçadas nos itens de produção.

Segundo Cardoso (2009) apud Rocha (2010), os custos diretos correspondem de 50% até 75% dos custos totais da obra, e os custos indiretos representam de 25% até 50%. Mattos (2006) salienta também que os custos indiretos podem apresentar de 5% a 30% do custo total da construção, podendo variar conforme alguns fatores, como: prazos, organização da empresa, localização da obra e complexidade na execução da obra.

### **2.6.1 BDI (Benefícios e Despesas Indiretas)**

Para elaborar um orçamento completo e chegar ao preço final da obra, é necessário que seja incluído o BDI, esse benefício refere-se ao lucro desejado pela empresa sobre o valor final, e incluindo as despesas indiretas. Segundo Mattos (2006, p. 235) o BDI é considerado o “percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra para se chegar ao preço de venda”.

De acordo com Tisaka (2006) e Mattos (2006) para obter o BDI estão incluídos os custos financeiros (empréstimos bancários ou recurso da empresa para suprimento da obra), despesas indiretas para o funcionamento da obra, riscos (possíveis gastos com seguros, imprevistos), custo da administração central (despesas do escritório, incluindo gastos com contabilidade, gestão de pessoas, etc), impostos da obra (percentuais dos tributos municipais, estaduais e federais) e o lucro (remuneração da empresa).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

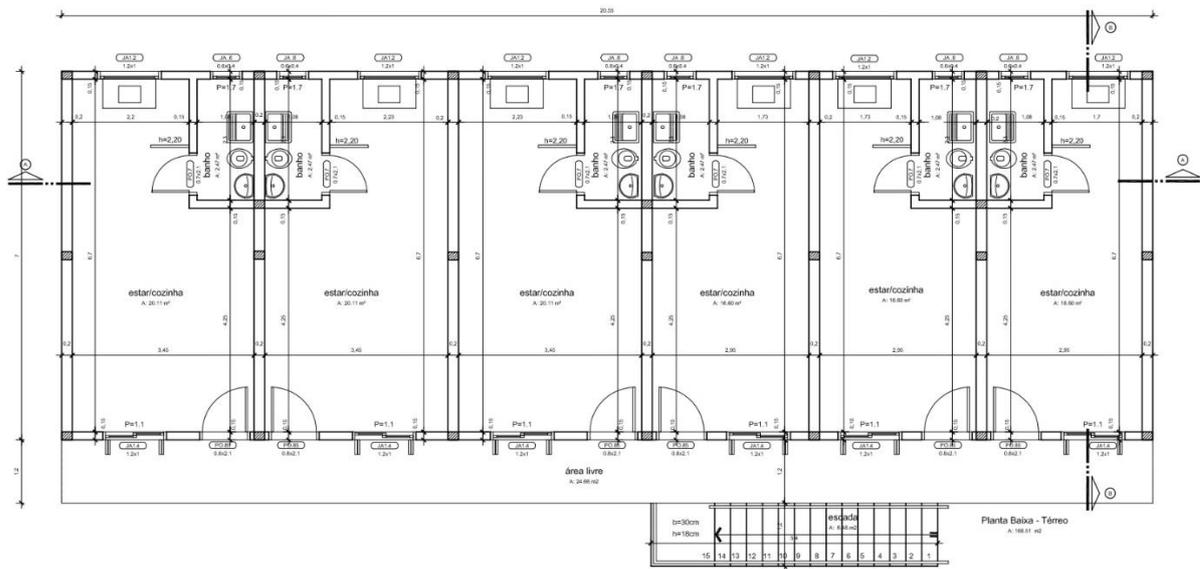
Este estudo tem por finalidade demonstrar as particularidades e benefícios gerados pela aplicação do sistema de alvenaria estrutural e concreto-PVC, assim como analisar e avaliar o custo da construção de uma edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos, comparando o mesmo projeto realizado para o sistema de concreto convencional, através da elaboração de um orçamento discriminado para cada um dos sistemas.

#### **3.1 Projeto**

O presente estudo utilizou o projeto arquitetônico e estrutural disponibilizado pela empresa Engenharia Eldon Reckziegel Ltda para realizar a elaboração dos orçamentos e a comparação dos custos. Os projetos foram realizados pelo Engenheiro Civil Eldon Aberto Reckziegel (CREA/RS 048.490) e trata-se de uma edificação residencial multifamiliar de alvenaria e concreto já executada, que foi adaptado para os sistemas de concreto-PVC e alvenaria estrutural.

A edificação residencial multifamiliar de dois pavimentos está localizada na Rua Carlos Arnt, bairro Canabarro, na cidade de Teutônia/RS (Anexos A, B, C, D e E). Apresenta uma área total de 343,50m<sup>2</sup>, sendo que cada pavimento possui uma área de 168,51m<sup>2</sup> e são divididos em 6 unidades individuais, no qual 3 unidades possuem uma área útil igual a 22,42m<sup>2</sup> e as outras 3 unidades possuem área útil de 19,07m<sup>2</sup>. É composto ainda por sacada com área de 24,66m<sup>2</sup> e esca da de concreto armado com área de 6,48m<sup>2</sup>. Todas as unidades contêm um banheiro, sala de estar e cozinha conjugadas, conforme mostra a Figura 26.

Figura 26- Projeto adotado



Fo Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

Como o projeto foi dimensionado para o sistema de concreto convencional, torna-se necessário à sua adequação aos outros sistemas para efetuar o levantamento dos quantitativos com mais exatidão. Para a adaptação do projeto ao sistema de alvenaria estrutural houve a retirada dos pilares e sua substituição por paredes autoportantes com espessura de 20cm para as que dividem as unidades e o restante com espessura de 15cm. Como o projeto se divide por “fiadas”, as paredes necessitam de amarrações para garantir o funcionamento estrutural, conforme mostram os Apêndices G e H. Contudo no projeto do concreto-PVC ocorreu alteração na espessura das paredes, devido aos perfis de PVC possuírem dimensões menores, modificando a espessura destas para 16cm e 8cm, conseqüentemente obtendo uma área interna diferente dos demais sistemas podendo ser visto no Anexo F.

### 3.2 Levantamento dos quantitativos

Para a elaboração dos orçamentos foi utilizado o projeto de cada sistema que serviu como base para o levantamento dos quantitativos dos materiais, mão de obra e equipamentos. A apuração desses quantitativos foi realizada através da análise e do cálculo de cada insumo necessário para a execução da construção, conforme apresentado nos Apêndices D, E e F. Desta forma, com a quantificação dos insumos utilizou-se as composições unitárias de custos disponibilizadas pela tabela SINAPI do estado do Rio Grande do Sul fornecida pela Caixa

Econômica Federal e a tabela de composição do *software* PLEO da empresa Franarin do mês de fevereiro/2019.

A SINAPI e o PLEO contêm dois conjuntos, a tabela de insumos e a de composições unitárias. Os insumos são elementos necessários para a construção (mão de obra, materiais e equipamentos) e a de composição unitária é composta pela descrição, quantificação e qualificação de cada insumo para executar uma unidade de serviço. O Quadro 1 apresenta os itens que contém a tabela de composição, o nome do elemento, a unidade, indicadores de consumo e o coeficiente de produtividade. Para obter o valor da composição multiplica-se o coeficiente pelo preço do insumo ou composição e realiza-se o somatório de todos os elementos, multiplicando-os pela quantidade de serviço solicitado em obra.

Quadro 1 - Composição - Alvenaria de blocos de concreto estrutural 14x19x29cm.

01.PARE.AECO.026/01	89479	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M <sup>2</sup> , SEM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 12/2014	M2	Coeficiente
INSUMO	34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	0,3950000
INSUMO	38588	MEIO BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 14 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UM	0,7200000
INSUMO	38590	BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 29 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UM	15,8700000
INSUMO	38596	CANALETA CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 29 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	1,3200000
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8700000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6500000
COMPOSICAO	88715	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 09/2014	M3	0,0182000

Fonte: SINAPI (2019).

Como o método de concreto-PVC não consta na tabela SINAPI/RS, foi contatada uma empresa especializada, que está localizada na cidade de Serra no estado do Espírito Santo. O orçamento disponibilizado considerou o transporte dos perfis de PVC até a cidade de Teutônia/RS e o conjunto de todas as paredes modulares em PVC com encaixe macho e fêmea. Visto que, a região do Vale do Taquari não possui mão de obra treinada para a execução deste método, a empresa fornecedora disponibiliza um técnico para realizar o acompanhamento e treinamento dos operários, sem custo adicional.

Para cada sistema foi elaborada uma planilha orçamentária considerando os elementos descritos no Quadro 2. Nessa foram considerados os custos diretos (material e mão de obra), obtidos através da composição de custos unitários dos materiais e mão de obra produtiva. Esse valor unitário é multiplicado pela quantidade de material solicitado em cada serviço, após realizado o somatório dos valores, gerando o custo total da obra para os três sistemas construtivos. Não foram analisados os custos indiretos da obra e nem a porcentagem de BDI, pois orçou-se somente o custo, e não o preço final da obra.

Quadro 2- Elementos considerados para cada sistema construtivo

<b>CONCRETO CONVENCIONAL</b>	<b>CONCRETO-PVC</b>	<b>ALVENARIA ESTRUTURAL</b>
Fundação – sapata isolada e viga de baldrame	Fundação – sapata isolada e viga de baldrame	Fundação – sapata isolada e viga de baldrame
Vigas, pilares, amadura, concreto. Alvenaria – tijolos cerâmicos furados	Perfis de PVC, concreto, armadura	Blocos de concreto, graute armadura, argamassa
Laje Pré-Moldada	Laje Pré-Moldada	Laje Pré-Moldada
Forro PVC	Forro PVC	Forro PVC
Cobertura – telha de fibrocimento	Cobertura – telha de fibrocimento	Cobertura – telha de fibrocimento
Revestimento parede – chapisco, emboço e reboco	Revestimento parede- sem revestimento	Revestimento parede – massa única (emboço + reboco)
Revestimento piso – ladrilhos cerâmicos	Revestimento piso – ladrilhos cerâmicos	Revestimento piso – ladrilhos cerâmicos
Pintura – tinta acrílica branca	Pintura – sem pintura	Pintura – tinta acrílica branca
Instalação elétrica e hidráulica	Instalação elétrica e hidráulica	Instalação elétrica e hidráulica
Esquadrias – madeira	Esquadrias – madeira	Esquadrias - madeira

Fonte: Da autora (2019).

Na comparação foram consideradas todas as etapas necessárias para a construção: serviços preliminares, infraestrutura, supraestrutura (pilar, viga e laje), alvenaria, revestimento das paredes, piso e forro, pintura, instalações elétricas e hidráulicas, cobertura e esquadrias, e também a mão de obra e o tempo de execução. As etapas de serviços preliminares, fundação, cobertura e esquadrias são consideradas iguais para os três sistemas construtivos.

Para a análise da mão de obra e tempo de execução da obra do sistema convencional e de alvenaria estrutural foram considerados os coeficientes de produtividade da tabela SINAPI/RS e PLEO, que representam a quantidade de tempo necessário de um profissional para a execução de uma unidade de serviço, denominado por homem/hora. E no sistema de

concreto-PVC foi usado o quantitativo de horas da empresa, com base na média de horas de obras já executadas.

As planilhas orçamentárias foram desenvolvidas pela autora através do *software* PLEO de orçamentos. Ele é composto por um banco de dados da própria empresa Franarin e da tabela SINAPI/RS disponibilizada pela Caixa Econômica Federal, que nos permite trabalhar com diversos tipos de insumos, os quais fazem parte de várias composições.

No Apêndice A podemos observar a planilha orçamentária referente ao sistema convencional, que contém todos os serviços e os quantitativos dos materiais e mão de obra, além do detalhamento do dimensionamento dos materiais de todas as etapas, no Apêndice B está a planilha desenvolvida para o sistema de concreto-PVC e no Apêndice C, a planilha da mesma edificação elaborada para o sistema de alvenaria estrutural. Com os três orçamentos realizados foi desenvolvida uma análise comparativa das três obras, assim conseguindo avaliar qual sistema possui melhor economia na sua execução.

## **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Após a realização das planilhas orçamentárias foi possível realizar a comparação do custo total de cada etapa, verificando e justificando as principais diferenças encontradas. De acordo com os orçamentos apresentados nos Apêndices A, B e C, o custo foi dimensionado utilizando os índices das composições aferidas da tabela SINAPI/RS de fevereiro/2019, sendo analisadas cada etapa separadamente, relacionando os resultados obtidos para o sistema de concreto convencional, alvenaria estrutural e concreto-PVC.

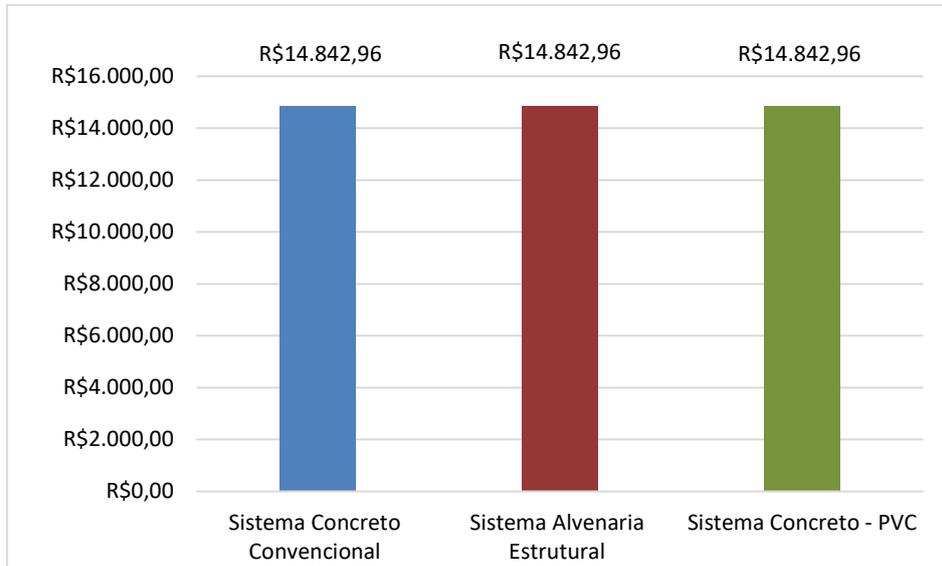
### **4.1 Comparativo de custo entre os três sistemas construtivos**

Como a pesquisa baseou-se em uma edificação de dois pavimentos já executada pelo sistema de concreto convencional, para o de alvenaria estrutural e concreto-PVC foi utilizado o mesmo tipo de fundação, vigas de baldrame e sapatas isoladas. Igualmente foi usado o mesmo padrão de cobertura, com estrutura de tesouras de madeira e telhas de fibrocimento. Para obter-se o comparativo entre eles, soma-se o valor de material e mão de obra de cada etapa.

#### **4.1.1 Serviços preliminares**

Para os três sistemas a execução da etapa de serviços preliminares possui a mesma composição, contendo os itens de limpeza e fechamento do terreno, instalações provisórias (água, luz e sanitários), e também a locação da obra através de gabarito, conforme os Apêndice A, B e C. O comparativo de custo dessa etapa pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparativo de custo da etapa de serviços preliminares

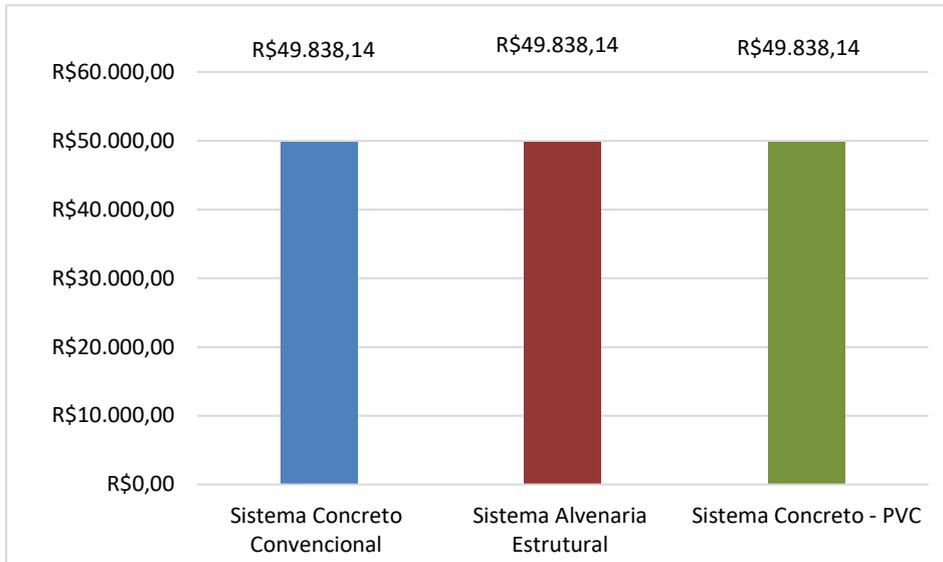


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.2 Infraestrutura

A etapa da infraestrutura foi orçada igualmente para os três sistemas construtivos. A fundação foi dimensionada com sapata isolada e viga de baldrame. As sapatas possuem dimensões de 80x80cm com altura de 60cm, armadura malha 10x10cm de Ø10mm e preenchidas com concreto  $F_{ck}=30\text{MPa}$ . Para a viga de baldrame, o dimensionamento foi de 15x40cm e 20x40cm com 6 barras de aço CA-50 de Ø12,5mm, estribos de aço CA-60 de Ø5mm e concreto  $F_{ck} = 30\text{MPa}$ , também considerou-se a impermeabilização da superfície com geomembrana (manta termoplástica lisa) com espessura de 2,00mm. Nos Apêndices A, B e C é demonstrado a composição completa de cada item e o Gráfico 2 mostra o valor final dessa etapa.

Gráfico 2 - Comparativo de custo da etapa de infraestrutura



Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.3 Supraestrutura

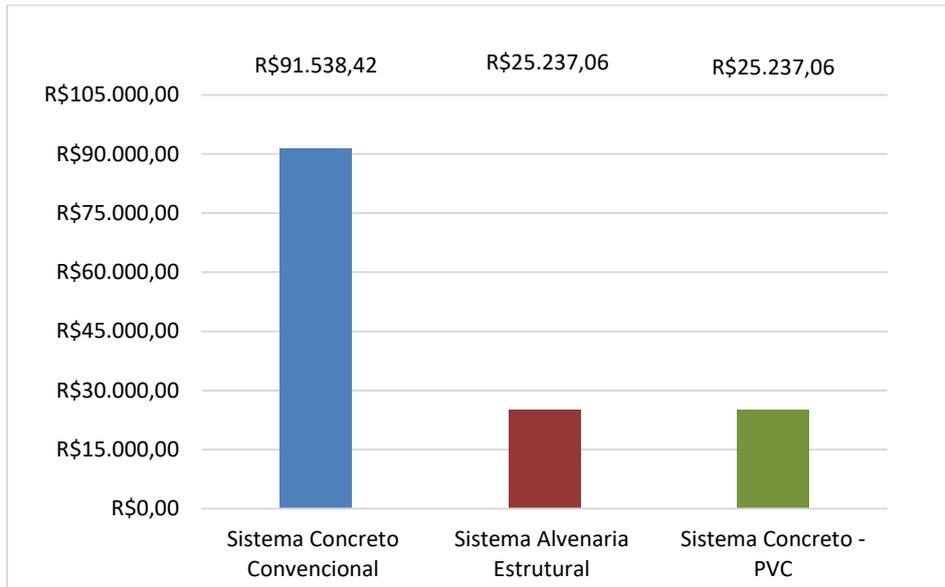
A etapa de supraestrutura apresentou grande discrepância entre os três sistemas construtivos, pois no sistema de concreto convencional foi dimensionado pilar, viga entre piso, viga de amarração e laje. Para a execução desses elementos é necessário a montagem e desmontagem das fôrmas de madeira, a montagem da armadura e a concretagem, já para o sistema de alvenaria estrutural e concreto-PVC não são necessários todos esses elementos, então somente foi considerada a laje, pois a edificação possui dois pavimentos.

Para o sistema de concreto convencional foi determinado pilar de concreto armado  $F_{ck}=25\text{MPa}$  com dimensão de  $15\times 15\text{cm}$  na sacada e no restante da edificação pilar de  $20\times 15\text{cm}$  com altura de  $2,60\text{m}$ . A viga entre piso possui dimensão de  $15\times 40\text{cm}$  e a viga de amarração de  $15\times 30\text{cm}$ , preenchidas com concreto  $F_{ck}=20\text{MPa}$ . Nos pilares e vigas foram adicionadas armaduras longitudinais de aço CA- 50 com 4 barras de  $\varnothing 12,5\text{mm}$  e estribos de  $\varnothing 5\text{mm}$ , conforme o Apêndice A.

Já o dimensionamento da laje foi do tipo pré-moldada, com espessura de  $12,0\text{cm}$ , composta por vigotas de concreto, preenchimento com telas cerâmicas, ferragem em malha  $15\times 15\text{cm}$  de aço galvanizado CA-60 de  $\varnothing 4,2\text{mm}$  e capa de concreto armado  $F_{ck}=20\text{MPa}$  com espessura de  $4,0\text{cm}$ , recebendo o contrapiso em argamassa com espessura de  $4,0\text{cm}$  (APÊNDICE A, B e C). A laje foi orçada com a mesma composição para os três sistemas.

No Gráfico 3, mostra-se a diferença encontrada nessa etapa, na qual o custo total do concreto convencional foi maior que o dobro em relação a alvenaria estrutural e o concreto-PVC, apresentando uma diferença de R\$66.301,36 ou seja 262,71%.

Gráfico 3 - Comparativo de custo da etapa da supraestrutura



Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.4 Alvenaria

Assim como a etapa de supraestrutura, a da alvenaria também apresentou uma grande disparidade entres os três métodos construtivos. Essa é a que possui a maior diferença entre os sistemas, pois cada método é executado com materiais distintos.

Para o orçamento da alvenaria do sistema de concreto-PVC, a modulação foi fornecida pela empresa contatada, composta por kit de paredes modulares em PVC com encaixe macho e fêmea. Aquelas que dividem as unidades foram dimensionadas com espessura de 16,0cm e as demais com espessura de 8,0cm, o pé direito considerado foi de 2,60m. O restante dos quantitativos necessários para sua fixação e concretagem foi orçado de acordo com o projeto (ANEXO F).

Na fixação das paredes de PVC foram adicionados pontos de ancoragem, com barras verticais de aço CA-50 com Ø10mm, comprimento de 60cm e espaçamento de 80cm. Nos cantos da alvenaria e nas laterais das janelas e portas foi inserida uma barra de reforço vertical, assim como, nas vergas, contravergas e cinta de amarração adicionou-se duas barras

horizontais. Também foi acrescentada uma barra de aço CA-50 com  $\varnothing 10\text{mm}$  a cada 80cm, com comprimento de 60cm para fora, com formato de “L” que serve de ligação entre a parede e a laje. Após toda a estrutura montada ocorre a concretagem dos painéis com concreto usinado auto adensável  $F_{ck} = 20\text{MPa}$ . No Apêndice C é apresentado a quantidade total de aço (kg) e de concreto ( $\text{m}^3$ ) necessários para a execução da estrutura das paredes.

Além da execução da alvenaria, no orçamento foi considerado também o transporte dos perfis da cidade da Serra/ ES até Teutônia/RS, que gerou um aumento do custo nesta etapa, comparado com os outros dois sistemas.

No orçamento do sistema convencional, as paredes com espessura de 15cm foram orçadas com blocos cerâmicos furados na horizontal de (14x9x19cm) e as com espessura de 20cm, com blocos cerâmicos furados na vertical de (19x19x39cm), assentados com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal, areia média), as vergas e contravergas das portas e janelas em pré-moldado e o encunhamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal, areia media). O pé direito considerado na edificação também foi de 2,60m. A base de medida utilizada para a obtenção da quantidade dos materiais foi o metro quadrado. No Apêndice A é demonstrado a composição completa de cada item.

Para o orçamento do sistema de alvenaria estrutural, o levantamento dos materiais foi elaborado através do projeto de modulação (APÊNDICE E e F), assim obteve-se as posições dos pontos de grauteamento e a quantidade de blocos por metro quadrado, conforme as composições da tabela SINAPI/RS.

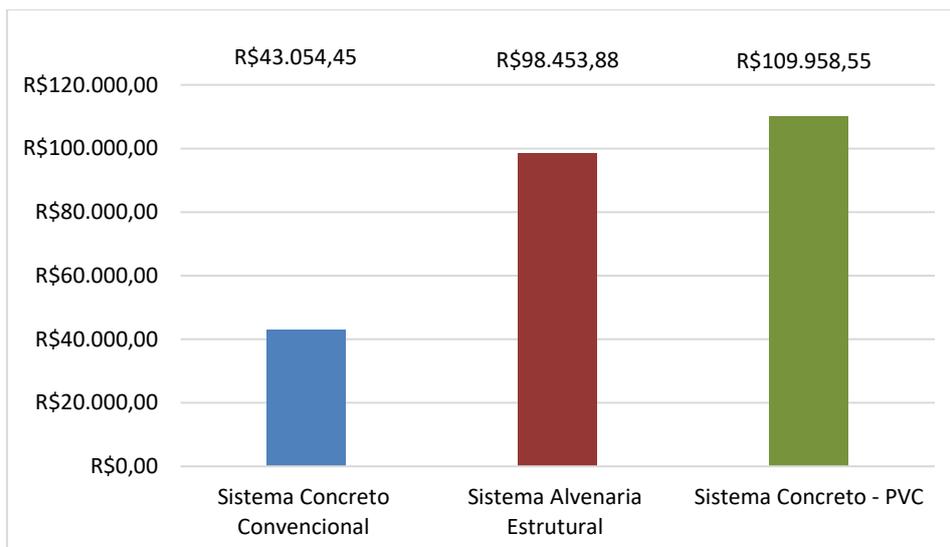
Nas composições dos blocos de concreto estrutural, as paredes com espessura de 15cm foram orçadas com blocos 14x19x39cm e as com espessura de 20cm, com blocos de 19x19x39cm, também estão inclusos os blocos de amarração L e T, blocos compensadores, blocos tipo canaleta e a argamassa para o assentamento traço 1:2:9 (cimento, cal e areia média), com espessura de 1,0cm, calculados para cada metro quadrado de alvenaria.

Nos cantos das paredes, nas laterais das portas e janelas foram aplicados os “pontos de graute”, adicionando uma barra de aço CA-50 de  $\varnothing 10\text{mm}$  e preenchido com concreto  $F_{ck}=20\text{MPa}$ . Nas vergas e contravergas das esquadrias foram colocados blocos canaletas com duas barras de aço CA-50 de  $\varnothing 10\text{mm}$ , sendo o traspasse de 30cm para cada lado. Na última fiada foi inserida a cinta de amarração com blocos canaletas e duas barras de aço CA-50 de  $\varnothing$

10mm e também foi adicionado o concreto  $F_{ck} = 20\text{MPa}$ . No Apêndice B é apresentado a quantidade total de aço (kg) e de concreto ( $\text{m}^3$ ) necessários para a execução do grauteamento na estrutura das paredes.

Realizando a análise da etapa de alvenaria através do Gráfico 4, podemos constatar que o sistema de concreto-PVC demonstrou maior custo, uma diferença de R\$66.904,40 em relação ao concreto convencional e R\$ 11.504,67 quando comparado com a alvenaria estrutural, devido a ser composto por estrutura de painéis vazados de PVC, barras de aço, concreto auto adensável e transporte dos painéis. No entanto, a alvenaria estrutural mostrou-se R\$55.399,43 mais cara em relação ao concreto convencional, devido ao custo elevado dos blocos de concreto e do grauteamento. Podemos então concluir, que se tratando da etapa de alvenaria, o concreto convencional demonstrou ser o mais econômico em relação aos outros sistemas.

Gráfico 4 - Comparativo de custo da etapa da alvenaria



Fonte: Da autora (2019).

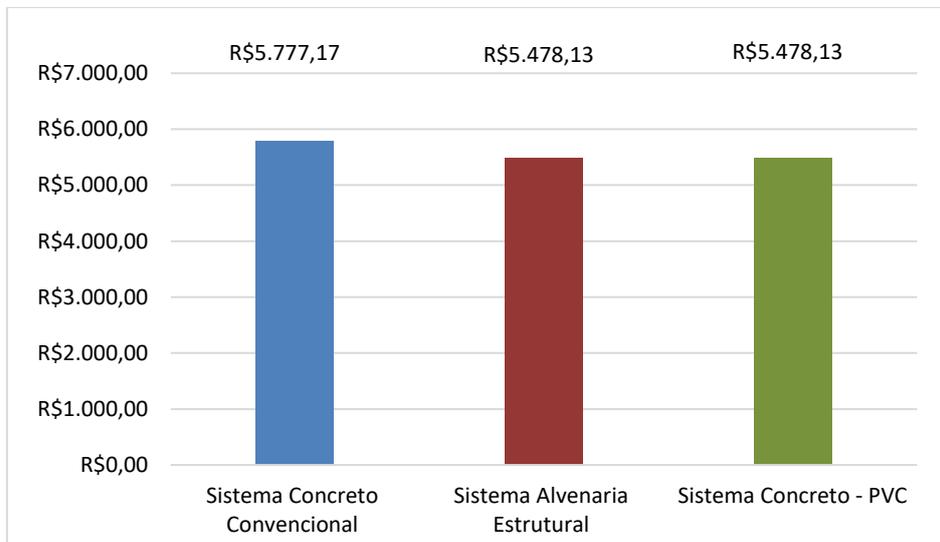
#### 4.1.5 Instalação elétrica e hidráulica

No sistema de concreto-PVC e alvenaria estrutural as instalações elétricas e hidráulicas são semelhantes, pois nos dois métodos deve-se seguir a direção vertical, direcionando a passagem dos eletrodutos pelos vazados dos blocos de concreto e pelos painéis de PVC. Para ambos não devem realizar-se cortes na posição horizontal para a interligação dos pontos, com isso, diminuindo o custo das instalações. O restante das instalações e o tipo de material é de

acordo com o sistema convencional. Nos Apêndices A, B e C está a quantidade total e o tipo de material utilizado nos sistemas.

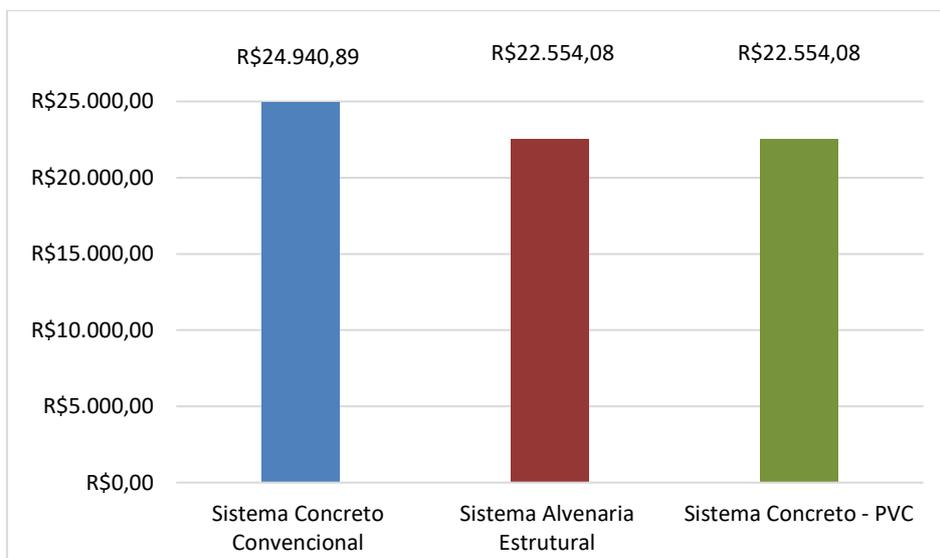
Para o sistema de concreto convencional é necessário realizar rasgos nas paredes para embutir as tubulações tanto a elétrica quanto a hidráulica, assim utilizando mais tempo e mão de obra para finalizar essa etapa e aumentando o custo das instalações. Nos gráficos 5 e 6 mostra-se o comparativo de custo em relação aos três sistemas construtivos.

Gráfico 5 - Comparativo de custo da etapa da instalação elétrica



Fonte: Da autora (2019).

Gráfico 6 - Comparativo de custo da etapa da instalação hidráulica

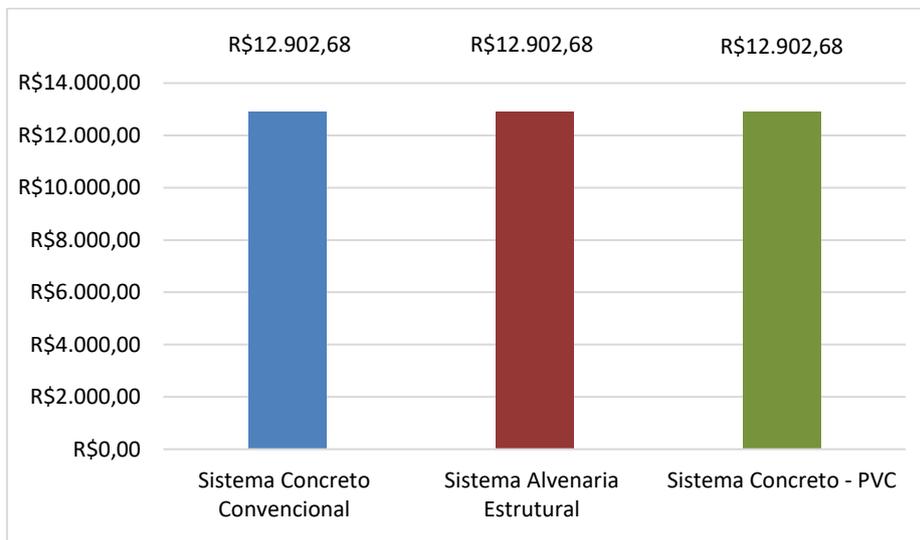


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.6 Cobertura

Na etapa da cobertura, o telhado escolhido foi do tipo embutido, no qual a estrutura fica escondida atrás da platibanda, sendo composta por cinco tesouras de madeiras apoiadas nas paredes. As telhas são de fibrocimento com espessura de 6mm, recomendadas para esse tipo de telhado. A platibanda possui altura de 0,65m. Orçou-se também calha em chapa de aço galvanizado, fixada na platibanda (APÊNDICE A, B e C). A cobertura foi a mesma dimensionada para os três sistemas construtivos, assim não gerando diferença no custo, como mostra o Gráfico 7.

Gráfico 7 - Comparativo de custo da etapa da cobertura

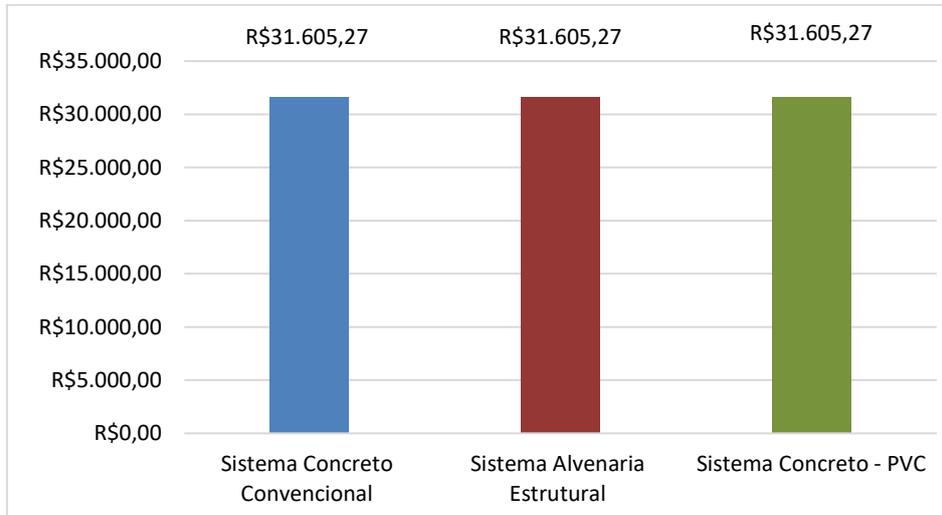


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.7 Esquadrias

As esquadrias orçadas para a edificação foram as mesmas para os três sistemas construtivos. O projeto possui 12 unidades, cada unidade contém uma porta externa de madeira de lei com dimensão 0,80x2,10m, uma porta interna de madeira compensada de 0,70x2,10m, duas janelas de madeira de lei e vidro, levando caixilhos de correr com dimensões de 1,20x1,00m e o uma janela de madeira de lei e vidro, levando maxiars de abrir com dimensão de 0,60x0,40m (APÊNDICE A, B e C). No Gráfico 8 é mostrado o comparativo de custo da etapa das esquadrias.

Gráfico 8 - Comparativo de custo da etapa das esquadrias



Fonte: Da autora (2019).

## 4.1.8 Revestimentos

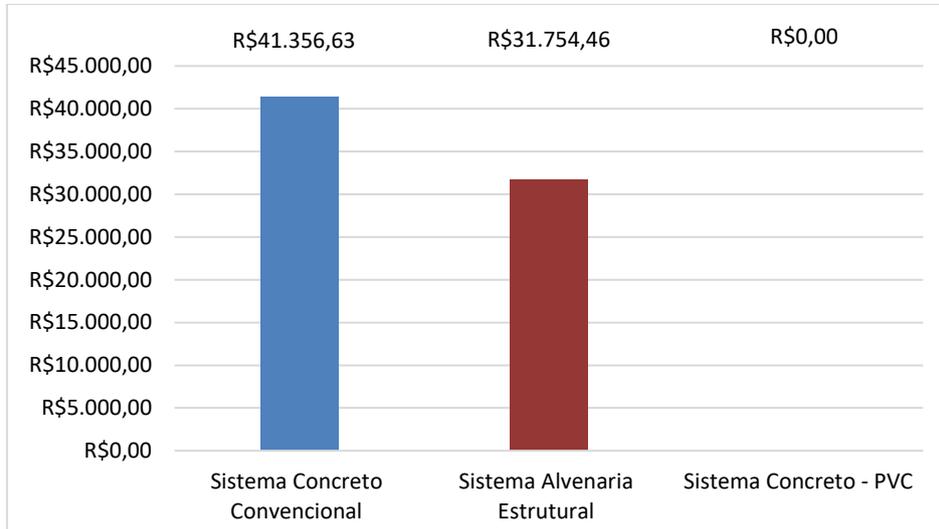
### 4.1.8.1 Parede

A etapa de revestimento de parede apresentou uma grande diferença entre os três sistemas construtivos. O método de concreto-PVC se tornou o mais econômico, por não ser necessário nem impermeabilização e nem o revestimento em nenhuma parede, pois os perfis de PVC servem como acabamento e revestimento, assim não gerando nenhum custo nessa etapa. Já a alvenaria estrutural mostrou uma economia de R\$ 9.602,17, ou seja 30,24% em relação ao concreto convencional, como mostra o Gráfico 9.

A justificativa para essa diferença é que no concreto convencional o revestimento das paredes internas e externas necessitam da aplicação de chapisco, emboço e reboco. No chapisco foi orçado a argamassa com traço de 1:3 (cimento/ areia grossa), para o emboço argamassa com traço de 1:2:8 (cimento, cal e areia média) com espessura de 1cm e no reboco argamassa industrializada com espessura de 0,5cm (APÊNDICE A). Já na alvenaria estrutural, para o revestimento foi considerado somente a massa única (emboço e reboco) em argamassa traço de 1:2:8 (cimento, cal e areia média), pois os blocos de concreto têm acabamento liso que permite a aplicação do revestimento diretamente sobre sua superfície, sem necessidade de chapisco, assim reduzindo o consumo de material e mão de obra (APÊNDICE B). Para ambos os sistemas,

nas paredes dos banheiros foi orçado impermeabilização de superfície e revestimento cerâmico até 1,50m de altura. O custo de revestimento das paredes foi dimensionado por metro quadrado.

Gráfico 9 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de parede



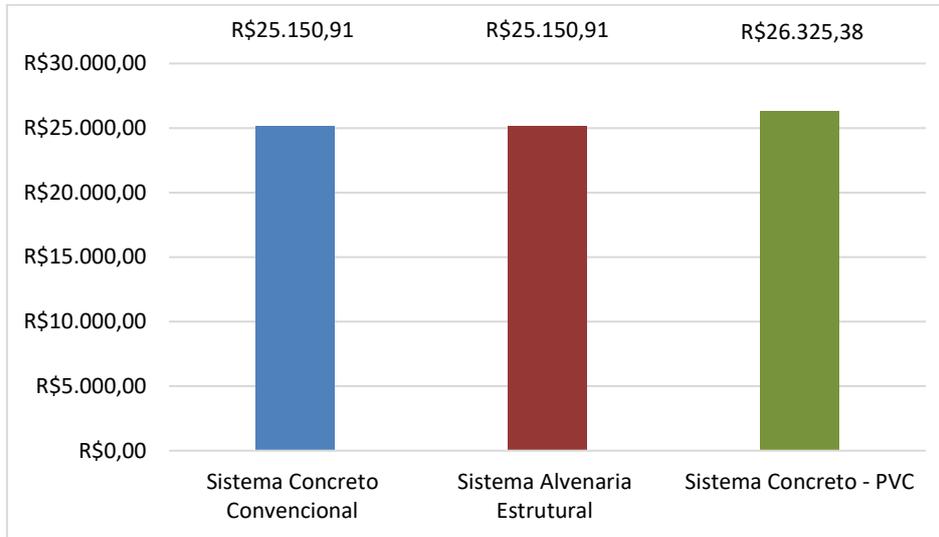
Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.8.2 Piso

Os três sistemas utilizaram as mesmas composições para obter o custo do revestimento do piso, apresentando diferença no sistema de concreto-PVC de R\$1.174,47, isto é, 4,6% mais custoso se comparado com o concreto convencional e alvenaria estrutural (GRÁFICO 10), pois as paredes de concreto – PVC possuem espessuras menores, assim gerando um aumento na área interna da edificação.

No pavimento térreo foram orçados, a regularização manual do terreno, lastro com material granular com espessura de 5cm, concreto magro traço 1:4,5:4,5 (cimento/areia média/brita 1) com espessura de 5cm, contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento/ areia) com espessura de 2cm, impermeabilização com pintura a base de resina epóxi com alcatrão, placa cerâmica com dimensões de 35x35cm assentada com argamassa colante e aplicado rejunte cimentício e rodapé cerâmico com altura de 7cm aplicado com argamassa colante (APÊNDICE A, B e C). Para a orçamentação do piso do segundo pavimento foi necessário somente o contrapiso em argamassa, elencado na etapa da supraestrutura (laje) e o assentamento do piso cerâmico. Para o sistema de concreto – PVC não foi necessário a utilização de rodapés, pois as paredes são perfis de PVC e servem como acabamento.

Gráfico 10 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de piso

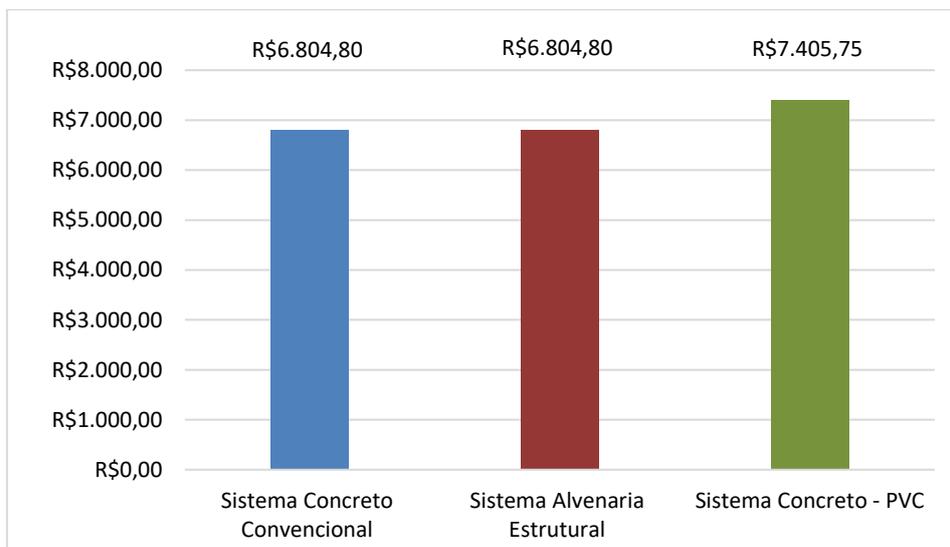


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.8.3 Forro

O revestimento do forro do segundo pavimento apresenta maior custo no concreto-PVC de R\$ 600,95, ou seja, 8,83% se comparado aos outros sistemas (GRÁFICO 11), conforme foi mencionado no item 4.1.8.2, as paredes do sistema de concreto-PVC possuem espessuras menores, assim gerando um aumento na área interna da edificação. O forro foi orçado com PVC, pregado sobre as guias de madeira com espaçamento de 0,70m entre si.

Gráfico 11 - Comparativo de custo da etapa do revestimento de forro

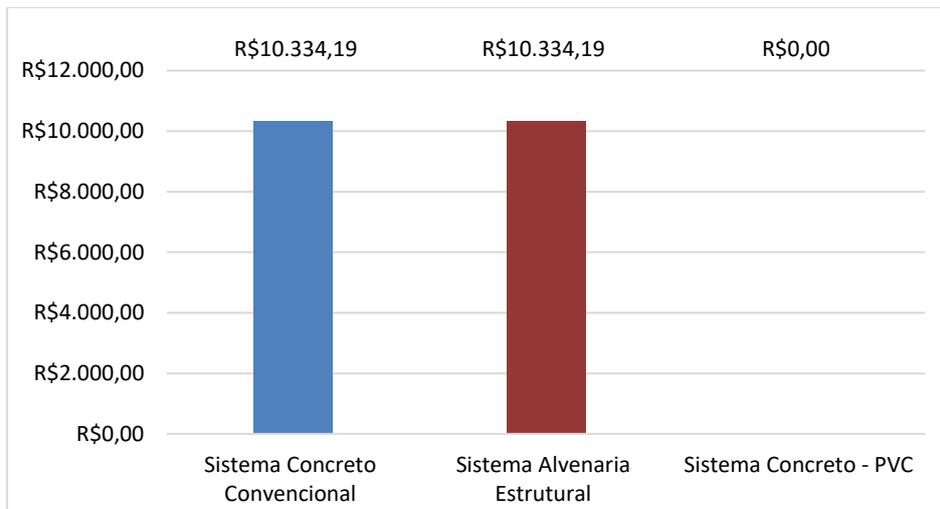


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.9 Pintura

Na etapa da pintura o sistema de concreto-PVC se mostrou bastante econômico, pois os painéis de PVC servem como acabamento e revestimento, sem a necessidade de pintura, oferecendo uma fácil limpeza e manutenção. Assim não gerou nenhum custo nessa etapa, como pode ser visto no Gráfico 12.

Gráfico 12 - Comparativo de custo da etapa da pintura



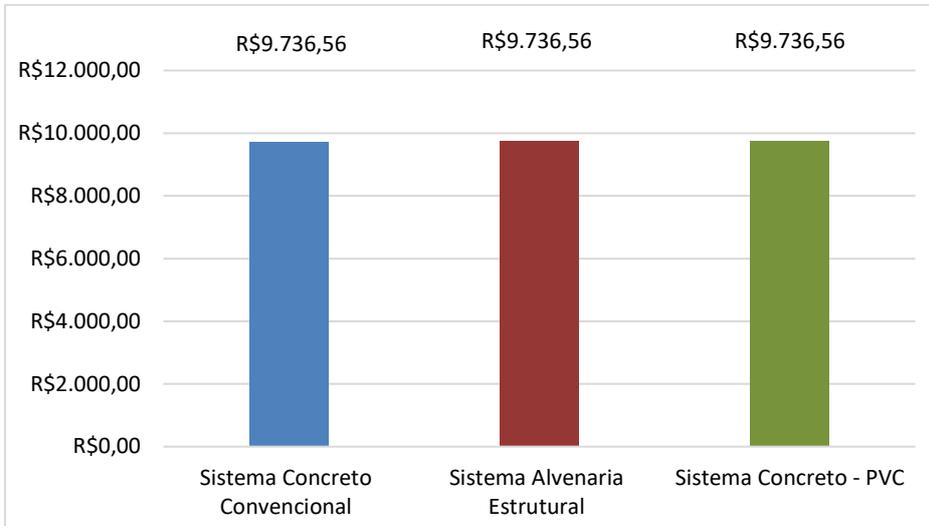
Fonte: Da autora (2019).

Já para o sistema de concreto convencional e alvenaria estrutural é necessária a realização de pintura nas paredes e no forro da laje pré-moldada interna e externamente. Para a parte interna foi aplicado a tinta látex PVA (Poli Acetato de Vinila) de cor branca e externamente foi utilizada tinta látex acrílica, também de cor branca. O custo da pintura foi orçado por metro quadrado de parede (APÊNDICE A e B).

#### 4.1.10 Aparelhos e metais

Para os três sistemas construtivos foram orçadas as mesmas composições de aparelhos sanitários e metais, contendo vaso sanitário, tanque, chuveiro elétrico e lavatório de banheiro, conforme o Gráfico 13.

Gráfico 13 - Comparativo de custo da etapa de louças e metais

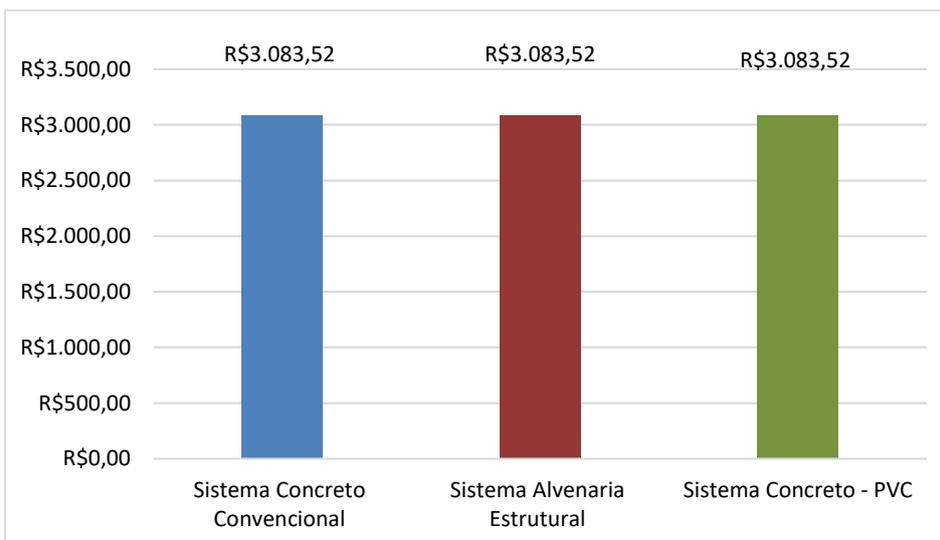


Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.11 Escada e guarda-corpo

A escada da edificação foi dimensionada igual para os três sistemas e orçada em concreto armado  $F_{ck}=25\text{MPa}$ , moldada in loco, conforme o projeto. No Gráfico 14 apresenta-se o valor final dessa etapa.

Gráfico 14 - Comparativo de custo da etapa da escada

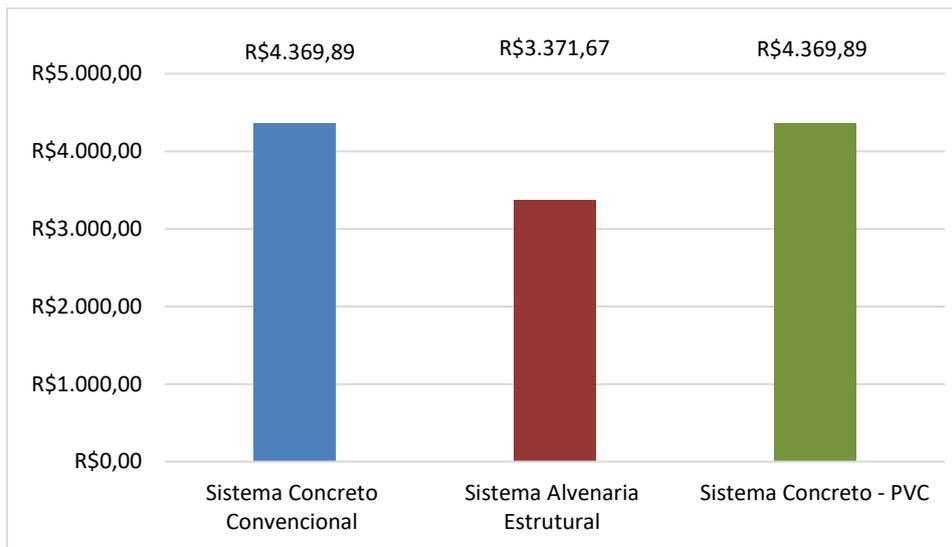


Fonte: Da autora (2019).

No sistema de alvenaria estrutural, o custo do guarda-corpo teve uma redução de R\$998,22 em relação aos outros sistemas (GRÁFICO 15), pois a alvenaria estrutural não possui

pilares, dessa forma foram feitas paredes laterais em L na área aberta e sacada (APÊNDICES D e E), substituindo o uso de pilares, e assim reduzindo a quantidade de guarda-corpo. As paredes executadas foram orçadas na etapa da alvenaria. No concreto convencional e concreto-PVC os pilares ficaram com as dimensões de projeto, com isso a quantidade de guarda-corpo foi a mesma para os dois sistemas (APÊNDICE A e C).

Gráfico 15 - Comparativo de custo da etapa do guarda-corpo



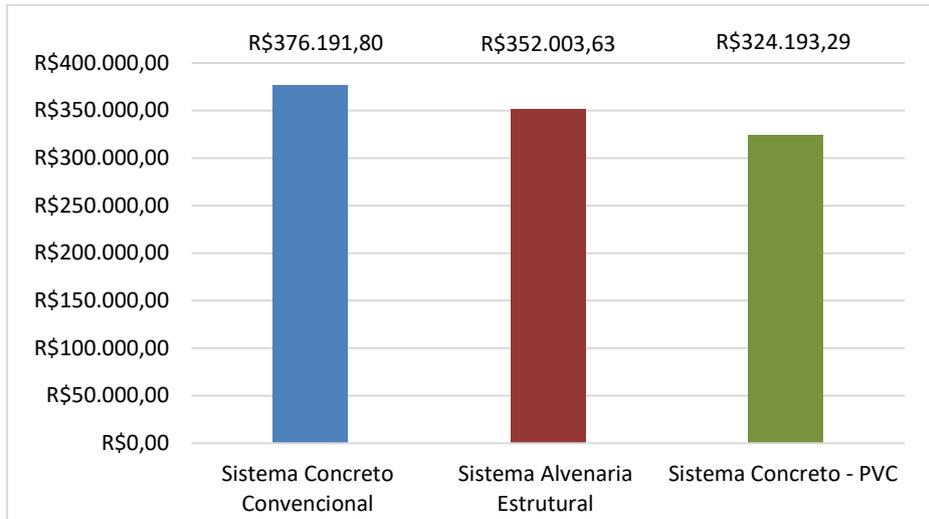
Fonte: Da autora (2019).

#### 4.1.12 Análise total

Com os orçamentos de cada sistema construtivo finalizado, comprova-se que o método de concreto-PVC se apresenta mais econômico em relação ao concreto convencional e o de alvenaria estrutural para esse projeto. O sistema mostrou uma redução de custo de R\$51.998,51, isto é 16,04% quando comparado com o concreto convencional e R\$27.810,34, ou seja, 8,58% em relação a alvenaria estrutural. Entre o concreto convencional e a alvenaria estrutural, a disparidade do custo total ficou entorno de R\$24.188,17 (6,87%) sendo a alvenaria a mais econômica (GRÁFICO 16).

No entanto, os serviços preliminares, infraestrutura, esquadrias e cobertura não apresentaram diferença, pois foram orçados iguais para os três sistemas. A maior disparidade encontrada foi nas etapas de supraestrutura, alvenaria, revestimento de parede, piso e forro, pintura, instalações elétricas e hidráulicas. A Tabela 1 apresenta as etapas com seus valores finais (material + mão de obra).

Gráfico 16 – Comparativo do custo total



Fonte: Da autora (2019).

Tabela 1- Comparativo de custo de todas as etapas

Serviços		Sistema Concreto Convencional (R\$):	Sistema Alvenaria Estrutural (R\$):	Sistema Concreto - PVC (R\$):
Serviços preliminares		14.842,96	14.842,96	14.842,96
Infraestrutura	Sapata isolada	6.062,65	6.062,65	6.062,65
	Viga de baldrame	43.775,49	43.775,49	43.775,49
Supraestrutura	Pilar	14.318,67	0,00	0,00
	Viga de amarração	21.282,57	0,00	0,00
	Viga entre piso	30.700,12	0,00	0,00
	Laje	25.237,06	25.237,06	25.237,06
Alvenaria		43.054,45	98.453,88	109.958,55
Cobertura		12.902,68	12.902,68	12.902,68
Revestimento	Parede	41.356,63	31.754,46	0,00
	Piso	25.150,91	25.150,91	26.325,38
	Forro	6.804,80	6.804,80	7.405,75
Pintura		10.334,19	10.334,19	0,00
Instalações e aparelhos	Instalações hidráulica	24.940,89	22.554,08	22.554,08
	Instalações elétricas	5.777,17	5.478,13	5.478,13
	Louças e metais	9.736,56	9.736,56	9.736,56
Esquadrias		31.605,27	31.605,27	31.605,27
Escada		3.083,52	3.083,52	3.083,52
Guarda corpo		4.369,89	3.371,67	4.369,89
Limpeza final da obra		855,32	855,32	855,32
<b>Total</b>		<b>376.191,80</b>	<b>352.003,63</b>	<b>324.193,29</b>

Fonte: Da autora (2019).

Mediante os resultados encontrados também podemos obter o custo por metro quadrado de cada método construtivo aplicado para a edificação de 343,50m<sup>2</sup>. Como mostra a Tabela 2,

o sistema de concreto-PVC apresentou um custo de R\$ 151,38/m<sup>2</sup> mais econômico comparado com o concreto convencional e R\$80,97/m<sup>2</sup> para a alvenaria estrutural. Já o concreto convencional é R\$70,41/m<sup>2</sup> mais caro em relação a alvenaria estrutural.

Tabela 2 - Comparativo do custo por m<sup>2</sup> de cada sistema construtivo

	<b>Sistema Concreto Convencional</b>	<b>Sistema Alvenaria Estrutural</b>	<b>Sistema Concreto – PVC</b>
Área (m <sup>2</sup> )	343,50	343,50	343,50
Custo total (R\$)	376.191,80	352.003,63	324.193,29
<b>Custo por m<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>1.095,17</b>	<b>1.024,76</b>	<b>943,79</b>

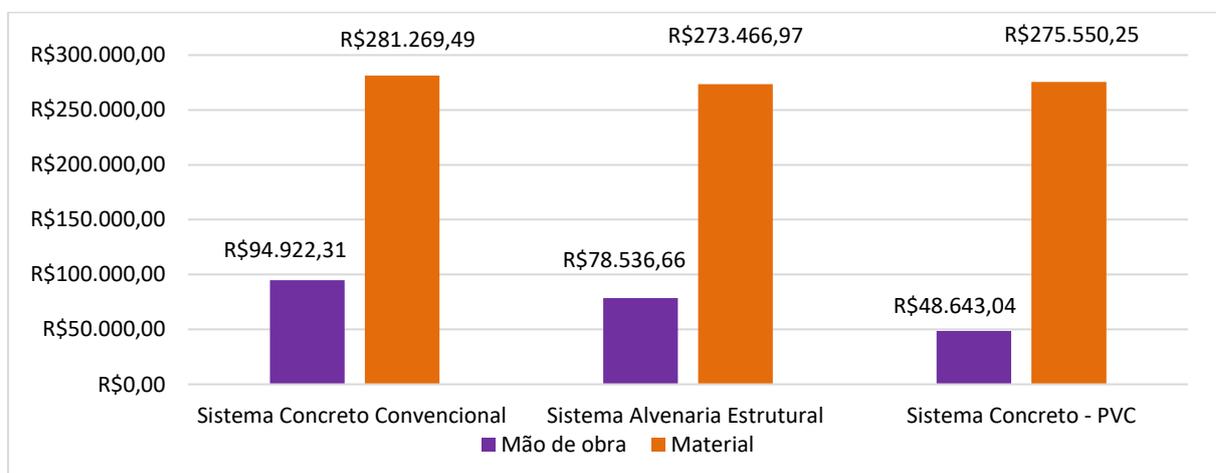
Fonte: Da autora (2019).

Podemos também relacionar o custo do m<sup>2</sup> dos três sistemas com o CUB/m<sup>2</sup> (Custo Unitário Básico) calculado pelo SINDUSCON/RS (Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul). Para uma residência multifamiliar de padrão baixo, cujo o valor para o mês de fevereiro de 2019 foi de R\$ 1.257,56, comparando os valores, percebemos que os três sistemas estão abaixo do valor estimado pelo sindicato.

#### 4.1.13 Análise da mão de obra e material

Por meio das composições dos orçamentos podemos analisar o valor total da mão de obra e do material. No Gráfico 17, observamos que o valor total dos materiais não teve diferença muito elevada, no sistema convencional o custo resultou em R\$281.269,49, para a alvenaria estrutural ficou entorno de R\$273.466,97 e no concreto-PVC foi de R\$275.550,25.

Gráfico 17 – Comparativo do valor dos materiais e mão de obra de cada sistema



Fonte: Da autora (2019).

No entanto, o custo da mão de obra apresentou uma grande disparidade entre os sistemas. Podemos observar que o concreto-PVC teve uma redução de R\$46.279,27, sendo mais econômico que o concreto convencional e R\$29.893,62 em relação a alvenaria estrutural. A alvenaria estrutural reduziu R\$16.385,65 quando comparada com o concreto convencional.

Essa diferença entre os valores da mão de obra pode ser explicada pelo sistema de concreto-PVC ser formado por painéis de PVC, produzidos em empresa especializada, gerando fôrmas prontas, montadas diretamente na obra e por não necessitar de revestimento de parede e pintura, assim diminuindo o custo da mão de obra. Devido ao concreto convencional ser constituído por vigas e pilares que necessitam de montagem e desmontagem das fôrmas, revestimento de parede (chapisco, emboço, reboco), pintura e execução da alvenaria de vedação, precisa assim de mais mão obra. Já, na alvenaria estrutural o custo é mais elevado em relação ao concreto-PVC, pois é necessário o controle do assentamento dos blocos de concreto devido à importância estrutural e a técnica construtiva, mas comparado ao convencional torna-se mais econômico, pois não necessita de pilares, vigas e nem fôrma de madeira.

#### **4.1.14 Tempo de execução**

Após as realizações dos comparativos entre a mão de obra e os materiais, podemos também estimar a quantidade de dias necessários para a execução da obra. Como as composições da tabela SINAPI/RS consideram os coeficientes de produtividade, que representam a quantidade de tempo necessário de um pedreiro e de um servente para a realização de uma unidade de serviço, então temos a quantidade de mão de obra necessária para a sua execução. Para as paredes de PVC foram considerados os dados fornecidos pela empresa contatada.

No cálculo do tempo da realização das etapas de cada sistema foi considerada a mão de obra de dois pedreiros e dois serventes, trabalhando 8 horas por dia, produzindo todos os dias. Para a estimativa da quantidade de mão de obra foi usado o valor total da mão de obra e dividido pelo somatório do valor unitário da hora do pedreiro (R\$18,70) e do servente (R\$15,81) de acordo com a tabela SINAPI/RS (1), (2), (3).

a) Concreto convencional

$$\text{R}\$94.922,31 / (\text{R}\$18,70 + \text{R}\$15,81) \text{ (por hora)} = 2.750,57 \text{ horas trabalhadas} \quad (1)$$

b) Alvenaria estrutural

$$\text{R\$}78.536,66 / (\text{R\$}18,70 + \text{R\$}15,81) (\text{por hora}) = 2.275,77 \text{ horas trabalhadas} \quad (2)$$

c) Concreto-PVC

$$\text{R\$}48.643,04 / (\text{R\$}18,70 + \text{R\$}15,81) (\text{por hora}) = 1.409,53 \text{ horas trabalhadas} \quad (3)$$

Com os resultados obtidos, o total de horas utilizadas para a execução foi dividido pela quantidade de horas diárias trabalhadas (8 horas) e multiplicado pelo número de operários (4), (5), (6).

a) Concreto convencional

$$2.750,57 \text{ horas trabalhadas} / 8 \text{ horas} \times 2 (\text{pedreiros/servente}) = 172 \text{ dias} \quad (4)$$

b) Alvenaria estrutural

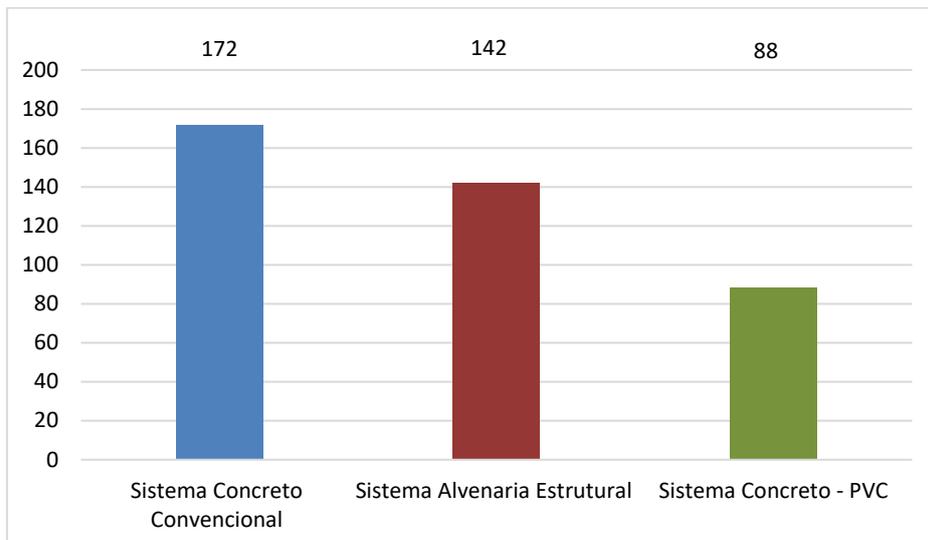
$$2.275,77 \text{ horas trabalhadas} / 8 \text{ horas} \times 2 (\text{pedreiros/servente}) = 142 \text{ dias} \quad (5)$$

c) Concreto-PVC

$$2.275,77 \text{ horas trabalhadas} / 8 \text{ horas} \times 2 (\text{pedreiros/servente}) = 88 \text{ dias} \quad (6)$$

Logo, para executar toda a construção da edificação de 343,50m<sup>2</sup> são necessários 172 dias para o concreto convencional, 142 dias para a alvenaria estrutural e 88 dias para o concreto-PVC, conforme mostra o Gráfico 18. Assim, podemos constatar que o concreto-PVC demonstrou ser 95,45% mais ágil na sua execução em relação ao concreto convencional e 61,36% quando comparado com a alvenaria estrutural. Entre o concreto convencional e a alvenaria estrutural, a disparidade de dias para a execução ficou em 21,12% mais rápida para a alvenaria.

Gráfico 18 - Comparativo de dias para execução da obra



Fonte: Da autora (2019).

Concluimos assim que o concreto-PVC é mais rápido em sua execução quando comparado com o concreto convencional, apresentando maior produtividade em relação as alvenarias, pois é um método pré-fabricado e pronto para ser montado em obra e por não ter necessidade de revestimento de parede e pintura, devido as características do PVC. No entanto, a rapidez da alvenaria estrutural em relação ao concreto convencional, deve-se a não utilização da camada de chapisco no revestimento de parede, e por não precisar de escoramento e fôrmas para pilares e vigas. Contudo, por necessitar de emboço, reboco e pintura nas paredes, se torna mais lenta que o concreto-PVC.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos construtivos estudados evidenciam características distintas em algumas etapas, principalmente na supraestrutura, alvenaria, revestimento de parede, piso, forro e pintura. Logo, as diferenças mais relevantes e os benefícios da utilização de cada sistema foram apresentados na revisão bibliográfica, ao mesmo tempo que a análise de custo entre os sistemas foi investigada na pesquisa metodológica.

Analisando os orçamentos, constata-se que o método de concreto-PVC mostrou-se mais eficaz na relação custo x mão de obra para a edificação de 343,50m<sup>2</sup>, gerando uma redução do custo total de R\$51.998,51 em relação ao concreto convencional e R\$27.810,34 comparando-o com a alvenaria estrutural, tendo em vista os custos diretos envolvidos na obra. Entre o concreto convencional e a alvenaria estrutural, a diferença do custo ficou em R\$24.188,17 indicando a alvenaria como sendo a mais econômica.

No entanto, o concreto-PVC se sobressai em relação ao concreto convencional e a alvenaria estrutural por ser um método industrializado com alta produtividade, rápida execução, fácil controle de material e mão de obra, além de possuir paredes com excelente nível de conforto térmico e acústico, apresentando também alta resistência mecânica e durabilidade. Outro fator vantajoso do sistema é que resulta em uma construção limpa e organizada, devido ao uso dos painéis de PVC que reduz a produção de resíduos e o desperdício de materiais por não precisar de fôrmas e escoras de madeira, nem de revestimento nas paredes, reduzindo o consumo de energia e água durante a obra, minimizando o impacto no meio ambiente.

Além do concreto-PVC apresentar uma alta produtividade e rápida execução comparado com os outros sistemas, foi possível realizar a estimativa do tempo necessário para a realização da obra. Conforme a pesquisa elaborada através dos coeficientes de produtividade da tabela

SINAPI/RS e da empresa contatada dos painéis de PVC, observou-se que para executar a edificação são necessários 172 dias para o concreto convencional, 142 dias para a alvenaria estrutural e 88 dias para o concreto-PVC, considerando a mesma quantidade de operários.

Desta forma, podemos dizer que o concreto-PVC é 95,45% mais rápido na sua execução em relação ao concreto convencional e 61,36% quando comparado com a alvenaria estrutural. Esse ganho final é obtido pelo aperfeiçoamento de suas etapas, principalmente a de alvenaria que é composta por painéis de PVC industrializados e prontos para a montagem e também a de revestimento e pintura, que devido as propriedades e qualidade do PVC podem ser ignoradas.

Tendo em vistas as particularidades construtivas do sistema de concreto-PVC, podemos classifica-lo como inovador, gerando perspectivas promissoras. O presente trabalho espera contribuir para a expansão do concreto-PVC no mercado da construção civil mediante os dados relativos à técnica e do custo desse sistema, promovendo o interesse do público e dos empreendedores de utilizarem a nova tecnologia para ter uma maior lucratividade.

## REFERÊNCIAS

- ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland. **Alvenaria Estrutural- Passo a passo**. Programa de Desenvolvimento de Construtoras. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/356820549/ABCP-Alvenaria-Estrutural-passo-a-passo-pdf>>. Acesso em: 23 set. 2018.
- ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland. **Brasil é referência mundial em alvenaria estrutural**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/banco-de-pautas/brasil-e-referencia-mundial-em-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 23 set. 2018.
- ACKER, Arnold Van. **Manual de sistemas de pré-fabricados de concreto**. FIP, 2002. Disponível em: [http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual\\_prefabricados.pdf](http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf). Acesso em: 20 mar. 2019.
- ARCARI, Andrey. **Alvenaria estrutural e estruturas aperticadas de concreto armado: estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social**. 2010. 75 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28550/000769494.pdf>>. Acesso em 04 abril. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122** – Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15812-1** – Alvenaria Estrutural – blocos de cerâmicos. Parte 1: projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15873** – Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15961-1** – Alvenaria Estrutural – blocos de concreto. Parte 1: projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575** - Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118** - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2** - Componentes cerâmicos - Parte 2: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AVILA, Antônio Victorino. LIBRELOTTO, Liziane Ilha. LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de Obras- Construção Civil**. Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307-%20Or%C3%A7amento.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2. Ed. Edgard Blücher. São Paulo, 1997. Disponível em: < [https://duqueuai.files.wordpress.com/2010/09/o\\_edifici\\_o\\_ate\\_sua\\_cobertura\\_-\\_helio\\_alves\\_de\\_azeredo.pdf](https://duqueuai.files.wordpress.com/2010/09/o_edifici_o_ate_sua_cobertura_-_helio_alves_de_azeredo.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até seu acabamento**. Edgard Blücher. São Paulo, 2006. Disponível em: < <file:///E:/Downloads/O%20edifício%20e%20seu%20acabamento-Helio%20Alves%20de%20Azevedo.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

BALDUINO, Gabriel Mônico. **Comparativo econômico entre os sistemas construtivos: estrutura apertada de concreto armado com fechamento em blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto – estudo de caso**. 2016. 43 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016. Disponível em: <[http://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/121/1/MONOGRRAFIA\\_ComparativoEconomicoSistema.pdf](http://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/121/1/MONOGRRAFIA_ComparativoEconomicoSistema.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BARROS, Carolina. **Apostila de fundações: técnicas construtivas edificações**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia., Sul- Rio-Grandense, Pelotas, 2011. Disponível em: < [http://www.academia.edu/8750838/APOSTILA\\_DE\\_fundacoes\\_T%C3%89CNICAS\\_CONSTRUTIVAS\\_EDIFICA%C3%87%C3%95ES](http://www.academia.edu/8750838/APOSTILA_DE_fundacoes_T%C3%89CNICAS_CONSTRUTIVAS_EDIFICA%C3%87%C3%95ES)>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BARROS, Mercia Maria S. Bottura de. MELHADO, Silvio Burrattino. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Projeto EPUSP/SENAI, São Paulo, 1998. Disponível em: < [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT\\_00004.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00004.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BASTOS, Cristiane; SILVESTRE, Michelli Garrido. **Reconstrução de moradias com concreto PVC**. ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Concreto PVC na habitação social. São Luis Paraitinga, 2014. Disponível em: <[http://www.solucoesparacidades.com.br/wpcontent/uploads/2014/08/AF\\_Habitacao%20Social\\_Sao%20Luis%20Paraitinga\\_print.pdf](http://www.solucoesparacidades.com.br/wpcontent/uploads/2014/08/AF_Habitacao%20Social_Sao%20Luis%20Paraitinga_print.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2018.

BASTOS, Paulo Sérgio do Santos. **Alvenaria Estrutural**. Universidade Estadual Paulista. Bauru- São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Alv.%20Estrutural%20-%20Modulacao.ppt>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

BASTOS, Paulo Sérgio do Santos. **Fundamentos de Concreto Armado**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista. Bauru- São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BASTOS, Paulo Sérgio do Santos. **Pilares de concreto armado**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista. Bauru- São Paulo. 2017. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRANDÃO, Laís; MELO, Karoline. Análise de diferentes tipologias de construção em concreto e PVC. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2014. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper\\_631.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_631.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2018.

BRASKEM. Tecnologia do PVC. **ProEditores/ Braskem**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://jovensbraskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Tecnologia%20do%20PVC%20a%20edi%C3%A7%C3%A3o\\_22.pdf](http://jovensbraskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Tecnologia%20do%20PVC%20a%20edi%C3%A7%C3%A3o_22.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI. **Manual de metodologias e conceitos**. v 002, vigência jun. 2006. Disponível em: [https://seinfra.ufg.br/up/124/o/SINAPI\\_Manual\\_de\\_Metodologias\\_e\\_Conceitos\\_v002.pdf](https://seinfra.ufg.br/up/124/o/SINAPI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v002.pdf). Acesso em: 01 abr. 2019.

CARVALHO, Roberto Chust.; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118: 2003**. 3. ed. São Carlos: Edufscar, 2007. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAhUEcAB/calculo-detalhamento-estruturas-usuais-concreto-armado-4ed-carvalho-nbr-6118-2014>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CICHINELLI, Gisele. Sistemas construtivos para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto. **Revista Técnica**, v. 199, out. 2013. Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/199/artigo299968-1.aspx>. Acesso em: 04 set. 2018.

CONDEIXA, Karina De Macedo Soares Pires. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema drywall e alvenaria de vedação.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: < [http://www.poscivil.uff.br/sites/default/files/dissertacao\\_tese/dissertacao\\_karinaformatada.pdf](http://www.poscivil.uff.br/sites/default/files/dissertacao_tese/dissertacao_karinaformatada.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CORSINI, Rodnei. Concreto e PVC para habitação popular: Perfis plásticos usados como fôrma para o concreto no preenchimento de paredes são alternativas para construção industrializada de moradias. **Revista Infraestrutura Urbana**. n. 4. jun. 2011. Disponível em: < <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/4/artigo220437-2.aspx>>. Acesso em: 14 set. 2018.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light Steel Framing.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. Disponível em: < [file:///E:/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_ArquiteturaTecnologiaSistemas.pdf](file:///E:/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O_ArquiteturaTecnologiaSistemas.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2019.

DELLATORRE, Lázaro Augusto. **Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional.** 2014. 79 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: < [http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_LAZARO%20AUGUSTO%20DELLATORRE.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_LAZARO%20AUGUSTO%20DELLATORRE.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2018.

DESCHAMPS, Marcelo. BEUREN, Ilse Maria. **Desperdícios de materiais diretos na construção civil.** Rev. Ciênc. Admin, v. 15, n. 1, p. 156-179, Fortaleza, 2009. Disponível em: < [file:///E:/Downloads/510-19912-1-PB%20\(1\).pdf](file:///E:/Downloads/510-19912-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

DIAS, Bernardo Zandomenico et al. Concreto-PVC, madeira serrada e madeira plástica: estudo comparativo de adequabilidade para construções em ilhas oceânicas. In: Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 1º, 2014, Guimarães, Portugal. **Anais...** Espírito Santos: Laboratório de Planejamento e Projetos - Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. Disponível em: < <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/artigo23987.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2018.

FARIAS, César Augusto de; CARVALHO, Guilherme Inácio de; REGUEIRA, Lucas Andrade. Viabilidade técnica do sistema construtivo de concreto PVC em construções de habitações de interesse social. In: 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC-SEMES, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Universidade Santa Cecília, 2016. Disponível em: < <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2016/trabalho-1000021619.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2018.

FARIA, Renato. Industrialização econômica: Sistemas construtivos industrializados ganham força com expansão do segmento residencial econômico. **Revista Techne**, Brasil, n.136, jul. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-2.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2018.

FERRARI, Tiago S. Concreto PVC: a utilização do sistema Royal para casas populares. In: Seminário da Associação Brasileira do Cimento Portland, 1, 2011, São Paulo. **Anais... Concrete Show 2011**. São Paulo: ABCP, 2011. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/63/anexo/royaldobra.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

FRANARIN SOFTWARE & ORÇAMENTOS. PLEO - Planilha Eletrônica de Orçamentos. Disponível em: <<http://www.franarin.com.br/PLEO.aspx>>. Acesso em: 11 abril. 2019.

GH23 PARTICIPAÇÕES E CONSULTORIA LTDA. Sistema Construtivo Inovador em CONCRETO/PVC – Global Housing System. [2013]. Disponível em: <<http://gh23group.com/o-produto-2/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

GIONGO, José Samuel. **Concreto armado: projeto estrutural de edifícios**. Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <<file:///E:/Downloads/Concreto%20Armado%20-%20Projeto%20Estrutural%20De%20Edif%20C3%ADcios%20-%20Jos%20C3%A9%20Samuel%20Giongo.PDF>>. Acesso em 12 mar. 2019.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2008. Disponível em: <<http://engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoesdeorcamentoeplanejamentodeobras.pdf>>. Acesso: 25 set. 2018.

GROHMANN, Márcia Zampieri. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998\\_art302.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art302.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

GUIMARÃES, Andrei Hammes. Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de Florianópolis. 2014. 286 f. Monografia (Graduação)- Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127116/TCC%20Andrei%20Guimar%20C3%A3es.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 set. 2018.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Fórum da construção.

**Concreto e PVC, um casamento promissor.** 2010. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=1274>>. Acesso em: 09 set. 2018.

ITALIANO, Rennan Silva. Alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmicos estruturais e comparação com obras em alvenaria convencional. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 7., 2017. Ponta Grossa. **Anais...** Paraná. Disponível em:

<<http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2017>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

KLEIN, Tiago A. **Estudo comparativo entre edificações com estrutura em concreto armado e alvenaria estrutural.** 2015. 94 f. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015. Disponível em:

<<https://www.univates.br/bdu/handle/10737/989>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

LATOSINSKI, Karina Trevisan. **Avaliação de habitações construídas com painéis de PVC preenchidos com concreto.** 2015. 125 f. Dissertação (Mestrado)- Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7879/LOTOSINSKI%2C%20KARINA%20TRIVISAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 set. 2018.

KALIL, Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria Estrutural.** Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2006. Disponível em:

<[http://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos\\_Especiais\\_-\\_Estruturas\\_de\\_Madeira/Alvenaria.pdf](http://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2018.

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

MENDEL, Giovani Luiz; BAHIENSE, Miguel; BERTOLDO, Vilmar Doredson. Sistema construtivo Concreto PVC: vantagens e desvantagens. O portal da Arquitetura, Engenharia e Construção. **Revista Digital AECweb**, 2016. Disponível em:

<[http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/sistema-construtivo-concreto-pvc-vantagens-edesvantagens\\_11162\\_10\\_0](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/sistema-construtivo-concreto-pvc-vantagens-edesvantagens_11162_10_0)>. Acesso em: 04 set. 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras.** 1.ed. Editora Pini, São Paulo, 2006. Disponível em: < [https://ebah-](https://ebah-files.s3.amazonaws.com/ABAAAguw8AH?Signature=X98QzDYawWLnC7UKe/6AhLxj5HI%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1537894927)

[files.s3.amazonaws.com/ABAAAguw8AH?Signature=X98QzDYawWLnC7UKe/6AhLxj5HI%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1537894927](https://ebah-files.s3.amazonaws.com/ABAAAguw8AH?Signature=X98QzDYawWLnC7UKe/6AhLxj5HI%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1537894927)>. Acesso em: 25 set.2008.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, projeto e desempenho.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

MONTEIRO, Roberto dos Santos. **Estruturas de concreto**. Tecnologia da Construção Civil – I, Monteiro Engenharia, Alagoas, 2016. Disponível em: <[http://www.monteiroengenharia.com/disciplinas/construcoes/conteudo\\_construcoes/aula5\\_estrururas.pdf](http://www.monteiroengenharia.com/disciplinas/construcoes/conteudo_construcoes/aula5_estrururas.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

NUNES, Claudio Cruz; JUNGES, Elisabeth. Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT. ENTAC 2008- XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008. p.10. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos>. Acesso em: 05 jun. 2018.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/31857370/livro-alvenaria-estrutural-em-blocos-ceramicoscompressed>>. Acesso em: 14 maio. 2018.

PIGOZZO, Bruno Nogueira.; SERRA, Sheyla Mara Baptista.; FERREIRA, Marcelo de Araujo. **A industrialização na construção e o estudo de uma rede de empresas em obra de pré-fabricados em concreto armado**. XII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, São Paulo, 2005. Disponível em: <[file:///E:/Downloads/Pigozzo\\_BN\\_A%20Industrializacao.pdf](file:///E:/Downloads/Pigozzo_BN_A%20Industrializacao.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

PINTO, Jefferson dos Santos; OLIVEIRA, Arlisson da Costa; COSTA, Herivan Sanches; VILHENA, Joecy Pereira. **Análise de viabilidade econômica de um imóvel na cidade de Macapá (AP) através do programa habitacional minha casa minha vida**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2015. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_208\\_233\\_28298.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_208_233_28298.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de Oliveira; BEDIM, Carlos Augusto. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis, Gráfica Pallotti, 2002.

RAMALHO, Marcio Antônio; CORRÊA, Márcio Roberto Silva. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

RAUBER, Felipe Claus. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. 2005. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7931/Felipe%20Claus%20Rauber.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2008.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. Atlas, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://acervodigital.ssp.gov.br/pmgo/bitstream/123456789/355/8/Livro%20->

%20Pesquisa%20Social%20%20M%C3%A9todos%20Quantitativos%20e%20Qualitativos%20-%20Cap%C3%ADtulo%205.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

ROCHA, Hugo de Britto. **Bloco cerâmico estrutural: uma análise conceitual do elemento-base**. 2010. 252f. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010. Disponível em: < <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp151885.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

ROCHA, Luiz Fernando de Faria. **A importância do orçamento na construção civil**. (Monografia)- Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9A5JJN/monografia\\_luiz\\_fernando\\_de\\_faria\\_rocha.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9A5JJN/monografia_luiz_fernando_de_faria_rocha.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 26 set. 2018.

ROYAL DO BRASIL TECNOLOGIES S.A. **Manual de montagem – Sistema RBS – 64**. 2014. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/139/imagens/construcaoplastica.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

ROYAL MARKET LTDA- Tecnologia Construtiva Concreto-PVC. **Manual do construtor**. Versão 1.1. Espírito Santos, 2018. Disponível em: <[https://docs.wixstatic.com/ugd/c1043e\\_221e5af9c9d94f9f85e9b23e1950509d.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/c1043e_221e5af9c9d94f9f85e9b23e1950509d.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2018.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 321.p. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paul, São Paulo, 1989. Disponível em: < [file:///E:/Downloads/FernandoHenriqueSabbatini\\_T.pdf](file:///E:/Downloads/FernandoHenriqueSabbatini_T.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento**. 1. ed. Érica. São Paulo, 2014. Disponível em: < [file:///E:/Downloads/kupdf.net\\_teacutecnicas-e-praacuteticas-construtivas-da-implantaccedilatildeo-ao-acabamento.pdf](file:///E:/Downloads/kupdf.net_teacutecnicas-e-praacuteticas-construtivas-da-implantaccedilatildeo-ao-acabamento.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SANTIAGO, Alexandre Kokke.; ARAÚJO, Ernani Carlos de. **Sistema Light Steel Framing Como Fechamento Externo Vertical Industrializado**. Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica, São Paulo, 2008. Disponível em: < [https://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/2\\_Alexandre\\_Santiago\\_Construmetal-STEEL\\_FRAMING\\_COMO\\_FECHAMENTO\\_EXTERNO.pdf](https://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/2_Alexandre_Santiago_Construmetal-STEEL_FRAMING_COMO_FECHAMENTO_EXTERNO.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SCHMIDT, Vinícius Leonardo. **Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto: análise das potencialidades do sistema**. 2013. 90 f. Monografia (Graduação) – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, jan. 2013. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79788/0008536.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 09 set. 2018.

SILVA, Dhanilo Bacellar Mascarenhas; SALES, Fernando Marques; SILVA, Lucas Antônio; SILVA, Matheus de Sousa e. Análise comparativa entre alvenaria estrutural e concreto armado. **Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde**. Manhuaçu, v.7, n. 4. out /dez. 2017. Disponível em: <<http://www.faculadadedofuturo.edu.br/revista1/index.php/remas/article/download/162/263>>. Acesso em: 26 maio. 2018

SILVA, Fernando Benigno da; KAWANO, Fábio Aparecido. Paredes estruturais de painéis de PVC preenchidos com concreto armado. **Téchne**, ed. 152, nov. 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/152/paredes-estruturais-de-paineis-de-pvc-preenchidos-com-concreto-armado-286652-1.aspx>> Acesso em: 09 set. 2018.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Diretrizes para o projeto de alvenaria de vedação**. 2003. 274f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SILVA, Reginaldo Carneiro da. **Vigas de concreto armado com telas soldadas: análise teórica e experimental da resistência à força cortante e do controle da fissuração**. 2003. 322f. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <[http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2003DO\\_ReginaldoCarneirodaSilva.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2003DO_ReginaldoCarneirodaSilva.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SIMÃO, Paulo Safady. et. al. **Caderno de casos de inovação na construção civil**. 2º ed. Programa de Inovação Tecnológica, Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, Salvador, 2014. Disponível em: <[https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/2\\_Caderno\\_de\\_Casos\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2014.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/2_Caderno_de_Casos_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2014.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2018.

SINAT- Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores. **Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto**. Diretriz nº 004, Revisão 01, Brasília, abr. 2017. Disponível em: <[file:///E:/Downloads/pbqph\\_d1572.pdf](file:///E:/Downloads/pbqph_d1572.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SIRTOLI, Alex Sandro Couto. **Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. Centro de Tecnologia de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <[file:///E:/Desktop/UNIVATES%20-%20Engenharia%20Civil/TCC%20II/desperdicio%20de%20materiais/TCC\\_ALEX%20SANDRO%20COUTO%20SIRTOLI.pdf](file:///E:/Desktop/UNIVATES%20-%20Engenharia%20Civil/TCC%20II/desperdicio%20de%20materiais/TCC_ALEX%20SANDRO%20COUTO%20SIRTOLI.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

SOARES, Márcia Melo. **Manual Técnico: Execução de Alvenaria Estrutural Racionalizada em Blocos Cerâmicos**. Melo Soluções em Alvenaria, 2014. Disponível em: <http://www.sindicermg.com.br/estudante/ManualTecnicoAlvenaria.pdf>. Acesso em: 20 set.2018.

SOUZA JÚNIOR, Tarley Ferreira de. **Estruturas de Concreto Armado: Notas de Aula**. 2016. 23 f. Curso de Engenharia Civil, Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <[http://www.tooluizregio.seed.pr.gov.br/rdeescola/escolas/27/2790/30/arquivos/File/Disciplinas%20Conteudos/Quimica%20Subsequente/Quimica%20Inorganica/Carlos\\_3Sem\\_Concreto.pdf](http://www.tooluizregio.seed.pr.gov.br/rdeescola/escolas/27/2790/30/arquivos/File/Disciplinas%20Conteudos/Quimica%20Subsequente/Quimica%20Inorganica/Carlos_3Sem_Concreto.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2019.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como conduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção**. 1. ed. Pini, São Paulo, 2015. Disponível em: [file:///E:/Downloads/COMO\\_REDUZIR\\_PERDAS\\_NO\\_CANTEIRO\\_pdf.pdf](file:///E:/Downloads/COMO_REDUZIR_PERDAS_NO_CANTEIRO_pdf.pdf). Acesso em: 19 mar. 2019.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010. Disponível em: <<https://ebah-files.s3.amazonaws.com/ABAAAgL84AH?Signature=6jEyLFE5CgW0dhKqq2M0/83X110%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1524595796>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. 1 ed. Editora Pini, São Paulo, 2006. Disponível em:< <https://ebah-files.s3.amazonaws.com/ABAAAg2FEAI?Signature=UheKT3KFktiufXd3spuhLt5sARY%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1537906538>>. Acesso em: 25 set. 2018.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas**. Oficina de Textos, São Paulo, 2010. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/262586701/LIVRO-Fundacoes-Veloso-Lopes-Vol-Unico-2012-pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

VILLAR, Francelene Herminda Rezende. **Alternativas de sistemas construtivos para condomínios residências horizontais- estudo de caso**. 150 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Paulo, 2013. Disponível em: < <file:///E:/Downloads/DissFHRV.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU – USP. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: < <https://ebah-files.s3.amazonaws.com/ABAAAhLLUAC?Signature=Nt/D5czlDY3fk9JK7P/WW/wE1a8%3D&AWSAccessKeyId=AKIAIII5BVM6PM2O7MPA&Expires=1537914493>>. Acesso em: 26 set 2018.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Planilha orçamentária do sistema de concreto convencional

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
<b>1. SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
.1 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	2,50 M2	197,48	34,33	
		493,70	85,83	579,53
.2 LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTAL ETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	55,10 M	20,06	15,74	
		1.105,31	867,27	1.972,58
.3 LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO MOTONIVELADORA	462,00 M2	0,39	0,10	
		180,18	46,20	226,38
.4 TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	190,90 M2	24,16	24,45	
		4.612,14	4.667,51	9.279,65
.5 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO P/CANT OBRA OBRA, M3-CHAVE 100A CARGA 3KWH,20CV EXCL FORN MEDIDOR	1,00 UN	964,58	621,54	
		964,58	621,54	1.586,12
.6 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	1,00 UN	391,92	176,85	
		391,92	176,85	568,77
.7 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA UNIDADE SANITÁRIA - 5,0M2	1,00 PT	492,06	137,87	
		492,06	137,87	629,93
<b>Total de SERVIÇOS PRELIMINARES</b>		<b>8.239,89</b>	<b>6.603,07</b>	<b>14.842,96</b>
<b>2. INFRAESTRUTURA</b>				
<b>2.1. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS/RASAS</b>				
<b>2.1.1. SAPATA ISOLADA</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JU SANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	21,00 M3	6,11	2,19	
		128,31	45,99	174,30
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	13,44 M2	1,47	3,12	
		19,76	41,93	61,69
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	40,32 M2	29,72	25,33	
		1.198,31	1.021,31	2.219,62
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USOD E BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	8,06 M3	392,16	10,51	
		3.160,81	84,71	3.245,52
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	26,78 KG	6,27	1,62	
		167,91	43,38	211,29
.6 REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	12,94 M3	7,65	3,96	
		98,99	51,24	150,23
		<b>4.774,09</b>	<b>1.288,56</b>	<b>6.062,65</b>
<b>2.1.2. VIGA DE BALDRAME</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JU SANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	10,09 M3	6,11	2,19	
		61,65	22,10	83,75
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	25,81 M2	1,47	3,12	
		37,94	80,53	118,47
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRAS SERRADAS, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	122,36 M2	26,44	20,55	
		3.235,20	2.514,50	5.749,70
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USOD E BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	61,18 M3	392,16	10,51	
		23.992,35	643,00	24.635,35
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	917,70 KG	5,83	1,20	
		5.350,19	1.101,24	6.451,43
.6 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	2,63 KG	7,37	4,27	
		19,38	11,23	30,61
.7 IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM GEOMEMBRANA (MANTA TERMOPLÁSTICA LISA) TIPO PEAD, E=2MM.	148,17 M2	40,51	4,75	
		6.002,37	703,81	6.706,18
		<b>38.699,08</b>	<b>5.076,41</b>	<b>43.775,49</b>
<b>Total de INFRAESTRUTURA</b>		<b>43.473,17</b>	<b>6.364,97</b>	<b>49.838,14</b>
<b>3. SUPRAESTRUTURA</b>				
<b>3.1. PILAR</b>				
.1 MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	90,72 M2	56,96	52,34	
		5.167,41	4.748,28	9.915,69
.2 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS	5,17 KG	6,70	2,95	
		34,64	15,25	49,89

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015				
.3 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E M UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	453,60 KG	5,59 2.535,62	0,67 303,91	2.839,53
.4 CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO COMS EÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	3,25 M3	358,97 1.166,65	106,74 346,91	1.513,56
		<b>8.904,32</b>	<b>5.414,35</b>	<b>14.318,67</b>
<b>3. 2. VIGA DE AMARRAÇÃO</b>				
.1 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E M UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	1.175,60 KG	5,59 6.571,60	0,67 787,65	7.359,25
.2 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E M UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	4,24 KG	6,70 28,41	2,95 12,51	40,92
.3 MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SER RADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	111,51 M2	34,60 3.858,25	38,61 4.305,40	8.163,65
.4 CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM JERICA S EM ELEVADOR DE CABO EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	14,02 M3	332,71 4.664,59	75,19 1.054,16	5.718,75
		<b>15.122,85</b>	<b>6.159,72</b>	<b>21.282,57</b>
<b>3. 3. VIGA ENTRE PISO</b>				
.1 MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SER RADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	25,81 M2	34,60 893,03	38,61 996,52	1.889,55
.2 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E M UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	2,63 KG	6,70 17,62	2,95 7,76	25,38
.3 ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO E M UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	611,80 KG	5,59 3.419,96	0,67 409,91	3.829,87
.4 CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM JERICA S EM ELEVADOR DE CABO EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 16 ANDARES, COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	61,18 M3	332,71 20.355,20	75,19 4.600,12	24.955,32
		<b>24.685,81</b>	<b>6.014,31</b>	<b>30.700,12</b>
<b>3. 4. LAJE</b>				
.1 LAJE PRE-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VAOS ATÉ 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	168,51 M2	55,46 9.345,56	15,37 2.590,00	11.935,56
.2 ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X1 5CM	168,51 M2	11,08 1.867,09	1,03 173,57	2.040,66
.3 CONTRAPISO EM ARGAMASSA PRONTA, PREPARO MECÂNICO COM MISTURADOR 300 KG, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 4CM. AF_06/2014	146,97 M2	69,94 10.279,08	6,68 981,76	11.260,84
		<b>21.491,73</b>	<b>3.745,33</b>	<b>25.237,06</b>
<b>Total de SUPRAESTRUTURA</b>		<b>70.204,71</b>	<b>21.333,71</b>	<b>91.538,42</b>
<b>4. ALVENARIA</b>				
.1 ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOSE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	239,47 M2	49,93 11.956,74	50,48 12.088,45	24.045,19
.2 ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 19X19X39CM (ESPESSURA 19CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	254,12 M2	41,09 10.441,79	16,32 4.147,24	14.589,03
.3 VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	14,40 M	20,67 297,65	4,27 61,49	359,14
.4 VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	22,80 M	15,01 342,23	3,97 90,52	432,75
.5 CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	14,40 M	20,30 292,32	4,21 60,62	352,94
.6 CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE MAIS DE 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	43,20 M	24,91 1.076,11	4,45 192,24	1.268,35
.7 VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	43,20 M	27,41 1.184,11	4,44 191,81	1.375,92
.8 FIXAÇÃO (ENCUNHAMENTO) DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ARGAMASSA APLICADA COM B ISNAGA. AF_03/2016	280,50 M	1,55 434,78	0,70 196,35	631,13
<b>Total de ALVENARIA</b>		<b>26.025,73</b>	<b>17.028,72</b>	<b>43.054,45</b>

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
<b>5. COBERTURA</b>				
.1 FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO D E 8 M, PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO I ÇAMENTO. AF_12/2015	5,00 UN	1.000,11 5.000,55	419,43 2.097,15	7.097,70
.2 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LA TERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO I ÇAMENTO. AF_06/2016	159,58 M2	27,95 4.460,26	3,29 525,02	4.985,28
.3 CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INCL USO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	20,15 M	34,74 700,01	5,94 119,69	819,70
<b>Total de COBERTURA</b>		<b>10.160,82</b>	<b>2.741,86</b>	<b>12.902,68</b>
<b>6. REVESTIMENTO</b>				
<b>6.1. PAREDE</b>				
.1 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCR ETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO, ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L . AF_06/2014	311,76 M2	3,03 944,63	3,39 1.056,87	2.001,50
.2 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	776,86 M2	1,93 1.499,34	1,00 776,86	2.276,20
.3 EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MAIOR QUE 1 0M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	1.088,62 M2	9,15 9.960,87	5,96 6.488,18	16.449,05
.4 MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA OU CERÂMICA, ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREPARO MECÂNICO, APLICADO COM EQUIPAMENTO DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 5MM, SEM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	1.088,62 M2	10,78 11.735,32	2,92 3.178,77	14.914,09
.5 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	109,08 M2	20,02 2.183,78	4,74 517,04	2.700,82
.6 IMPERMEABILIZACAO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO.	109,08 M2	16,38 1.786,73	11,26 1.228,24	3.014,97
		<b>28.110,67</b>	<b>13.245,96</b>	<b>41.356,63</b>
<b>6.2. PISO</b>				
.1 PREPARO MANUAL DE TERRENO S/ RASPAGEM SUPERFICIAL	149,13 M2	2,16 322,12	4,17 621,87	943,99
.2 LASTRO COM MATERIAL GRANULAR, APLICAÇÃO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE * 5 CM*. AF_08/2017	7,46 M3	63,36 472,67	20,33 151,66	624,33
.3 LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5 CM.A F_07/2016	149,13 M2	15,49 2.310,02	5,64 841,09	3.151,11
.4 CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM B ETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 2CM. AF_06/2014	149,13 M2	20,39 3.040,76	5,37 800,83	3.841,59
.5 IMPERMEABILIZACAO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO.	298,26 M2	16,38 4.885,50	11,26 3.358,41	8.243,91
.6 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	298,26 M2	20,02 5.971,17	4,74 1.413,75	7.384,92
.7 RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENS OES 35X35CM. AF_06/2014	219,42 M	3,13 686,78	1,25 274,28	961,06
		<b>17.689,02</b>	<b>7.461,89</b>	<b>25.150,91</b>
<b>6.3. FORRO</b>				
.1 FORRO EM RÉGUAS DE PVC, LIÇO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUT URA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	149,13 M2	37,99 5.665,45	7,64 1.139,35	6.804,80
		<b>5.665,45</b>	<b>1.139,35</b>	<b>6.804,80</b>
<b>Total de REVESTIMENTO</b>		<b>51.465,14</b>	<b>21.847,20</b>	<b>73.312,34</b>
<b>7. PINTURA</b>				
.1 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 PAREDES INTERNAS	675,27 M2	7,21 4.868,70	2,22 1.499,10	6.367,80
.2 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 PAREDES EXTERNAS	336,42 M2	8,59 2.889,85	3,20 1.076,54	3.966,39
<b>Total de PINTURA</b>		<b>7.758,55</b>	<b>2.575,64</b>	<b>10.334,19</b>
<b>8. INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>				
<b>8.1. INSTALAÇÕES HIDRÁULICA</b>				
.1 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	2,00 UN	526,99	176,85	

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd.	Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
			Material	Mão-de-Obra	
.2 SUMIDOURO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,0 X 3,0 X 3,0 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 25 M² (PARA 10 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00	UN	1.053,98 3.405,31 3.405,31	353,70 1.885,59 1.885,59	1.407,68 5.290,90
.3 TANQUE SÉPTICO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,2 X 2,4 X 1,6 M, VOLUME ÚTIL: 3456 L (PARA 13 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00	UN	3.220,82 3.220,82	1.618,56 1.618,56	4.839,38
.4 KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 2,0 (½") FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO). AF_11/2016	1,00	UN	74,92 74,92	33,81 33,81	108,73
.5 PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL) COM TUBULAÇÃO DE PVC, DN 25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA, INCLUSOS RASGO E CHUMBAMENTO EM ALVENARIA. AF_12/2014	24,00	UN	42,41 1.017,84	57,04 1.368,96	2.386,80
.6 SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL, RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO OU PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	60,00	M	14,44 866,40	15,99 959,40	1.825,80
.7 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	30,00	M	22,23 666,90	16,99 509,70	1.176,60
.8 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	48,01	M	12,78 613,57	3,67 176,20	789,77
.9 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	37,80	M	6,83 258,17	6,89 260,44	518,61
.10 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	10,56	M	11,41 120,49	8,73 92,19	212,68
.11 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	16,20	M	17,66 286,09	12,86 208,33	494,42
.12 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	18,00	M	6,79 122,22	1,15 20,70	142,92
.13 CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	4,00	UN	128,85 515,40	58,60 234,40	749,80
.14 CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	12,00	UN	17,56 210,72	5,74 68,88	279,60
.15 CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INT ERNO= 0,3 M. AF_05/2018	12,00	UN	383,97 4.607,64	9,13 109,56	4.717,20
			<b>17.040,47</b>	<b>7.900,42</b>	<b>24.940,89</b>
<b>8. 2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>					
.1 PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR PARALELO E TOMADA 10A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCLUINDO LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_01/2016	24,00	UN	90,93 2.182,32	77,38 1.857,12	4.039,44
.2 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 3 DIS JUNTOS TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO FORNECIMENTO E INSTALACAO	12,00	UN	37,00 444,00	26,35 316,20	760,20
.3 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	1,00	UN	822,15 822,15	155,38 155,38	977,53
			<b>3.448,47</b>	<b>2.328,70</b>	<b>5.777,17</b>
<b>8. 3. LOUÇAS E METAIS</b>					
.1 TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2013	12,00	UN	364,33 4.371,96	14,57 174,84	4.546,80
.2 CHUVEIRO ELÉTRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	12,00	UN	48,85 586,20	10,09 121,08	707,28
.3 VASO SANITARIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA, INCLUSO CONJUNTO DE LIGACAO PARA BACIA SANITARIA AJUSTÁVEL - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_10/2016	12,00	UN	160,46 1.925,52	15,08 180,96	2.106,48
.4 LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2013	12,00	UN	181,57 2.178,84	16,43 197,16	2.376,00
			<b>9.062,52</b>	<b>674,04</b>	<b>9.736,56</b>
<b>Total de INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>					
			<b>29.551,46</b>	<b>10.903,16</b>	<b>40.454,62</b>
<b>9. ESQUADRIAS</b>					
.1 JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS PADRONIZADA. AF_07/2016 (JANELA 1,20x1,00m)	28,80	M2	446,46 12.858,05	9,62 277,06	13.135,11
.2 JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016 (JANELA (0,6X0,4m)	2,88	M2	673,00 1.938,24	31,63 91,09	2.029,33
.3 KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 70X210CM, ESPESURA DE 3CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	12,00	UN	507,19 6.086,28	115,97 1.391,64	7.477,92
.4 KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 80X210CM, ESPESURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS:	12,00	UN	526,61 6.319,32	126,86 1.522,32	7.841,64

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BA TENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015				
.5 PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM UMA FACE SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÁOS. AF_06/2017_P	19,80 M2	50,78 1.005,44	5,85 115,83	1.121,27
<b>Total de ESQUADRIAS</b>		<b>28.207,33</b>	<b>3.397,94</b>	<b>31.605,27</b>
<b>10. ESCADA</b>				
.1 (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) EXECUÇÃO DE ESCADA EM CONCRETO ARMADO, MOLDADA IN LOCO, FCK = 25 MPA. AF_02/2017	1,12 M3	1.380,54 1.546,20	542,31 607,39	2.153,59
.2 CORRIMÃO EM TUBO AÇO GALVANIZADO 1 1/4" COM BRACADEIRA	11,25 M	47,99 539,89	34,67 390,04	929,93
<b>Total de ESCADA</b>		<b>2.086,09</b>	<b>997,43</b>	<b>3.083,52</b>
<b>11. GUARDA CORPO</b>				
.1 GUARDA-CORPO COM CORRIMÃO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 1 1/2"	20,40 M	183,47 3.742,79	30,74 627,10	4.369,89
<b>Total de GUARDA CORPO</b>		<b>3.742,79</b>	<b>627,10</b>	<b>4.369,89</b>
<b>12. LIMPEZA FINAL DE OBRA</b>				
.1 LIMPEZA FINAL DA OBRA	343,50 M2	1,03 353,81	1,46 501,51	855,32
<b>Total de LIMPEZA FINAL DE OBRA</b>		<b>353,81</b>	<b>501,51</b>	<b>855,32</b>
<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>		<b>281.269,49</b>	<b>94.922,31</b>	<b>376.191,80</b>

Fonte: Da autora (2019).

## APÊNDICE B – Planilha orçamentária do sistema de alvenaria estrutural

Item/Descrição	Qty. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
<b>1. SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
.1 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	2,50 M2	197,48	34,33	
		493,70	85,83	579,53
.2 LOCALIZAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTAL ETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	55,10 M	20,06	15,74	
		1.105,31	867,27	1.972,58
.3 LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO MOTONIVELADORA	462,00 M2	0,39	0,10	
		180,18	46,20	226,38
.4 TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	190,90 M2	24,16	24,45	
		4.612,14	4.667,51	9.279,65
.5 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO P/CANTO OBRA OBRA, M3-CHAVE 100A CARGA 3KWH, 20CV EXCL. FORN. MEDIDOR	1,00 UN	964,58	621,54	
		964,58	621,54	1.586,12
.6 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	1,00 UN	391,92	176,85	
		391,92	176,85	568,77
.7 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA UNIDADE SANITÁRIA - 5,0M2	1,00 PT	492,06	137,87	
		492,06	137,87	629,93
<b>Total de SERVIÇOS PRELIMINARES</b>		<b>8.239,89</b>	<b>6.603,07</b>	<b>14.842,96</b>
<b>2. INFRAESTRUTURA</b>				
<b>2.1. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS/RASAS</b>				
<b>2.1.1. SAPATA ISOLADA</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	21,00 M3	6,11	2,19	
		128,31	45,99	174,30
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	13,44 M2	1,47	3,12	
		19,76	41,93	61,69
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	40,32 M2	29,72	25,33	
		1.198,31	1.021,31	2.219,62
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USOD E BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	8,06 M3	392,16	10,51	
		3.160,81	84,71	3.245,52
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	26,78 KG	6,27	1,62	
		167,91	43,38	211,29
.6 REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	12,94 M3	7,65	3,96	
		98,99	51,24	150,23
		<b>4.774,09</b>	<b>1.288,56</b>	<b>6.062,65</b>
<b>2.1.2. VIGA DE BALDRAME</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	10,09 M3	6,11	2,19	
		61,65	22,10	83,75
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	25,81 M2	1,47	3,12	
		37,94	80,53	118,47
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRAS ERRADAS, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	122,36 M2	26,44	20,55	
		3.235,20	2.514,50	5.749,70
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USOD E BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	61,18 M3	392,16	10,51	
		23.992,35	643,00	24.635,35
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	917,70 KG	5,83	1,20	
		5.350,19	1.101,24	6.451,43
.6 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	2,63 KG	7,37	4,27	
		19,38	11,23	30,61
.7 IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM GEOMEMBRANA (MANTA TERMOPLÁSTICA LISA) TIPO PEAD, E=2MM.	148,17 M2	40,51	4,75	
		6.002,37	703,81	6.706,18
		<b>38.699,08</b>	<b>5.076,41</b>	<b>43.775,49</b>
<b>Total de INFRAESTRUTURA</b>		<b>43.473,17</b>	<b>6.364,97</b>	<b>49.838,14</b>
<b>3. SUPRAESTRUTURA</b>				
<b>3.1. LAJE</b>				
.1 LAJE PRE-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VAOS ATÉ	168,51 M2	55,46	15,37	

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qty. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
3,50M/E=8CM, C/LAJOT AS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGAT IVA		9.345,56	2.590,00	11.935,56
2 ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X1 5CM	168,51 M2	11,08 1.867,09	1,03 173,57	2.040,66
3 CONTRAPISO EM ARGAMASSA PRONTA, PREPARO MECÂNICO COM MISTURADOR 300 KG, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 4CM. AF_06/2014	146,97 M2	69,94 10.279,08	6,68 981,76	11.260,84
<b>Total de SUPRAESTRUTURA</b>		<b>21.491,73</b>	<b>3.745,33</b>	<b>25.237,06</b>
<b>4. ALVENARIA</b>				
1 GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTRAVERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015	9,22 M3	441,84 4.073,76	97,93 902,91	4.976,67
2 GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2 015	50,86 M3	464,89 23.644,31	149,81 7.619,34	31.263,65
3 GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015	35,67 M3	472,80 16.864,78	167,65 5.980,08	22.844,86
4 ARMAÇÃO VERTICAL ANCORAGEM; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_01/2015	425,57 KG	5,31 2.259,78	1,30 553,24	2.813,02
5 ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM . AF_01/2015	465,75 KG	5,64 2.626,83	2,02 940,82	3.567,65
6 ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO PA LHETA. AF_12/2014	239,47 M2	47,51 11.377,22	10,76 2.576,70	13.953,92
7 ALVENARIA BLOCO CONCRETO 19CM J.15MM ARG CI-AR 1:5	283,71 M2	58,77 16.673,64	8,32 2.360,47	19.034,11
<b>Total de ALVENARIA</b>		<b>77.520,32</b>	<b>20.933,56</b>	<b>98.453,88</b>
<b>5. COBERTURA</b>				
1 FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO D E 8 M, PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO I ÇAMENTO. AF_12/2015	5,00 UN	1.000,11 5.000,55	419,43 2.097,15	7.097,70
2 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LA TERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO I ÇAMENTO. AF_06/2016	159,58 M2	27,95 4.460,26	3,29 525,02	4.985,28
3 CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INCL USO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	20,15 M	34,74 700,01	5,94 119,69	819,70
<b>Total de COBERTURA</b>		<b>10.160,82</b>	<b>2.741,86</b>	<b>12.902,68</b>
<b>6. REVESTIMENTO</b>				
<b>6.1. PAREDE</b>				
1 EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	311,76 M2	22,64 7.058,25	18,52 5.773,80	12.832,05
2 MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	776,86 M2	11,01 8.553,23	5,99 4.653,39	13.206,62
3 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	109,08 M2	20,02 2.183,78	4,74 517,04	2.700,82
4 IMPERMEABILIZAÇÃO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO.	109,08 M2	16,38 1.786,73	11,26 1.228,24	3.014,97
		<b>19.581,99</b>	<b>12.172,47</b>	<b>31.754,46</b>
<b>6.2. PISO</b>				
1 PREPARO MANUAL DE TERRENO S/ RASPAGEM SUPERFICIAL	149,13 M2	2,16 322,12	4,17 621,87	943,99
2 LASTRO COM MATERIAL GRANULAR, APLICAÇÃO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE * 5 CM*. AF_08/2017	7,46 M3	63,36 472,67	20,33 151,66	624,33
3 LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	149,13 M2	15,49 2.310,02	5,64 841,09	3.151,11
4 CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM B ETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 2CM. AF_06/2014	149,13 M2	20,39 3.040,76	5,37 800,83	3.841,59
5 IMPERMEABILIZAÇÃO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO,	298,26 M2	16,38	11,26	

Fonte: Da autora (2019).

## (Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total Material	Preço Total Mão-de-Obra	Total
UMA DEMAO.				
.6 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	298,26 M2	4.885,50 20,02 5.971,17	3.358,41 4,74 1.413,75	8.243,91  7.384,92
.7 RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_06/2014	219,42 M	3,13 686,78	1,25 274,28	961,06
		<b>17.689,02</b>	<b>7.461,89</b>	<b>25.150,91</b>
<b>6. 3. FORRO</b>				
.1 FORRO EM RÉGUAS DE PVC, LISO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	149,13 M2	37,99 5.665,45	7,64 1.139,35	6.804,80
		<b>5.665,45</b>	<b>1.139,35</b>	<b>6.804,80</b>
<b>Total de REVESTIMENTO</b>		<b>42.936,46</b>	<b>20.773,71</b>	<b>63.710,17</b>
<b>7. PINTURA</b>				
.1 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 PAREDES INTERNAS	675,27 M2	7,21 4.868,70	2,22 1.499,10	6.367,80
.2 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 PAREDES EXTERNAS	336,42 M2	8,59 2.889,85	3,20 1.076,54	3.966,39
		<b>7.758,55</b>	<b>2.575,64</b>	<b>10.334,19</b>
<b>8. INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>				
<b>8. 1. INSTALAÇÕES HIDRÁULICA</b>				
.1 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	2,00 UN	526,99 1.053,98	176,85 353,70	1.407,68
.2 SUMIDOURO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,0 X 3,0 X 3,0 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 25 M² (PARA 10 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00 UN	3.405,31 3.405,31	1.885,58 1.885,58	5.290,89
.3 TANQUE SÉPTICO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,2 X 2,4 X 1,6 M, VOLUME ÚTIL: 3456 L (PARA 13 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00 UN	3.220,82 3.220,82	1.618,56 1.618,56	4.839,38
.4 KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 2 0 (½") FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO). AF_11/2016	1,00 UN	74,92 74,92	33,81 33,81	108,73
.5 SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL, RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO OU PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	60,00 M	14,44 866,40	15,99 959,40	1.825,80
.6 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	30,00 M	22,23 666,90	16,99 509,70	1.176,60
.7 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	48,01 M	12,78 613,57	3,67 176,20	789,77
.8 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	37,80 M	6,83 258,17	6,89 260,44	518,61
.9 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	10,56 M	11,41 120,49	8,73 92,19	212,68
.10 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	16,20 M	17,66 286,09	12,86 208,33	494,42
.11 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	18,00 M	6,79 122,22	1,15 20,70	142,92
.12 CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	4,00 UN	128,85 515,40	58,60 234,40	749,80
.13 CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	12,00 UN	17,56 210,72	5,74 68,88	279,60
.14 CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INTERNO= 0,3 M. AF_05/2018	12,00 UN	383,97 4.607,64	9,13 109,56	4.717,20
		<b>16.022,63</b>	<b>6.531,45</b>	<b>22.554,08</b>
<b>8. 2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
.1 PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA 10A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO. AF_01/2016	24,00 UN	83,32 1.999,68	72,53 1.740,72	3.740,40
.2 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METÁLICA, PARA 3 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO FORNECIMENTO E INSTALACAO	12,00 UN	37,00 444,00	26,35 316,20	760,20

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
.3 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INC LUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	1,00 UN	822,15 822,15	155,38 155,38	977,53
		<b>3.265,83</b>	<b>2.212,30</b>	<b>5.478,13</b>
<b>8. 3. LOUÇAS E METAIS</b>				
.1 TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	12,00 UN	364,33 4.371,96	14,57 174,84	4.546,80
.2 CHUVEIRO ELETRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	12,00 UN	48,85 586,20	10,09 121,08	707,28
.3 VASO SANITARIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA, INCLUSO CONJUNTO DEL IGAÇÃO PARA BACIA SANITÁRIA AJUSTÁVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2016	12,00 UN	160,46 1.925,52	15,08 180,96	2.106,48
.4 LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	12,00 UN	181,57 2.178,84	16,43 197,16	2.376,00
		<b>9.062,52</b>	<b>674,04</b>	<b>9.736,56</b>
<b>Total de INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>		<b>28.350,98</b>	<b>9.417,79</b>	<b>37.768,77</b>
<b>9. ESQUADRIAS</b>				
.1 JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS PADRONIZADA. AF_07/2016 (JANELA 1,20x1,00m)	28,80 M2	446,46 12.858,05	9,62 277,06	13.135,11
.2 JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016 (JANELA (0,6X0,4m)	2,88 M2	673,00 1.938,24	31,63 91,09	2.029,33
.3 KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 70X210CM, ESPESSURA DE 3CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	12,00 UN	507,19 6.086,28	115,97 1.391,64	7.477,92
.4 KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	12,00 UN	526,61 6.319,32	126,86 1.522,32	7.841,64
.5 PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM UMA FACE SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÁOS. AF_06/2017_P	19,80 M2	50,78 1.005,44	5,85 115,83	1.121,27
		<b>28.207,33</b>	<b>3.397,94</b>	<b>31.605,27</b>
<b>10. ESCADA</b>				
.1 (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) EXECUÇÃO DE ESCADA EM CONCRETO ARMADO, MOLDADA IN LOCO, FCK = 25 MPA. AF_02/2017	1,12 M3	1.380,54 1.546,20	542,31 607,39	2.153,59
.2 CORRIMAO EM TUBO ACO GALVANIZADO 1 1/4" COM BRACAIDEIRA	11,25 M	47,99 539,89	34,67 390,04	929,93
		<b>2.086,09</b>	<b>997,43</b>	<b>3.083,52</b>
<b>11. GUARDA-CORPO</b>				
.1 GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO 1 1/2"	15,74 M	183,47 2.887,82	30,74 483,85	3.371,67
		<b>2.887,82</b>	<b>483,85</b>	<b>3.371,67</b>
<b>12. LIMPEZA FINAL DA OBRA</b>				
.1 LIMPEZA FINAL DA OBRA	343,50 M2	1,03 353,81	1,46 501,51	855,32
		<b>353,81</b>	<b>501,51</b>	<b>855,32</b>
<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>		<b>273.466,97</b>	<b>78.536,66</b>	<b>352.003,63</b>

Fonte: Da autora (2019).

## APÊNDICE C – Planilha orçamentária do sistema de concreto - PVC

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
<b>1. SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
.1 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	2,50 M2	197,48 493,70	34,33 85,83	579,53
.2 LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTAL ETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	55,10 M	20,06 1.105,31	15,74 867,27	1.972,58
.3 LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM REMOÇÃO DE CAMADA VEGETAL, UTILIZANDO MOT ONIVELADORA	462,00 M2	0,39 180,18	0,10 46,20	226,38
.4 TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	190,90 M2	24,16 4.612,14	24,45 4.667,51	9.279,65
.5 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO P/CANT OBRA OBRA, M3-CHAVE 100A CARGA 3KWH,20CV EXCL FORN MEDIDOR	1,00 UN	964,58 964,58	621,54 621,54	1.586,12
.6 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	1,00 UN	391,92 391,92	176,85 176,85	568,77
.7 INSTALAÇÃO PROVISÓRIA UNIDADE SANITÁRIA - 5,0M2	1,00 PT	492,06 492,06	137,87 137,87	629,93
<b>Total de SERVIÇOS PRELIMINARES</b>		<b>8.239,89</b>	<b>6.603,07</b>	<b>14.842,96</b>
<b>2. INFRAESTRUTURA</b>				
<b>2.1. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS/RASAS</b>				
<b>2.1.1. SAPATA ISOLADA</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JU SANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	21,00 M3	6,11 128,31	2,19 45,99	174,30
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	13,44 M2	1,47 19,76	3,12 41,93	61,69
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	40,32 M2	29,72 1.198,31	25,33 1.021,31	2.219,62
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	8,06 M3	392,16 3.160,81	10,51 84,71	3.245,52
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	26,78 KG	6,27 167,91	1,62 43,38	211,29
.6 REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	12,94 M3	7,65 98,99	3,96 51,24	150,23
		<b>4.774,09</b>	<b>1.288,56</b>	<b>6.062,65</b>
<b>2.1.2. VIGA DE BALDRAME</b>				
.1 ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JU SANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	10,09 M3	6,11 61,65	2,19 22,10	83,75
.2 PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	25,81 M2	1,47 37,94	3,12 80,53	118,47
.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRAS SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	122,36 M2	26,44 3.235,20	20,55 2.514,50	5.749,70
.4 CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	61,18 M3	392,16 23.992,35	10,51 643,00	24.635,35
.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	917,70 KG	5,83 5.350,19	1,20 1.101,24	6.451,43
.6 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	2,63 KG	7,37 19,38	4,27 11,23	30,61
.7 IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM GEOMEMBRANA (MANTA TERMOPLÁSTICA LISA) TIPO PEAD, E=2MM.	148,17 M2	40,51 6.002,37	4,75 703,81	6.706,18
		<b>38.699,08</b>	<b>5.076,41</b>	<b>43.775,49</b>
<b>Total de INFRAESTRUTURA</b>		<b>43.473,17</b>	<b>6.364,97</b>	<b>49.838,14</b>
<b>3. SUPRAESTRUTURA</b>				
<b>3.1. ALVENARIA</b>				
.1 FORMAS DE CONCRETO PVC	1,00 JG	81.480,00	0,00	

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
.2 INSTALAÇÃO FORMAS DE CONCRETO PVC	289,66 M2	81.480,00	0,00	81.480,00
		0,00	13,37	
		0,00	3.872,75	3.872,75
.3 TRANSPORTE DAS FORMAS DE CONCRETO - PVC	2.037,20 KM	4,90	0,00	
		9.982,28	0,00	9.982,28
.4 CONCRETAGEM DE EDIFICAÇÕES (PAREDES E LAJES), COM CONCRETO USINADO AUTOADEN SÁVEL FCK 20 MPA - LANÇAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015	29,40 M3	339,50	10,72	
		9.981,30	315,17	10.296,47
.5 FABRICAÇÃO DE ESCORAS PARA FORMAS DE CONCRETO PVC, EM MADEIRA. AF_12/2015	65,40 M	5,32	1,24	
		347,93	81,10	429,03
.6 ARMAÇÃO VERTICAL ANCORAGEM; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_01/2015	255,19 KG	5,31	1,30	
		1.355,06	331,75	1.686,81
.7 ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_01/2015	288,67 KG	5,64	2,02	
		1.628,10	583,11	2.211,21
		<b>104.774,67</b>	<b>5.183,88</b>	<b>109.958,55</b>
<b>3.2. LAJE</b>				
.1 LAJE PRE-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VAOS ATE 3,50M/E=8CM, C/LAJOT AS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGAT IVA	168,51 M2	55,46	15,37	
		9.345,56	2.590,00	11.935,56
.2 ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X1 5CM	168,51 M2	11,08	1,03	
		1.867,09	173,57	2.040,66
.3 CONTRAPISO EM ARGAMASSA PRONTA, PREPARO MECÂNICO COM MISTURADOR 300 KG, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESURA 4CM. AF_06/2014	146,97 M2	69,94	6,68	
		10.279,08	981,76	11.260,84
		<b>21.491,73</b>	<b>3.745,33</b>	<b>25.237,06</b>
<b>Total de SUPRAESTRUTURA</b>		<b>126.266,40</b>	<b>8.929,21</b>	<b>135.195,61</b>
<b>4. COBERTURA</b>				
.1 FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO D E 8 M, PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO IÇAMENTO. AF_12/2015	5,00 UN	1.000,11	419,43	
		5.000,55	2.097,15	7.097,70
.2 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LA TERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELhado COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	159,58 M2	27,95	3,29	
		4.460,26	525,02	4.985,28
.3 CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INCL USO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	20,15 M	34,74	5,94	
		700,01	119,69	819,70
		<b>10.160,82</b>	<b>2.741,86</b>	<b>12.902,68</b>
<b>Total de COBERTURA</b>		<b>10.160,82</b>	<b>2.741,86</b>	<b>12.902,68</b>
<b>5. REVESTIMENTO</b>				
<b>5.1. PISO</b>				
.1 PREPARO MANUAL DE TERRENO S/ RASPAGEM SUPERFICIAL	162,30 M2	2,16	4,17	
		350,57	676,79	1.027,36
.2 LASTRO COM MATERIAL GRANULAR, APLICAÇÃO EM PISOS OU RADIERS, ESPESURA DE * 5 CM*. AF_08/2017	8,11 M3	63,36	20,33	
		513,85	164,88	678,73
.3 LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESURA DE 5 CM. AF_07/2016	162,30 M2	15,49	5,64	
		2.514,03	915,37	3.429,40
.4 CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESURA 2CM. AF_06/2014	162,30 M2	20,39	5,37	
		3.309,30	871,55	4.180,85
.5 IMPERMEABILIZAÇÃO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO.	324,60 M2	16,38	11,26	
		5.316,95	3.655,00	8.971,95
.6 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA PADRÃO POPULAR DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	324,60 M2	20,02	4,74	
		6.498,49	1.538,60	8.037,09
		<b>18.503,19</b>	<b>7.822,19</b>	<b>26.325,38</b>
<b>5.2. FORRO</b>				
.1 FORRO EM RÉGUAS DE PVC, LISO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	162,30 M2	37,99	7,64	
		6.165,78	1.239,97	7.405,75
		<b>6.165,78</b>	<b>1.239,97</b>	<b>7.405,75</b>
<b>Total de REVESTIMENTO</b>		<b>24.668,97</b>	<b>9.062,16</b>	<b>33.731,13</b>
<b>6. PINTURA</b>				

Fonte: Da autora (2019).

## (Continuação)

Item/Descrição	Qtd. Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
		Material	Mão-de-Obra	
<b>Total de PINTURA</b>				
<b>7. INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>				
<b>7.1. INSTALAÇÕES HIDRÁULICA</b>				
.1 CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	2,00 UN	526,99 1.053,98	176,85 353,70	1.407,68
.2 SUMIDOURO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,0 X 3,0 X 3,0 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 25 M² (PARA 10 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00 UN	3.405,31 3.405,31	1.885,58 1.885,58	5.290,89
.3 TANQUE SÉPTICO RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 1,2 X 2,4 X 1,6 M, VOLUME ÚTIL: 3456 L (PARA 13 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	1,00 UN	3.220,82 3.220,82	1.618,56 1.618,56	4.839,38
.4 KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 2 0 (½") FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO). AF_11/2016	1,00 UN	74,92 74,92	33,81 33,81	108,73
.5 SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL, RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO OU PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF_10/2015	60,00 M	14,44 866,40	15,99 959,40	1.825,80
.6 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	30,00 M	22,23 666,90	16,99 509,70	1.176,60
.7 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	48,01 M	12,78 613,57	3,67 176,20	789,77
.8 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	37,80 M	6,83 258,17	6,89 260,44	518,61
.9 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	10,56 M	11,41 120,49	8,73 92,19	212,68
.10 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	16,20 M	17,66 286,09	12,86 208,33	494,42
.11 TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_12/2014	18,00 M	6,79 122,22	1,15 20,70	142,92
.12 CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60CM COM TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	4,00 UN	128,85 515,40	58,60 234,40	749,80
.13 CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	12,00 UN	17,56 210,72	5,74 68,88	279,60
.14 CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INT ERNO= 0,3 M. AF_05/2018	12,00 UN	383,97 4.607,64	9,13 109,56	4.717,20
		<b>16.022,63</b>	<b>6.531,45</b>	<b>22.554,08</b>
<b>7.2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
.1 PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA 10A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO AF_01/2016	24,00 UN	83,32 1.999,68	72,53 1.740,72	3.740,40
.2 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METÁLICA, PARA 3 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	12,00 UN	37,00 444,00	26,35 316,20	760,20
.3 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	1,00 UN	822,15 822,15	155,38 155,38	977,53
		<b>3.265,83</b>	<b>2.212,30</b>	<b>5.478,13</b>
<b>7.3. LOUÇAS E METAIS</b>				
.1 TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	12,00 UN	364,33 4.371,96	14,57 174,84	4.546,80
.2 CHUVEIRO ELÉTRICO COMUM CORPO PLÁSTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	12,00 UN	48,85 586,20	10,09 121,08	707,28
.3 VASO SANITÁRIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA, INCLUSO CONJUNTO DE FIXAÇÃO PARA BACIA SANITÁRIA AJUSTÁVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2016	12,00 UN	160,46 1.925,52	15,08 180,96	2.106,48
.4 LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, "44 X 35,5" CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	12,00 UN	181,57 2.178,84	16,43 197,16	2.376,00
		<b>9.062,52</b>	<b>674,04</b>	<b>9.736,56</b>
<b>Total de INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>				
		<b>28.350,98</b>	<b>9.417,79</b>	<b>37.768,77</b>
<b>8. ESQUADRIAS</b>				
.1 JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMA RCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS PADRONIZADA. AF_07/2016 (JANELA 1,20x1,00m)	28,80 M2	446,46 12.858,05	9,62 277,06	13.135,11

Fonte: Da autora (2019).

(Continuação)

Item/Descrição	Qtd.	Un	Preço Unitário/Preço Total		Total
			Material	Mão-de-Obra	
.2 JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVO CONTRAMARCO), COM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016 JANELA (0,6X0,4m)	2,88	M2	673,00 1.938,24	31,63 91,09	2.029,33
.3 KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 70X210CM, ESPESURA DE 3CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	12,00	UN	507,19 6.086,28	115,97 1.391,64	7.477,92
.4 KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 80X210CM, ESPESURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	12,00	UN	526,61 6.319,32	126,86 1.522,32	7.841,64
.5 PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM UFAÇE SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS. AF_06/2017_P	19,80	M2	50,78 1.005,44	5,85 115,83	1.121,27
<b>Total de ESQUADRIAS</b>			<b>28.207,33</b>	<b>3.397,94</b>	<b>31.605,27</b>
<b>9. ESCADA</b>					
.1 (COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) EXECUÇÃO DE ESCADA EM CONCRETO ARMADO, MOLDADA IN LOCO, FCK = 25 MPA. AF_02/2017	1,12	M3	1.380,54 1.546,20	542,31 607,39	2.153,59
.2 CORRIMÃO EM TUBO AÇO GALVANIZADO 1 1/4" COM BRACADEIRA	11,25	M	47,99 539,89	34,67 390,04	929,93
<b>Total de ESCADA</b>			<b>2.086,09</b>	<b>997,43</b>	<b>3.083,52</b>
<b>10. GUARDA CORPO</b>					
.1 GUARDA-CORPO COM CORRIMÃO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 1 1/2"	20,40	M	183,47 3.742,79	30,74 627,10	4.369,89
<b>Total de GUARDA CORPO</b>			<b>3.742,79</b>	<b>627,10</b>	<b>4.369,89</b>
<b>11. LIMPEZA FINAL DA OBRA</b>					
.1 LIMPEZA FINAL DA OBRA	343,50	M2	1,03 353,81	1,46 501,51	855,32
<b>Total de LIMPEZA FINAL DA OBRA</b>			<b>353,81</b>	<b>501,51</b>	<b>855,32</b>
<b>TOTAL DO ORÇAMENTO</b>			<b>275.550,25</b>	<b>48.643,04</b>	<b>324.193,29</b>

Fonte: Da autora (2019).

## APÊNDICE D – Quantitativo dos materiais do sistema de concreto convencional

### 1. SERVIÇOS PRELIMINARES

#### PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO

##### GALVANIZADO

(2,00m x 1,25m = 2,50m<sup>2</sup>)

#### LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA

(20,55m + 20,55m + 7,00m + 7,00m = 55,10m)

#### TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA

##### COMPENSADA

(2,2m x 1,1m) = 2,42m<sup>2</sup>

20,0 x 23,1m = 462m<sup>2</sup> / 2,42m<sup>2</sup> = 190,90m<sup>2</sup>

### 2. FUNDAÇÕES

#### 2.1. SAPATA ISOLADA

##### ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA

(1,00m x 1,00m x 1,0m) = 1,0m<sup>3</sup> x 21unid = 21,00m<sup>3</sup>

##### PREPARO DE FUNDO DE VALA

(0,80m x 0,80m) = 0,64m<sup>2</sup> x 21unid =

13,44m<sup>2</sup> MONTAGEM E DESMONTAGEM

##### DE FÔRMA DE MADEIRA

0,80 + 0,80 + 0,80 + 0,80m = 3,2m x 0,60m =

1,92m<sup>2</sup> x 21unid = 40,32m<sup>2</sup>

##### CONCRETAGEM DE BLOCOS

0,80 x 0,80 = 0,64m<sup>2</sup> x 0,60m = 0,384m<sup>3</sup> x

21unid = 8,06m<sup>3</sup>

##### ARMAÇÃO DE BLOCO AÇO CA-50 DE

###### 10mm

8 barras x 2,50m = 20,00m

8 barras x 2,90m = 23,20m

20,00 + 23,20 = 43,20m x 0,62kg/m = 26,78kg

##### REATERRO MECANIZADO DE VALA

(1,0 x 1,0 x 1,00 = 1,00m<sup>3</sup>) - (0,8 x 0,8 x 0,6 =

0,384m<sup>3</sup>) = 0,616m<sup>3</sup> x 21unid = 12,94m<sup>3</sup>

#### 2.1. VIGA DE BALDRAME

##### ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA

VIGA 0,15 x 0,40m

0,15 x 0,40m = 0,06m<sup>2</sup> x

(20,55m + 20,55m + 20,55m + (3,45m x 3 + 2,95m

x 3 + 2,45m x 6) = 5,50m<sup>3</sup>

VIGA 0,20 x 0,40m

0,20 x 0,40m = 0,08m<sup>2</sup> x (8,20m x 7) = 4,59m<sup>3</sup>

4,59 + 5,50 = 10,09m<sup>3</sup>

##### PREPARO DE FUNDO DE VALA

0,15 x 95,55m = 14,33m<sup>2</sup>

0,20 x 57,4m = 11,48m<sup>2</sup>

14,33 + 11,48 = 25,81m<sup>2</sup>

##### FABRICAÇÃO, MONTAGEM E

##### DESMONTAGEM DE FÔRMA DE

###### MADEIRA

0,40 + 0,40 x 95,55m = 76,44m<sup>2</sup>

0,40 + 0,40 x 57,4m = 45,92m<sup>2</sup>

76,44 + 45,92 = 122,36m<sup>2</sup>

##### ARMAÇÃO AÇO CA-50 DE 12,5mm

Comprimento = 2,50cm

6 barras x 152,95m = 917,7m

917,70m x 1,00kg/m = 917,7kg

##### ARMAÇÃO AÇO CA-60 DE 5 MM (Estribo)

###### c/10

VIGA 0,15 x 0,40m

95,55m / 10 = 9

0,35 + 0,35 + 0,10 + 0,10 + 0,10 + 0,10 = 1,10m

9 x 1,10m = 9,90m

VIGA 20 x 40cm

57,4m / 10 = 6

0,35 + 0,35 + 0,15 + 0,15 + 0,10 + 0,10 = 1,20m

6 x 1,20m = 7,2m

9,9m + 7,2m = 17,10m

17,1m x 0,154kg/m = 2,63kg

##### CONCRETAGEM VIGAS BALDRAME

95,55m<sup>2</sup> + 57,4m<sup>2</sup> x 0,40m = 61,18m<sup>3</sup>

##### IMPERMEABILIZAÇÃO

95,55m x 0,95 = 90,77m<sup>2</sup>

57,4m x 1,00 = 57,4m<sup>2</sup>

90,77 + 57,4 = 148,17m<sup>2</sup>

### 3. SUPRAESTRUTURA

#### 3.1 PILAR

Comprimento = 2,50cm

ARMAÇÃO AÇO CA-50 DE 12,50 MM

4 barras x 2,70m = 10,8m x 42unid = 453,6m

453,6m x 1,00kg/m = 453,6kg

##### ARMAÇÃO AÇO CA-60 DE 5mm (Estribos)

###### c/10

20 x 15cm

0,15 + 0,15 + 0,10 + 0,10 + 0,10 + 0,10 = 0,70m

15 x 15cm

0,10 + 0,10 + 0,10 + 0,10 + 0,10 + 0,10 = 0,60m

0,70m x 42unid = 29,4m

0,60 x 7unid = 4,20m

29,40 + 4,20m = 33,6m x 0,154kg/m = 5,17kg

##### MONTAGEM E DESMONTAGEM DE

##### FÔRMA DE PILARES

20 x 15cm

0,20 + 0,20 + 0,15 + 0,15 = 0,70m x 2,70 = 1,89m<sup>2</sup>

x 42unid = 79,38m<sup>2</sup>

15 x 15cm

0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,15 = 0,60m = 2,70 = 1,62m<sup>2</sup>

x 7unid = 11,34m<sup>2</sup>

79,38 + 11,34 = 90,72m<sup>2</sup>

##### CONCRETAGEM DE PILARES

0,20 x 0,15 = 0,03m<sup>2</sup> x 2,30m = 0,069m<sup>3</sup> x 42unid

= 2,90m<sup>3</sup>

0,15 x 0,15 = 0,022m<sup>2</sup> x 2,30m = 0,051m<sup>3</sup> x 7unid

= 0,35m<sup>3</sup>

2,90 + 0,35 = 3,25m<sup>3</sup>

#### 3.2 VIGA ENTRE PISO

##### MONTAGEM E DESMONTAGEM DE

##### FÔRMA DE MADEIRA

(0,15 + 0,40 + 0,40) x 95,55m = 90,77m<sup>2</sup>

(0,20 + 0,40 + 0,40) x 57,4m = 57,4m<sup>2</sup>

90,77m<sup>2</sup> + 57,4m<sup>2</sup> = 148,17m<sup>2</sup>

148,17 - 122,36m<sup>2</sup> = 25,81m<sup>2</sup>

##### ARMAÇÃO AÇO CA-50 DE 12,5mm

Comprimento = 2,50cm

4 barras x 152,95m = 611,8m

611,80m x 1,00kg/m = 611,8kg

##### ARMAÇÃO AÇO CA-60 DE 5mm (Estribo)

###### c/10

(Continuação)

15x40cm  
 $95,55\text{m}/10 = 9$   
 $0,35+0,35+0,10+0,10+0,10+0,10 = 1,10\text{m}$   
 $9 \times 1,10\text{m} = 9,90\text{m}$   
 20x40cm  
 $57,4\text{m}/10 = 6$   
 $0,35+0,35+0,15+0,15+0,10+0,10 = 1,20\text{m}$   
 $6 \times 1,20\text{m} = 7,2\text{m}$   
 $9,9\text{m} + 7,2\text{m} = 17,10\text{m}$   
 $17,1\text{m} \times 0,154\text{kg}/\text{m} = 2,63\text{kg}$   
CONCRETAGEM VIGAS BALDRAME  
 $95,55\text{m}^2 + 57,4\text{m}^2 \times 0,40\text{m} = 61,18\text{m}^3$

**3.3 VIGA DE AMARRAÇÃO**

Comprimento = 2,50cm  
ARMAÇÃO DE BLOCO AÇO CA-50 DE 12,50mm  
 Comprimento = 2,50cm  
 4 barras x 146,95m = 587,80m  
 $587,8\text{m} \times 1,00\text{kg}/\text{m} = 587,8\text{kg} \times 2 = 1175,6\text{kg}$   
ARMAÇÃO DE BLOCO AÇO CA-50 DE 5,00mm (Estribos)  
 15x30cm  
 $0,10+0,10+0,25+0,25+0,10+0,10 = 0,90\text{m}$   
 $75,00\text{m}/10 = 8$   
 $8 \times 0,90 = 7,2\text{m}$   
 20x30cm  
 $0,25+0,25+0,15+0,15+0,10+0,10 = 1,00\text{m}$   
 $49,00\text{m}/10 = 5$   
 $5 \times 1,0\text{m} = 5,0\text{m}$   
 10x30cm  
 $0,05+0,05+0,05+0,05+0,25+0,25 = 0,70\text{m}$   
 $22,95 / 10 = 2$   
 $2 \times 0,70 = 1,60\text{m}$   
 $7,2+5,0+1,60 = 13,8\text{m} \times 0,154\text{kg}/\text{m} = 2,12\text{kg} \times 2 = 4,24\text{kg}$   
MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE MADEIRA  
 $(0,15+0,30+0,30) \times 75,00\text{m} = 56,25\text{m}^2$   
 $(0,20+0,30+0,30) \times 49,00\text{m} = 39,20\text{m}^2$   
 $(0,10+0,3+0,3) \times 22,95\text{m} = 16,06\text{m}^2$   
 $56,25+39,20+16,06 = 111,51\text{m}^2$   
CONCRETAGEM DAS VIGAS  
 $0,15\text{m} \times 0,30\text{m} = 0,045\text{m}^2 \times 75,00\text{m} = 3,38\text{m}^3$   
 $0,20 \times 0,30 = 0,06\text{m}^2 \times 49,00\text{m} = 2,94\text{m}^3$   
 $0,10 \times 0,30 = 0,03\text{m}^2 \times 22,95\text{m} = 0,69\text{m}^3$   
 $3,38+2,94+0,69\text{m}^3 = 7,01\text{m}^3 \times 2 = 14,02\text{m}^3$

**3.3 LAJE**

LAJE PRE-MOLDADA  
 $143,85\text{m}^2 + 24,66\text{m}^2 = 168,51\text{m}^2$   
ARMAÇÃO DE FERRO  
 $143,85\text{m}^2 + 24,66\text{m}^2 = 168,51\text{m}^2$   
CONTRAPISO LAJE  
 Metragem piso  
 $16,60\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 57,21\text{m}^2$   
 $19,95\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 65,26\text{m}^2$   
 $24,66\text{m}^2$  sacada  
 $0,16\text{m}^2$  pilares

$57,21\text{m}^2 + 65,26\text{m}^2 + 24,66\text{m}^2 - 0,16\text{m}^2 = 146,97\text{m}^2$   
 2º pav

**4. ALVENARIA**

ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS 14X19X39cm  
 $(3,45\text{m} \times 2,60\text{m}) \times 2 + (2,45\text{m} + 1,08\text{m}) \times 2,60 = 27,12\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 162,72\text{m}^2$   
 $(2,95\text{m} \times 2,60\text{m}) \times 2 + (2,45\text{m} + 1,08\text{m}) \times 2,60 = 24,52\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 147,11\text{m}^2$   
 $162,72 + 147,11 = 309,83\text{m}^2$

JANELA

$1,2 \times 1,0\text{m} = 2,4\text{m}^2$   
 $0,6 \times 0,4\text{m} = 0,24\text{m}^2$   
 $2,4\text{m}^2 + 0,24\text{m}^2 = 2,64\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 15,84\text{m}^2$   
 Porta  
 $0,8 \times 2,1\text{m} = 1,68\text{m}^2$   
 $0,7 \times 2,1\text{m} = 1,47\text{m}^2$   
 $1,68\text{m}^2 + 1,47\text{m}^2 = 3,15\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 18,90\text{m}^2$   
 Total de esquadrias  
 $15,84 + 18,90\text{m}^2 = 34,74\text{m}^2 \times 2 = 69,48\text{m}^2$

VERGA (Janela 1,2x1,0m)

$1,2+0,3+0,3 = 1,8\text{m} \times 2\text{unid} = 3,60\text{m} \times 6\text{unid} = 21,60\text{m} \times 2 = 43,2\text{m}$   
CONTRAVERGA (Janela 1,2x1,0m)  
 $1,2+0,3+0,3 = 1,8\text{m} \times 2\text{unid} = 3,60\text{m} \times 6\text{unid} = 21,60\text{m} \times 2 = 43,2\text{m}$   
VERGA (Janela 0,6x0,4m)  
 $0,6+0,3+0,3 = 1,2\text{m} \times 6\text{unid} = 7,2\text{m} \times 2 = 14,4\text{m}$   
CONTRAVERGA (Janela 0,6x0,4m)  
 $0,6+0,3+0,3 = 1,2\text{m} \times 6\text{unid} = 7,2\text{m} \times 2 = 14,4\text{m}$   
VERGA (Porta 0,8x2,10m) e (Porta 0,7x2,10m)  
 $0,7+0,1+0,1 = 0,90\text{m} \times 6\text{unid} = 5,4\text{m} \times 2 = 10,8\text{m}$   
 $0,8+0,1+0,1 = 1,0\text{m} \times 6\text{unid} = 6,0\text{m} \times 2 = 12,0\text{m}$   
 TOTAL DE VERGAS E CONTRA VERGAS  
 $43,2+43,2+14,4+14,4+10,8+12,0 = 138,0\text{m}$   
 $138,0 \times 0,2\text{m} = 27,60\text{m}^2$   
COBERTURA  
 $20,55 + 20,55\text{m} = 41,1\text{m} \times 0,65\text{m} = 26,72\text{m}^2$   
TOTAL DE PAREDE  
 $309,83\text{m}^2 - 69,48\text{m}^2 - 27,60\text{m}^2 = 212,75\text{m}^2$   
 $212,75\text{m}^2 + 26,72\text{m}^2 = 239,47\text{m}^2$

ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS

CERÂMICOS FURADOS 19X19X39cm  
 $6,7\text{m} \times 2,60\text{m} = 17,42\text{m}^2 \times 7\text{unid} = 121,94\text{m}^2 \times 2 = 243,88\text{m}^2$   
 $8,2+8,2\text{m} = 16,4\text{m} \times 0,65\text{m} = 10,66\text{m}^2$   
 $243,88\text{m}^2 + 10,66\text{m}^2 = 254,54\text{m}^2 - 0,42\text{m}^2$  (pilares) = 254,12m²  
ENCUNHAMENTO  
 $2,2+1,08+2,3+2,3+1,08+6,7+4,25+3,45 = 23,36\text{m} \times 6\text{unid} = 140,16\text{m}$   
 $6,7+4,25+2,95+2,3+1,08+1,73+2,3+1,08 = 23,39\text{m} \times 6\text{unid} = 140,34\text{m}$   
 $140,16+140,34 = 280,50\text{m}$

**5. COBERTURA**

5 tesouras de madeiras, conforme projeto.

(Continuação)

Telhas de fibrocimento,  $e=6\text{mm}$   
Calha de aço galvanizado = 20,15m

## 6. REVESTIMENTO

### 6.1 PAREDE

#### PAREDES INTERNAS

$6,7+3,45+4,25+1,22+2,45+2,2 \times (2,60\text{m}) = 52,70\text{m}^2$

$52,70\text{m}^2 - 5,79\text{m}^2$  (esquadrias) =  $46,91\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 281,47\text{m}^2$

$6,7+2,95+4,25+1,22+2,45+1,73 \times (2,60\text{m}) = 50,18\text{m}^2$

$50,18\text{m}^2 - 5,79\text{m}^2$  (esquadrias) =  $44,39\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 266,34\text{m}^2$

banheiros

banheiros parede

$(1,08+2,3+1,08+2,3) - 0,70 = 6,06\text{m} \times 1,5\text{m} = 9,09\text{m}^2 \times 12\text{unid} = 109,08\text{m}^2$

banheiros reboco

$(1,08+1,08+2,3+2,3) - 0,70 = 6,06\text{m} \times 1,1\text{m}$

(pintura, reboco) =  $6,66\text{m}^2 \times 12\text{unid} = 79,92\text{m}^2$

Reboco/Pintura

$281,47+266,34+79,92 + 57,21+67,26+24,66 = 776,86\text{m}^2$  (reboco interno)

#### TETO INTERNO

$16,60+2,47\text{m}^2 = 19,07\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 57,21\text{m}^2$

$19,95+2,47\text{m}^2 = 22,42\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 67,26\text{m}^2$

$24,66\text{m}^2$  (teto sacada)

#### PAREDES EXTERNAS

$20,55+20,55+7+7 = 55,1\text{m} \times 5,45 = 300,30\text{m}^2$

$300,30\text{m}^2 - 25,92\text{m}^2$  (janelas/portas) =  $274,38\text{m}^2$

#### COBERTURA

$20,55 + 20,55\text{m} + 8,20\text{m} + 8,20 = 57,5\text{m} \times$

$0,65\text{m} = 37,38\text{m}^2$

$274,38 + 37,38 = 311,76\text{m}^2$  (reboco externo)

### 6.2 PISO

#### METRAGEM PISO

$16,60\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 114,42\text{m}^2$

$19,95\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 134,52\text{m}^2$

$114,42+134,52+24,66+24,66 = 298,26\text{m}^2$

$298,26 - 0,16\text{m}^2 = 298,1\text{m}^2$

#### CONCRETO MAGRO

$16,60\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 57,21\text{m}^2$  Térreo

$19,95\text{m}^2 + 2,47\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 67,26\text{m}^2$  Térreo

$24,66\text{m}^2$  área livre

$57,21\text{m}^2+67,26\text{m}^2+24,66\text{m}^2 = 149,13\text{m}^2$

$149,13\text{m}^2 \times 0,10\text{m} = 14,91\text{m}^3$

#### LASTRO COM MATERIAL GRANULAR

$149,13\text{m}^2 \times 0,05\text{m} = 7,46\text{m}^3$

#### REVESTIMENTO CERÂMICO

banheiros piso

$(2,47\text{m}^2 \times 12\text{unid}) = 29,64\text{m}^2$

revestimento piso

$16,60\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 99,60\text{m}^2$

$19,95\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 119,70\text{m}^2$

$24,66\text{m}^2$  sacada

$99,60+119,7+(24,66 \times 2) + 29,64 = 298,26\text{m}^2$

#### RODAPE

$6,7+3,45+4,25+1,22+2,45+2,2 = 20,27\text{m}$

$20,27\text{m} - 0,8 - 0,7 = 18,77\text{m} \times 6\text{unid} = 112,62\text{m}$

$6,7+2,95+4,25+1,22+2,45+1,73 = 19,3\text{m}$

$19,3\text{m} - 0,8 - 0,7 = 17,80\text{m} \times 6\text{unid} = 106,8\text{m}$

$112,62+106,8 = 219,42\text{m}$

#### IMPERMEABILIZAÇÃO

banheiros

$(1,08+2,3+1,08+2,3) - 0,70 = 6,06\text{m} \times 1,5\text{m} =$

$9,09\text{m}^2 \times 12\text{unid} = 109,08\text{m}^2$

$407,34\text{m}^2 + 109,08\text{m}^2 = 516,42\text{m}^2$

### 6.3 FORRO PVC

$16,60+2,47\text{m}^2 = 19,07\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 57,21\text{m}^2$

$19,95+2,47\text{m}^2 = 22,42\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 67,26\text{m}^2$

$24,66\text{m}^2$  sacada

$57,21+67,26\text{m}^2 + 24,66 = 149,13\text{m}^2$

## 7. PINTURA

#### PAREDES INTERNAS

$6,7+3,45+4,25+1,22+2,45+2,2 \times (2,60\text{m}) =$

$52,70\text{m}^2$

$52,70\text{m}^2 - 5,79\text{m}^2 = 46,91\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 281,46\text{m}^2$

$6,7+2,95+4,25+1,22+1,73+2,45 \times (2,60\text{m}) =$

$50,18\text{m}^2$

$50,18\text{m}^2 - 5,79\text{m}^2 = 44,39\text{m}^2 \times 6\text{unid} =$

$266,34\text{m}^2$

#### TETO INTERNO

$16,60+2,47\text{m}^2 = 19,07\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 57,21\text{m}^2$

$19,95+2,47\text{m}^2 = 22,42\text{m}^2 \times 3\text{unid} = 67,26\text{m}^2$

$284,46\text{m}^2+266,34\text{m}^2+57,21\text{m}^2+67,26\text{m}^2 =$

$675,27\text{m}^2$

#### PAREDES EXTERNAS

$20,55+20,55+7+7 = 55,1\text{m} \times 5,45 = 300,30\text{m}^2$

$300,30\text{m}^2 - 25,92\text{m}^2$  (janelas) =  $274,38\text{m}^2$

#### COBERTURA

$20,55 + 20,55\text{m} + 8,20\text{m} + 8,20 = 57,5\text{m} \times$

$0,65\text{m} = 37,38\text{m}^2$

#### TETO EXTERNO

$24,66\text{m}^2$  sacada

$274,38\text{m}^2 + 37,38\text{m}^2 + 24,66\text{m}^2 = 336,42\text{m}^2$

## 9. ESQUADRIAS

Janela de alumínio de correr (1,20x1,00m)

$A = 1,2\text{m}^2$

$1,2\text{m}^2 \times 24\text{unid} = 28,80\text{m}^2$

Janela de alumínio maxiar (0,6x0,4m)

$A = 0,24\text{m}^2$

$0,24\text{m}^2 \times 12\text{unid} = 2,88\text{m}^2$

## 10. ESCADA

laje =  $5,4 \times 0,1 \times 1,2 = 0,65\text{m}^3$

degraus

$(0,18 \times 0,3/2) \times 1,2 \times 15 \text{ graus} = 0,486$

$0,63+0,486 = 1,12\text{m}^3$

Corrimão =  $5,55+1,2+4,5 = 11,25\text{m}$

## 11. GUARDA CORPO

$1,05+3,5+3,50+3,5+1,8+3,0+3,0+1,05 = 20,4\text{m}$

## Apêndice E – Quantitativo dos materiais do sistema de alvenaria estrutural

### 3. SUPRAESTRUTURA

#### ALVENARIA

##### BLOCO ESTRUTURAL DE CONCRETO

##### 14X19X39cm

$$(3,45\text{m} \times 2,60\text{m}) \times 2 + (2,45\text{m} + 1,08\text{m}) \times 2,60 =$$

$$27,12\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 162,72\text{m}^2$$

$$(2,95\text{m} \times 2,60\text{m}) \times 2 + (2,45\text{m} + 1,08\text{m}) \times 2,60 =$$

$$24,52\text{m}^3 \times 6\text{unid} = 147,11\text{m}^2$$

$$162,72 + 147,11 = 309,83\text{m}^2$$

##### JANELA

$$1,2 \times 1,0\text{m} = 2,4\text{m}^2$$

$$0,6 \times 0,4\text{m} = 0,24\text{m}^2$$

$$2,4\text{m}^2 + 0,24\text{m}^2 = 2,64\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 15,84\text{m}^2$$

##### PORTA

$$0,8 \times 2,1\text{m} = 1,68\text{m}^2$$

$$0,7 \times 2,1\text{m} = 1,47\text{m}^2$$

$$1,68\text{m}^2 + 1,47\text{m}^2 = 3,15\text{m}^2 \times 6\text{unid} = 18,90\text{m}^2$$

##### TOTAL DE ESQUADRIAS

$$15,84 + 18,90\text{m}^2 = 34,74\text{m}^2 \times 2 = 69,48\text{m}^2$$

#### GRAUTEAMENTO

##### CINTA DE AMARRAÇÃO

$$224,24\text{m} + 13,3 = 237,54\text{m}$$

$$237,54 \times 0,16 = 38,00\text{m}^3$$

##### VERGA/CONTRA VERGA

$$\text{Verga (Janela } 1,2 \times 1,0\text{m)}$$

$$1,2 + 0,3 + 0,3 = 1,8\text{m} \times 2\text{unid} = 3,60\text{m} \times 6\text{unid} =$$

$$21,60\text{m} \times 2 = 43,2\text{m}$$

$$\text{Contraverga (Janela } 1,2 \times 1,0\text{m)}$$

$$1,2 + 0,3 + 0,3 = 1,8\text{m} \times 2\text{unid} = 3,60\text{m} \times 6\text{unid} =$$

$$21,60\text{m} \times 2 = 43,2\text{m}$$

$$\text{Verga (Janela } 0,6 \times 0,4\text{m)}$$

$$0,6 + 0,3 + 0,3 = 1,2\text{m} \times 6\text{unid} = 7,2\text{m} \times 2 = 14,4\text{m}$$

$$\text{ContraVerga (Janela } 0,6 \times 0,4\text{m)}$$

$$0,6 + 0,3 + 0,3 = 1,2\text{m} \times 6\text{unid} = 7,2\text{m} \times 2 = 14,4\text{m}$$

$$\text{Verga (Porta } 0,8 \times 2,10\text{) e (Porta } 0,7 \times 2,10\text{)}$$

$$0,7 + 0,1 + 0,1 = 0,90\text{m} \times 6\text{unid} = 5,4\text{m} \times 2 = 10,8\text{m}$$

$$0,8 + 0,1 + 0,1 = 1,0\text{m} \times 6\text{unid} = 6,0\text{m} \times 2 = 12,0\text{m}$$

$$\text{Total de verga} = 80,4\text{m} \times 0,16\text{m} = 12,86\text{m}^3$$

$$\text{Total de contraverga} = 57,6\text{m} \times 0,2\text{m} = 9,22\text{m}^3$$

##### CANTOS VERTICAIS

$$16 \text{ cantos}$$

$$14 \text{ cantos} \times 5 = 70 \text{ cantos}$$

$$86 \text{ cantos} \times 2,60\text{m} = 223,6\text{m}$$

##### Sacada

$$6 \times 2 \text{ pav} = 12 \times 2,6 \text{ m} = 31,2\text{m}$$

$$223,6 + 31,2\text{m} = 254,8\text{m}^2$$

$$254,8\text{m}^2 \times 0,14\text{m} = 35,67\text{m}^3$$

##### ARMAÇÃO VERGA /CONTRAVERGA

$$\text{Verga} = 80,4\text{m}$$

$$\text{Contraverga} = 57,6\text{m}$$

$$80,4\text{m} + 57,6\text{m} = 138\text{m}$$

$$138\text{m} \times 2 \text{ barras} = 276\text{m}$$

$$276\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 171,12\text{kg}$$

##### ARMAÇÃO CANTOS E PORTAS/JANELAS

$$24 \text{ barras} = 10\text{mm}$$

$$18 \text{ barras} \times 5 = 90 \text{ barras}$$

$$90 + 24 = 114 \text{ barras} \times 2\text{pav} = 228 \text{ barras}$$

$$228 \text{ barras} \times 2,6\text{m} = 592,8\text{m}$$

$$592,8\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 367,54\text{kg}$$

##### Sacada (vertical)

$$3 + 3 + 7 + 5 = 18 \text{ barras}$$

$$18 \times 2,6\text{m} = 46,8\text{m} \times 2\text{pav} =$$

$$93,6\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 58,03\text{kg}$$

##### Total cantos

$$367,54 + 58,03 = 425,57\text{kg}$$

##### ARMAÇÃO CINTA DE AMARRAÇÃO

$$(20,55\text{m} \times 2) + (7\text{m} \times 7) + (2,45\text{m} \times 6) + (1,22\text{m}$$

$$\times 6) = 112,12\text{m}$$

$$112,12\text{m} \times 2 \text{ pav} = 224,24\text{m}$$

$$224,24\text{m} \times 2 \text{ barras} = 448,48\text{m}$$

$$448,48 \times 0,62\text{kg/m} = 278,06\text{kg}$$

##### SACADA

$$1,2\text{m} + 1\text{m} + 1,2\text{m} + 1,0\text{m} + 1,35\text{m} + 0,9\text{m} = 6,65\text{m}$$

$$\times 2\text{pav} = 13,3\text{m}$$

$$13,3 \times 2 \text{ barras} = 26,6\text{m}$$

$$26,6\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 16,49\text{kg}$$

##### TOTAL DA CINTA

$$278,06 + 16,49 = 294,55 \text{ kg}$$

##### BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO

##### 19X19X39cm

$$6,7\text{m} \times 2,60\text{m} = 17,42\text{m}^2 \times 7 \text{ unid} = 121,94\text{m}^2$$

$$2 = 243,88\text{m}^2$$

##### PLATIBANDA

$$8,2 + 8,2\text{m} = 16,4\text{m} \times 0,65\text{m} = 10,66\text{m}^2$$

##### SACADA

$$1,2 + 0,58 + 1,4 + 0,9 + 0,33 + 1,2 = 5,61\text{m} \times 2 \text{ pav} =$$

$$11,22\text{m}$$

$$11,2\text{m} \times 2,6\text{m} = 29,17\text{m}^2$$

$$\text{Total de parede de } 20\text{cm}$$

$$243,88\text{m}^2 + 10,66\text{m}^2 + 29,17\text{m}^2 = 283,71\text{m}^2$$

##### GUARDA-CORPO

$$5,9 + 3,02 + 1,42 + 5,4 = 15,74\text{m}$$

## APÊNDICE F – Quantitativo dos materiais do sistema de concreto-PVC

### 3. SUPERESTRUTURA

#### 3.1 ALVENARIA

##### ARMAÇÃO DOS VERGALHÕES

##### VERTICAIS ARMAÇÃO ANCORAGEM A

##### CADA 0,8m

$$4 + 8 + 8 + 4 + 3 = 27 \text{ barras}$$

$$4 + 8 + 4 + 3 = 19 \text{ barras} \times 4 = 76 \text{ barras}$$

$$27 + 76 = 103 \text{ barras} \times 2 \text{ pavimentos} = 206$$

barras totais

$$206 \times 0,6\text{m} = 123,6 \text{ m}$$

##### CANTOS

$$6 \text{ barras} \times 12\text{unid} = 72 \text{ barras}$$

$$72 \times 2,6 = 187,2\text{m}$$

##### PORTAS

$$4 \text{ barras} \times 12\text{unid} = 48\text{barras}$$

$$48 \times 2,1 = 100,80\text{m}$$

$$123,6 + 187,2 + 100,8 = 411,6\text{m}$$

$$411,6\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 255,19\text{kg}$$

##### VERGAS E CONTRAVERGAS

Vergas Porta (0,8x2,10) e (0,7x2,10)

$$4 \text{ barras} \times 12 = 48\text{barras}$$

$$48 \times 1,3\text{m} = 62,4\text{m}$$

Vergas (Janelas)

$$1,6 + 1,6 + 1 = 4,2\text{m}$$

$$4 \text{ barras} \times 12\text{unid} = 48 \text{ barras}$$

$$48 \times 4,2\text{m} = 201,6\text{m}$$

Contra-verga (Janelas)

$$48 \times 4,2\text{m} = 201,6\text{m}$$

$$201,6 + 201,6 + 62,4 = 465,6\text{m}$$

$$465,6\text{m} \times 0,62\text{kg/m} = 288,67\text{kg}$$

##### CONCRETAGEM DOS PERFIS

$$6,87 + 3,62 + 4,28 + 1,34 + 2,59 + 2,59 + 1,34 =$$

$$22,63\text{m} \times 2\text{unid} = 45,26\text{m}$$

$$3,62 + 4,28 + 1,34 + 1,34 + 2,59 + 2,59 + 2,28 =$$

$$15,45\text{m} \times 4\text{unid} = 61,8\text{m}$$

$$3,12 + 6,87 + 1,78 + 2,59 + 1,34 + 3,12 = 18,82\text{m} \times$$

$$6\text{unid} = 112,92\text{m}$$

$$\text{esquadrias} = 1,2 + 0,6 + 0,7 + 0,8 + 1,2 = 4,5\text{m} \times$$

$$12\text{unid} = 54\text{m}$$

$$45,26 + 61,8 + 112,92 = 219,98\text{m} - 54\text{m} =$$

$$165,98\text{m}$$

$$165,98\text{m} \times 2,6\text{m} = 431,55\text{m}^2$$

$$431,55\text{m}^2 \times 0,064\text{m} = 27,62\text{m}^3$$

##### TRANSPORTE

Serra/ES até Teutônia/ RS = 2.037,2km

### 5. REVESTIMENTO

#### 5.1 PISO

##### REVESTIMENTO CERÂMICO

Metragem do piso

$$21,42 + 3,24 \times 6\text{unid} = 147,96\text{m}^2$$

$$17,98 + 3,24 \times 6\text{unid} = 127,32\text{m}^2$$

Sacada 24,66m<sup>2</sup>

$$147,96 + 127,32 + (24,66 \times 2) = 324,6\text{m}^2$$

##### IMPERMEABILIZAÇÃO

$$147,96 + 127,32 + (24,66 \times 2) = 324,6\text{m}^2$$

##### LASTRO GRANULAR

$$21,42 + 3,24 \times 3\text{unid} = 73,98\text{m}^2$$

$$17,98 + 3,24 \times 3\text{unid} = 63,66\text{m}^2$$

Sacada 24,66m<sup>2</sup>

$$73,98 + 63,66 + 24,66 = 162,3\text{m}^2$$

$$162,3\text{m}^2 \times 0,05\text{m} = 8,11 \text{ m}^3$$

##### CONCRETO MAGRO

$$73,98 + 63,66 + 24,66 = 162,3\text{m}^2$$

$$162,3\text{m}^2 \times 0,1 = 16,23\text{m}^3$$

#### 5.2 FORRO PVC

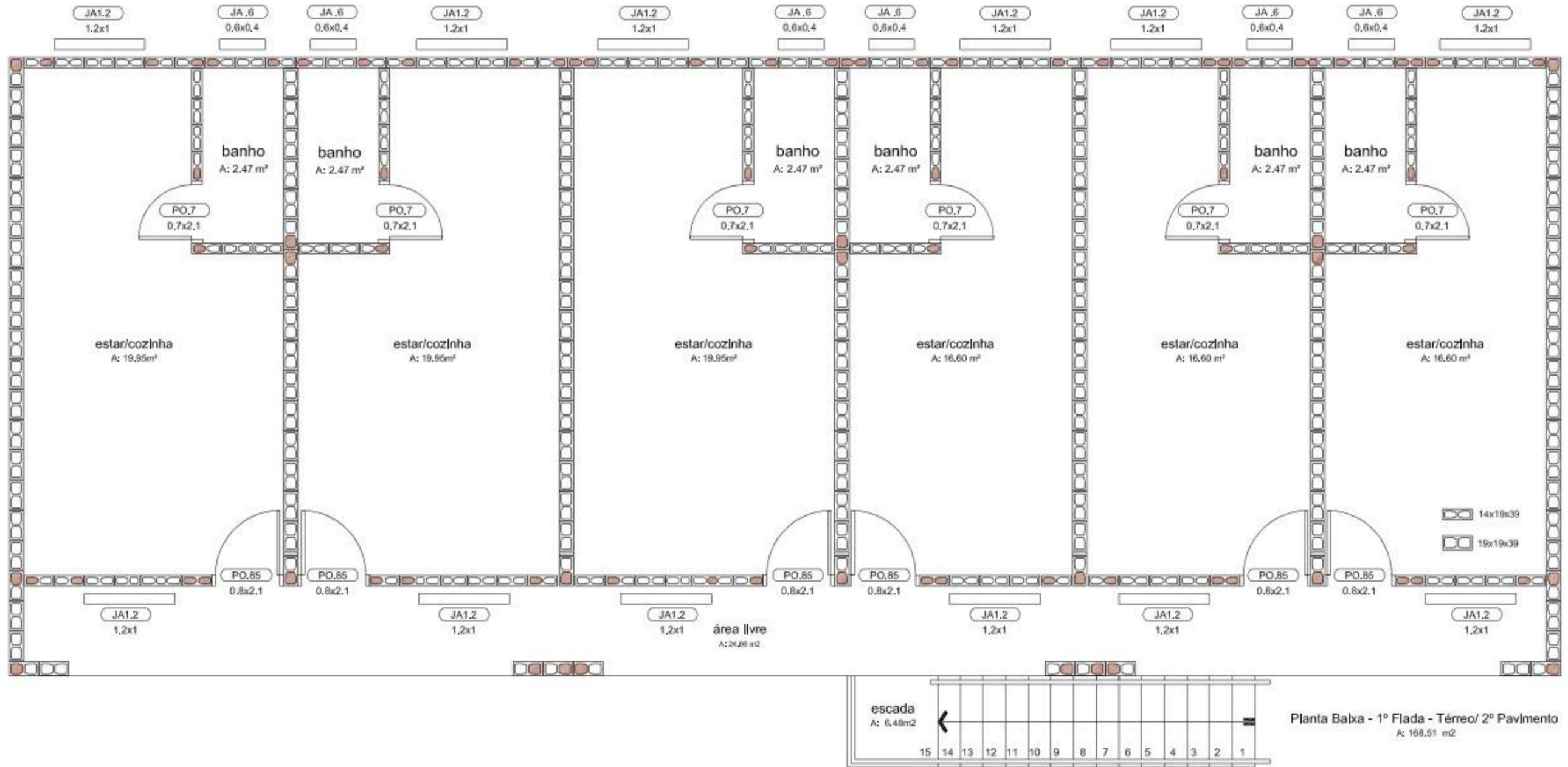
$$21,42 + 3,24 \times 3\text{unid} = 73,98\text{m}^2$$

$$17,98 + 3,24 \times 3\text{unid} = 63,66\text{m}^2$$

Sacada 24,66m<sup>2</sup>

$$73,98 + 63,66 + 24,66 = 162,3\text{m}^2$$

APÊNDICE G – Sistema de alvenaria estrutural - Planta Baixa – 1º Fiada – Pavimento térreo/ 2º pavimento

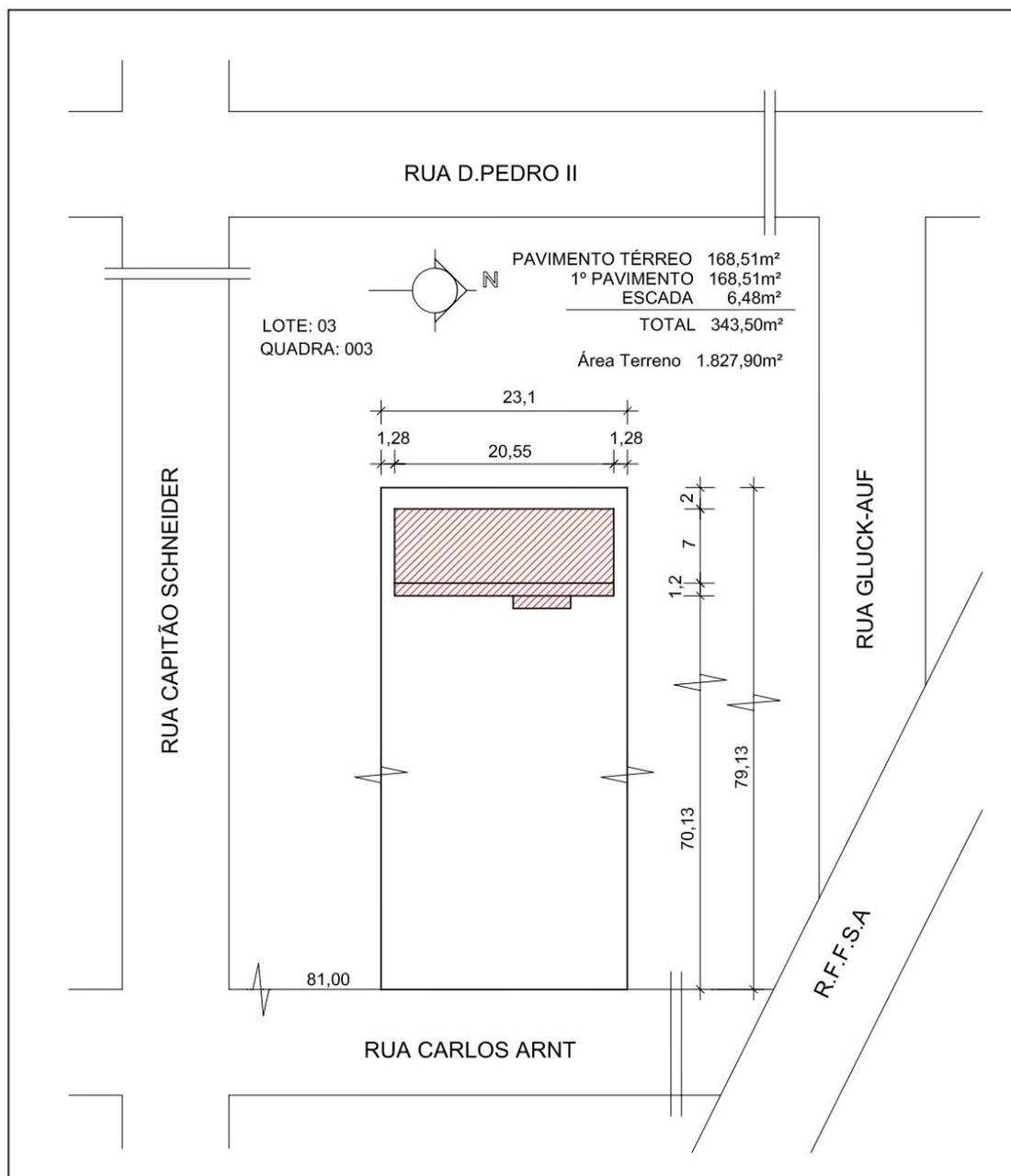


Fonte: Da autora (2019).



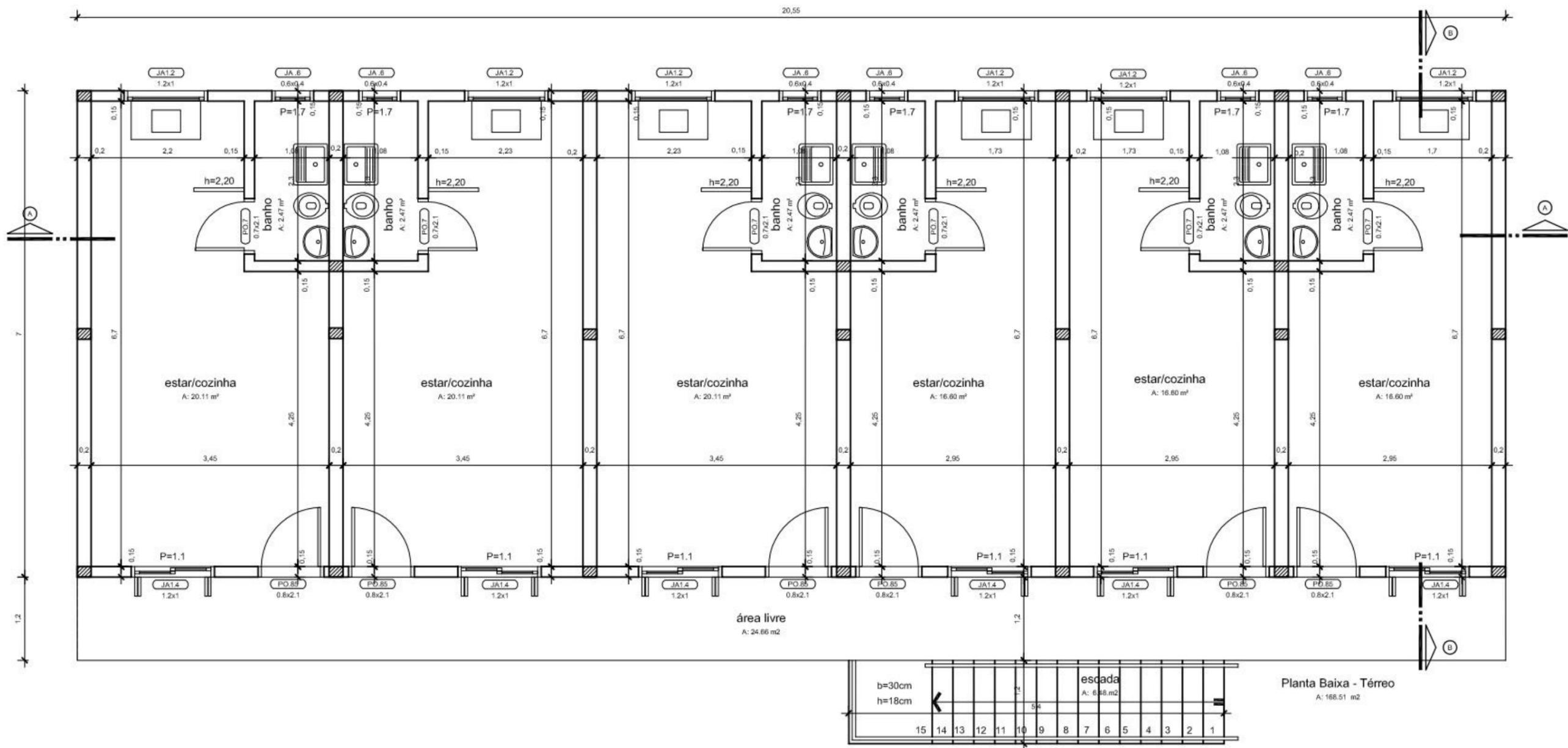
## **ANEXOS**

## ANEXO A – Situação e localização da obra



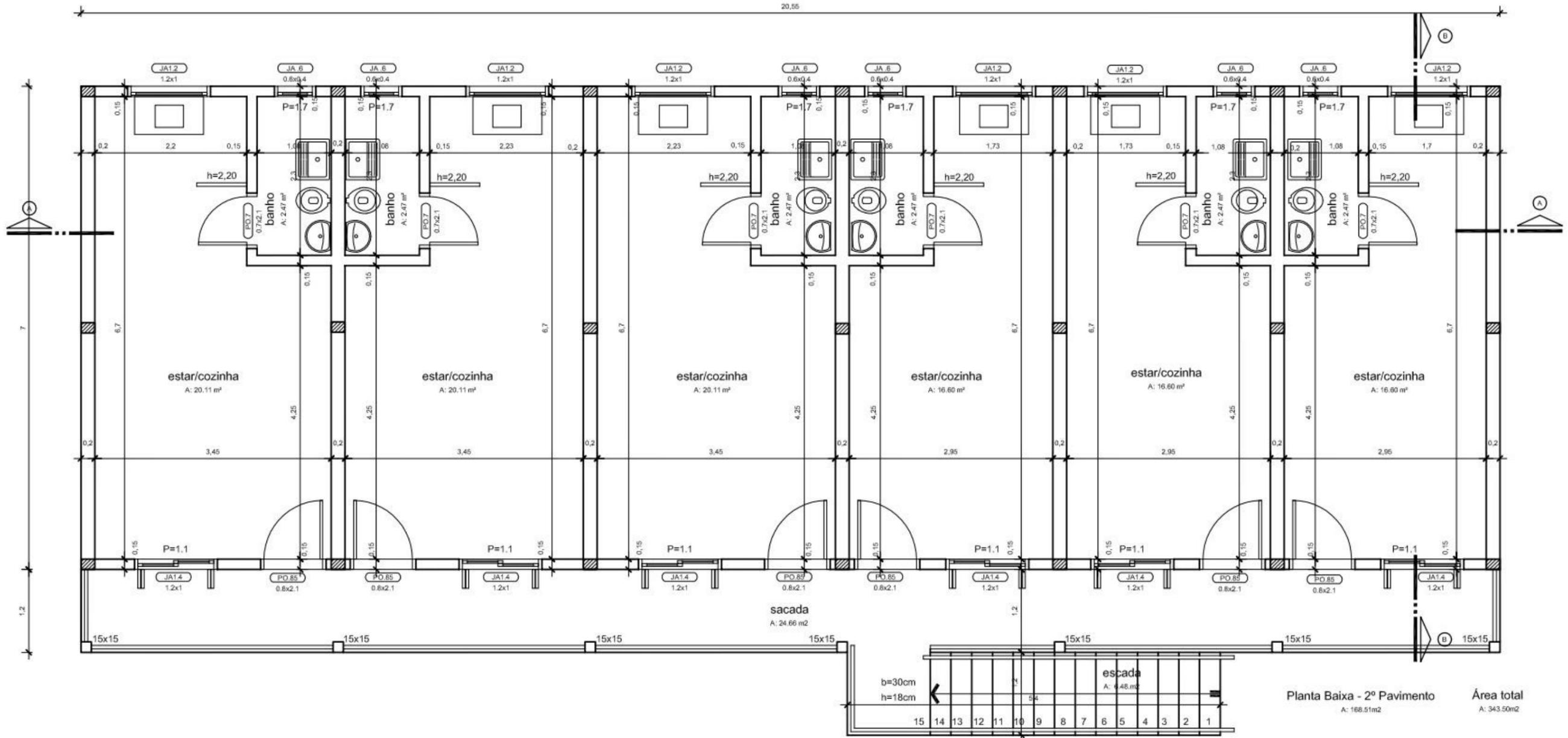
Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

ANEXO B – Sistema de concreto convencional - Planta Baixa – Térreo



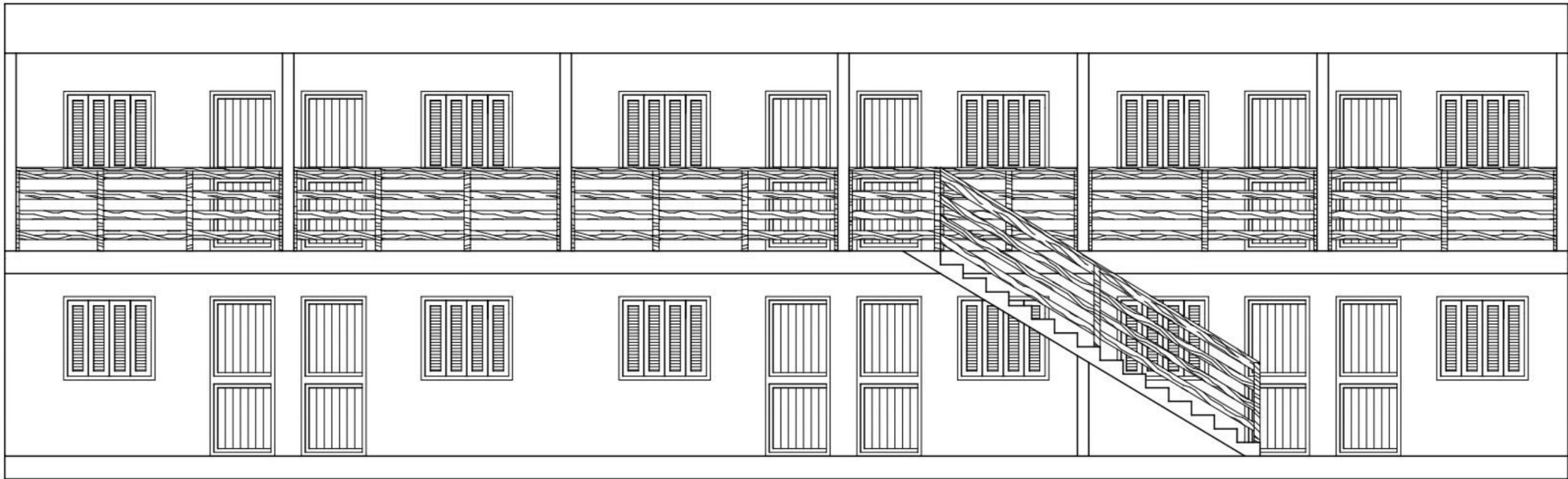
Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

ANEXO C – Sistema de concreto convencional - Planta Baixa – 2º Pavimento



Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

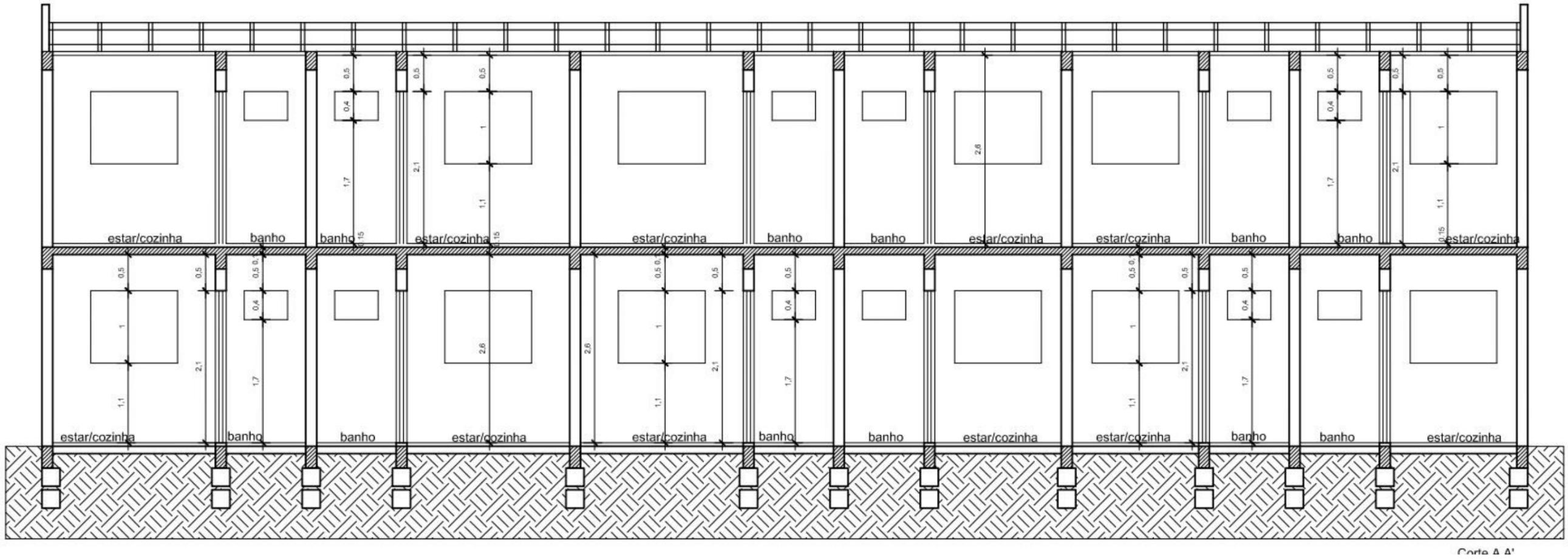
ANEXO D – Fachada



Fachada Leste

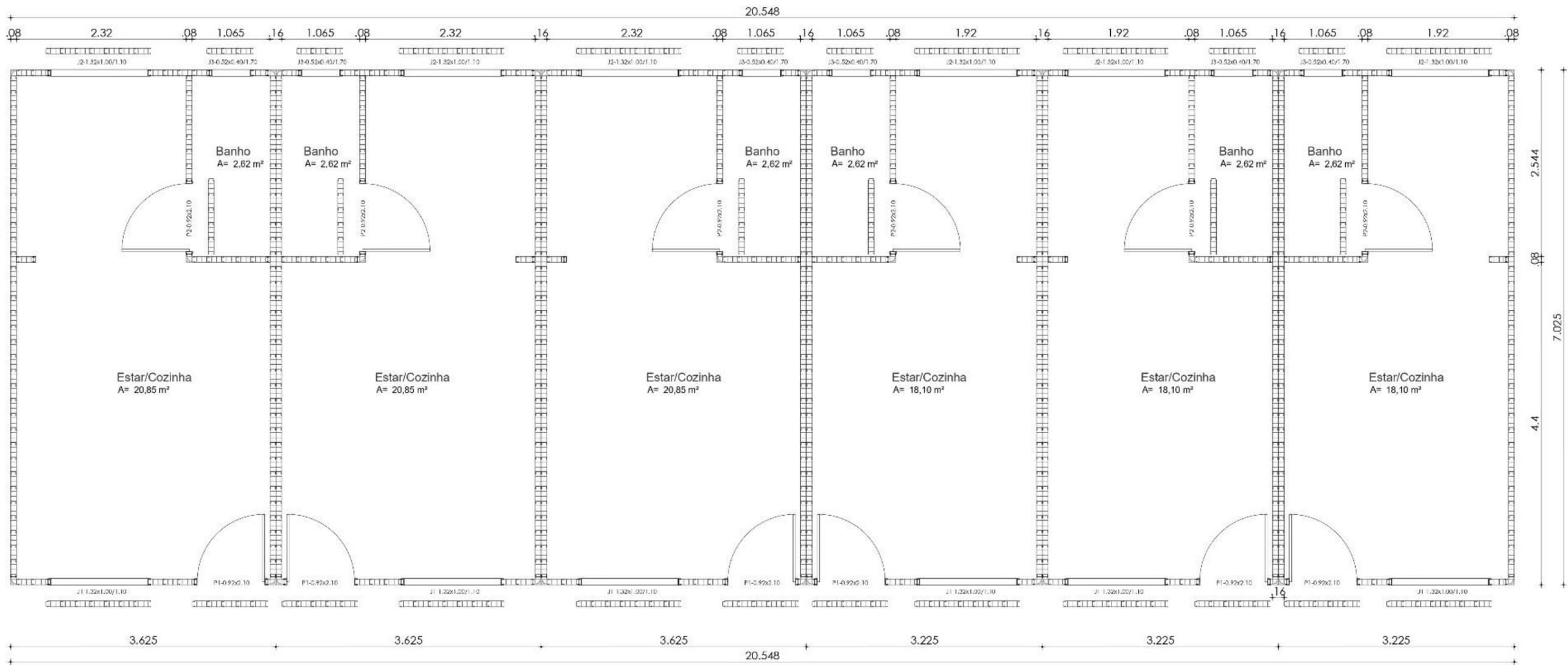
Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

ANEXO E – Corte AA



Fonte: Eng Civil Eldon Alberto Reckziegel (2019).

ANEXO F – Sistema de concreto-PVC - Planta Baixa – Térreo / 2º Pavimento



Fonte: Empresa fornecedora do orçamento (2019).



**UNIVATES**

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil  
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000  
[www.univates.br](http://www.univates.br) | 0800 7 07 08 09