

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**THALLES ESMERALDO DA COSTA**

**ESTUDO ANALÍTICO DE CUSTO E PRAZO DE EXECUÇÃO DE UMA CASA DE  
MÉDIO PORTE EM DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: FECHAMENTO EM  
ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO E PAINÉIS  
MONOLÍTICOS AUTO PORTANTES DE EPS.**

**VARGINHA**

**2020**

**THALLES ESMERALDO DA COSTA**

**ESTUDO ANALÍTICO DE CUSTO E PRAZO DE EXECUÇÃO DE UMA CASA DE  
MÉDIO PORTE EM DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: FECHAMENTO EM  
ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO E PAINÉIS  
MONOLÍTICOS AUTO PORTANTES DE EPS.**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário do sul de Minas para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação  
do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

**VARGINHA**

**2020**

**THALLES ESMERALDO DA COSTA**

**ESTUDO ANALÍTICO DE CUSTO E PRAZO DE EXECUÇÃO DE UMA CASA DE  
MÉDIO PORTE EM DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: FECHAMENTO EM  
ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO E PAINÉIS  
MONOLÍTICOS AUTO PORTANTES DE EPS.**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em:     /     /

---

Prof. Leopoldo Freire Bueno

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que colocou este sonho dentro de mim e me deu condições de realiza-lo. Aos meus pais que são a minha base e estiveram comigo em todos os momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo. Agradeço aos meus pais, que me deram todo apoio e sacrificaram junto comigo. Agradeço aos meus familiares e amigos que sempre torceram por mim. Agradeço aos meus professores, que sempre me ensinaram com toda dedicação e respeito. Ao meu orientador Prof. Leopoldo Freire Bueno, que esteve comigo durante todo este trabalho.

*“Somos feitos da mesma matéria que nossos sonhos”*. William Shakespeare

## RESUMO

Painéis monolíticos, têm sido cada vez mais utilizados na construção de edificações em alguns países, inclusive no Brasil, apresentando boas características de resistência mecânica, térmica e acústica. De maneira geral, este tipo de material tem sido empregado restritamente a obras de lajes, refrigeração e câmaras frias, sendo utilizado principalmente como painéis de fechamento, portantes ou não, existindo ainda um potencial a ser explorado em obras de infraestrutura, tais como: edificações, muros de arrimo, canais, galerias e reservatórios de água. Acredita-se que essa técnica de construção possa ser aplicada em obras de infraestrutura, trazendo vantagens tecnológicas e econômicas em relação a sistemas tradicionais. Esse trabalho se propõe a apresentar o projeto de uma edificação que está sendo executada com painéis de EPS e argamassa projetada, comparada com a mesma edificação calculada como se fosse construída de forma convencional em blocos de tijolos cerâmicos e estrutura em concreto armado, levando em consideração o custo geral da obra. A casa estudada está sendo construída em Varginha/MG, com início no mês de junho de 2019 e término em Janeiro de 2020, com a execução em uma primeira etapa da fundação e das alvenarias, exatamente as duas etapas que se distinguem e que preponderantemente são as etapas que mudarão o custo e tempo de execução dos serviços, uma vez que as demais etapas, laje, cobertura e acabamento, são basicamente iguais em ambos os métodos construtivos.

**Palavras-chaves:** Monolítico. EPS. Tempo de execução.

## **ABSTRACT**

*Monolithic panels have been increasingly used in the construction of buildings in some countries, including Brazil, presenting good characteristics of mechanical, thermal and acoustic resistance. In general, this type of material has been used strictly for slab, refrigeration and cold room works, being mainly used as closing panels, whether or not they carry, and there is still a potential to be explored in infrastructure works, such as: buildings, retaining walls, canals, galleries and water reservoirs. It is believed that this construction technique can be applied in infrastructure works, bringing technological and economic advantages over traditional systems. This work proposes to make a cost comparison of a building being executed with EPS panels and projected mortar, compared to the same building calculated as if it were built conventionally in ceramic brick blocks and reinforced concrete structure, taking into Considering the overall cost of the work and also the execution time of the method performed in relation to the conventional method. The house studied is being built in Varginha / MG, beginning in May 2019, and is now being completed, with the execution in a first stage of the foundation and the masonry, exactly the two stages that differ and that predominantly These are the steps that will change the cost and time of execution of the services, since the other steps, slab, covering and finishing, are basically the same in both constructive methods.*

**Keywords:** *Monolithic. EPS. Runtime.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização geográfica da obra, Varginha – MG.....	19
Figura 02: Poliestireno sob a forma granulada.....	20
Figura 03: Polímero antes da blocagem.....	21
Figura 04: Blocos e placas de EPS.....	22
Figura 05: Painel fabricado pelo grupo ISORECORT – Varginha/MG.....	24
Figura 06: Corte típico dos painéis de parede com 120mm e 150mm de espessura.....	24
Figura 07: Projeto de corte dos blocos de EPS, Isofort – Varginha/MG.....	25
Figura 08: Fixação das telas de aço.....	25
Figura 09: Painel escada.....	26
Figura 10: Painel de piso: armadura unidirecional e bidirecional.....	26
Figura 11: Armazenamento de Painéis – Varginha/MG.....	27
Figura 12: Elementos componentes das telas.....	27
Figura 13: Tipos de reforços.....	28
Figura 14: Preparo do solo para receber a fundação – Varginha/MG.....	29
Figura 15: Preparação das vigas para laje de piso – Varginha/MG.....	29
Figura 16: Painéis de EPS sobre a base - Varginha/MG.....	30
Figura 17: Montagem de radier – Varginha/ MG.....	30
Figura 18: Montagem do sistema – Varginha/MG.....	31
Figura 19: Detalhe dos reforços nos cantos das paredes e das janelas.....	32
Figura 20: Aço utilizado para reforçar as janelas e colunas.....	32
Figura 21: Facilidade de transporte dos painéis.....	33
Figura 22: Detalhe das régua e escoras que garantem a verticalidade dos painéis – Varginha/MG.....	33
Figura 23: Régua e escoras diagonais – Varginha/MG.....	34
Figura 24: Instalações elétricas e hidráulicas – Varginha/MG.....	35
Figura 25: Microfibra de Polipropileno.....	36
Figura 26: Aplicação de argamassa por equipamento de projeção – Varginha/MG.....	36
Figura 27: Revestimento das Paredes de EPS – Varginha/MG.....	37
Figura 28: Laje treliçada com preenchimento de isopor.....	38
Figura 29: Edificação sendo executada – Varginha/MG.....	39
Figura 30: Laje sendo executada – Varginha/MG.....	39

Figura 31: Obra finalizada – Varginha / MG .....	40
Figura: 32: Obra em sistema construtivo de concreto armado – Elói Mendes/MG.....	43
Figura 33: Fundação método convencional .....	43
Figura 34: Demonstrativo de Levante de alvenaria .....	45
Figura 35: Fôrmas de concreto em compensado plastificado.....	46
Figura 36: Método convencional com estrutura em concreto armado.....	47
Figura 37: Cortes realizados na alvenaria tradicional para passagem de dutos.....	48
Figura 38: Cimbramento com elementos metálicos.....	49
Figura 39:Cimbramento com Elementos de madeira.....	49
Figura 40: Disposição dos Painéis Monolíticos projeto Estrutural.....	55
Figura 41: Planta baixa da edificação.....	56
Figura 42: Lançamento Estrutural TQS.....	57
Figura 43: Projeto Final em 3D.....	58

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Tipos de EPS.....	22
Tabela 02: Análise de desempenho do sistema Monoforte.....	41
Tabela 03: Execução com método convencional.....	60
Tabela 04: Execução com método “Monolite” (painel sanduíche) .....	71

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 01: Prática para desforma dos painéis laterais.....	47
Quadro 02: Quadro de duração Alvenaria Convencional.....	63
Quadro 03: Orçamento do material para painel sanduíche (método executado) .....	68
Quadro 04: Orçamento mão de obra do oficial.....	69
Quadro 05: Orçamento mão de obra do ajudante.....	70
Quadro 06: Valor mão de obra da execução do sistema monolite.....	71
Quadro 07: Cronograma físico – Sistema Monolítico.....	74
Quadro 08: Cronograma físico – Alvenaria Convencional.....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Gráfico comparativo de custos.....	73
Gráfico 02: Gráfico comparativo de tempo.....	78

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Poliestireno Expandido (EPS).....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Polimerização.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Obtenção dos blocos de EPS .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4</b>	<b>Tipos de EPS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5</b>	<b>Sistema Monolite .....</b>	<b>24</b>
4.5.1	Histórico .....	24
4.5.2	Conceito estrutural do sistema.....	24
4.5.3	Transporte e armazenamento dos painéis .....	27
4.5.4	Malha de Aço.....	28
4.5.5	Reforços .....	29
4.5.6	Montagem do sistema .....	30
4.5.7	Montagem dos painéis .....	32
4.5.8	Instalações.....	35
4.5.9	O revestimento .....	36
<b>4.6</b>	<b>Montagem da laje .....</b>	<b>39</b>
<b>4.7</b>	<b>Acabamento .....</b>	<b>41</b>
<b>4.8</b>	<b>Normas regulamentadoras .....</b>	<b>41</b>
<b>4.9</b>	<b>Sistema construtivo convencional de alvenaria.....</b>	<b>43</b>
4.9.1	Fundação.....	44
4.9.2	Estrutura de concreto armado .....	45
4.9.3	Alvenaria.....	45
4.9.4	Armaduras para concreto.....	46
4.9.5	Fôrmas .....	47
4.9.6	Revestimento .....	48
4.9.7	Instalações na alvenaria .....	49
4.9.8	Cimbramento .....	49
4.9.9	Ligação da alvenaria com pilares de concreto .....	50
4.9.10	Lançamento do Concreto.....	51
4.9.11	Cura do Concreto.....	51
4.9.12	Pega do Concreto .....	52
<b>4.10</b>	<b>Estimativa de Custo .....</b>	<b>52</b>
4.10.1	Tabela de composição de preço para orçamento (TCPO) .....	52
4.10.2	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).....	53

<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>54</b>
<b>6. APRESENTAÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>56</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>7.1 Alvenaria convencional.....</b>	<b>58</b>
<b>7.2 Painéis Monolíticos.....</b>	<b>68</b>
<b>7.3 Comparativo .....</b>	<b>73</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A idéia da “Construção Sanduíche”, painéis auto portantes, que após a aplicação da argamassa, passa a ser painel monolítico, pode proporcionar uma economia no consumo de materiais, melhorar o desempenho através da combinação com materiais menos nobres, conseguindo elementos mais leves e de adequada resistência. BERNARDES (2010)

A aplicação dos elementos monolíticos tem-se restringido a edificações, sendo eles utilizados como painéis de fechamento (portantes ou não), forros e lajes. Esse método construtivo proporciona boas características de resistência, rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termoacústico, impermeabilidade e fácil transporte, podendo ser uma alternativa vantajosa em relação a outros tipos tradicionais de construção, como os que utilizam paredes de alvenaria ou sistemas pré-fabricados de concreto, por exemplo.

De acordo com SOUZA (2009), a origem dos painéis com poliestireno expandido (EPS) advém de um projeto italiano, desenvolvido em uma região sujeita a terremotos, com o intuito de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento térmica no início dos anos oitenta.

Com esta finalidade, foi desenvolvido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto de uma alma de EPS disposto entre duas malhas de aço eletro-soldadas, e em seguida recebendo revestimento em concreto e/ou argamassa aplicados nas obras, numa configuração tridimensional, que gera uma boa rigidez. (BERTOLDI, 2007).

Os pré-painéis são montados na obra. A resistência do sistema é garantida pelo revestimento de argamassa, executado em cada uma das faces do isolante, por métodos tradicionais de emboçamento ou por processos mais modernos de projeção da argamassa sob pressão.

O sistema chega ao Brasil, por volta do ano 1990, quando foi submetido a análises do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) que apresentou resultados favoráveis. BERTOLDI, (2007). Este sistema tem sido bastante implantado em países desenvolvidos como Itália, França, Inglaterra, Alemanha e EUA como uma solução para desafios do tipo, desqualificação e escassez de mão de obra e velocidade de execução.

O EPS (Poliestireno Expandido) é um material bastante leve, aplicando diretamente na redução dos custos das fundações da edificação além de desempenhar um papel de sustentabilidade devido à possibilidade de reciclagem do EPS. O nível de pré-fabricação do sistema, possibilita um ganho bastante considerável no tempo de execução, além de minimizar os erros de compatibilização de projetos e os desperdícios. Conforto ambiental, estanqueidade,



facilidade de montagem e maior liberdade criativa nos projetos arquitetônicos, são características que o EPS fornece ao sistema, tornando-o uma excelente opção para diversos projetos.

Ainda segundo BERTOLDI, (2007), o sistema tem um mercado consagrado nos países por onde passou, e vem crescendo muito no mercado brasileiro, trazendo uma nova tecnologia e uma solução inovadora, visto que o método apresenta diversas vantagens frente ao método convencional de estruturas de concreto armado e blocos de concreto utilizado como vedação.

Por se tratar de uma nova tecnologia de construção no Brasil, a demanda de serviços tem aumentado, surgindo novos fornecedores e indústrias. Tal competição tende a uma redução no preço dos materiais, facilitando o acesso e estimulando o consumidor final a considerar relevante os fatores para escolher este sistema construtivo, para isso, é fundamental que as características técnicas sejam bem conhecidas. MITIDIARI, (1998).

Esse trabalho se propõe a fazer comparativo de custo de uma edificação que será realizada com painéis auto portantes de EPS e argamassa projetada, com a mesma edificação calculada como se fosse construída de forma convencional em blocos de tijolos e estrutura em concreto armado, levando em consideração os aspectos de relevância para economia da obra e sua agilidade.

Para comparar esses dois métodos executivos foi preciso então elaborar planilhas executivas que discriminassem os serviços de cada método executivo, a partir daí fazer levantamento dos preços considerando os índices tirados da tabela SINAPI e vários itens pesquisados diretamente no mercado regional, no período dos serviços março e abril de 2020.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Tem-se como objetivo geral o estudo analítico de forma globalizada, o andamento dos processos e etapas da obra em ambos os casos, na alvenaria convencional e painéis MONOLÍTICOS em EPS, e assim conseqüentemente conseguir quantificar os custos em ambos os métodos construtivos, para que ao final do trabalho se consiga fazer uma análise crítica quanto aos resultados obtidos.

### 2.2 Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral é necessário ser realizado

- Pesquisa bibliográfica sobre os conceitos dos dois processos construtivos.
- Acompanhamento da construção no método executado, denominado “monolite”, com anotações de quantitativo de consumo de material e cronograma real executado;
- Levantamento de quantitativo de insumos, para a construção caso fosse feita no outro método construtivo comparado, em alvenaria convencional e estimativa do tempo de execução nesse método;
- Elaboração de uma Planilha Financeira, em ambos os métodos;
- Composição do preço de cada serviço;
- Comparativo das planilhas de cada método e definição de qual se apresenta com um melhor custo benefício em relação aos custos finais dos serviços;
- Cronograma físico de cada processo;

### 3 JUSTIFICATIVA

A população vem crescendo de forma cada vez mais rápida e a construção civil tem acompanhado o mesmo ritmo, pode se observar a todo o momento campanhas governamentais de incentivo a compra da casa própria, por essa razão, os profissionais da engenharia devem estar aptos e atentos às novas tecnologias, buscando reduzir custos, analisar métodos antigos que possam ser substituídos por novos que ofereçam melhores condições não só econômicas, mas também no tempo de execução e que ao final da obra apresente um melhor custo benefício em relação à métodos convencionais.

A Lei 12.305/2010 (Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos), trata da responsabilidade quanto à geração de “entulho”, o método estudado, apresenta quase zero de perdas em material, diferente do método convencional , onde o desperdício de materiais é constante. A figura 01 demonstra o local onde a obra foi analisada.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

A obra analisada é na cidade de Varginha – MG e para melhor compreensão do sistema, faz-se necessário falar sobre o produto base que caracteriza e diferencia o sistema dos demais sistemas, o EPS, bem como sua aplicação nos diversos setores da sociedade que direta ou indiretamente repercutem na realidade da engenharia, enquanto ciência que visa à viabilidade de processos.

Figura 01: Localização geográfica da obra, Varginha – MG.



Fonte: (Adaptado, GOOGLE EARTH, 2020).

### 4.1 Poliestireno Expandido (EPS)

De acordo com a norma DIN ISO-1043/78, o EPS é um plástico celular, derivado do petróleo, que no estado compactado, é um material rígido, incolor e transparente. Sua rigidez é dada através da polimerização do estireno em água, constituindo-se em uma espuma termoplástica, classificada como material rígido tenaz. A sigla internacional EPS representa Poliestireno Expandido. (ALVES, 2015)

## 4.2 Polimerização

Polímeros termoplásticos, termorrígidos e elastômeros podem ser transformados em materiais expandidos quando são submetidos ao processo de espumação, onde ocorre a inclusão em sua batelada de um agente de insuflação que perante aquecimento se decompõe e libera um gás, que proporcionará formação de bolhas por toda a resina termoplástica fundida. (BERLOFA, 2009, P. 19)

Polímeros são macromoléculas constituídas pela repetição de uma pequena unidade molecular de um determinado composto químico, unidade esta que recebe o nome de monômero. A reação que dá origem a um polímero é denominada reação de polimerização, em que a molécula inicial (monômero) se agrupa sucessivamente com outras, produzindo o dímero, trímero, tetrâmero e, por fim, o polímero.

Segundo ALVES, (2015) o poliestireno é uma resina termoplástica dura, amorfa e transparente polimerizada através do estireno (vinil benzeno). Essa polimerização acontece com aquecimento de uma suspensão em água e utilizando-se peróxidos para iniciar a reação. Ele pode ser utilizado de varias formas, como cristal, poliestireno de alto impacto e isopor, como vemos na figura 02.

Figura 02: Poliestireno sob a forma granulada



Fonte: (GLOBO EPS, 2016).

### 4.3 Obtenção dos blocos de EPS

Por meio do processo de polimerização do estireno em água, juntamente com a adição de um elemento expansivo, usualmente o pentano, ele sofre mudanças que o transformam em poliestireno expandido. Após a expansão, ele se denomina uma espuma termoplástica, e é classificada como material rígido. Constitui-se de cor branca, inodoro, reciclável, não poluente e certamente é um material de excelente qualidade nas temperaturas de  $-70^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  (HIGGINS, 1982).

A NBR 11752/2007 é a norma responsável pelo padrão do composto e da produção de isopor. Microscopicamente o EPS é composto de células fechadas, compostas por 2% de poliestireno, sendo o restante de seu volume preenchido com ar (98%), garantindo as suas propriedades físicas peculiares.

O Isopor está dividido em duas classes distintas, a classe P não retardante a chama e a classe F retardante a chama. E também dividido em três grupos de massas específicas: I – de 13 a 16  $\text{kg}/\text{m}^3$ , II – de 16 a 20  $\text{kg}/\text{m}^3$ , III – de 20 a 25  $\text{kg}/\text{m}^3$  (ABRAPEX, 2016).

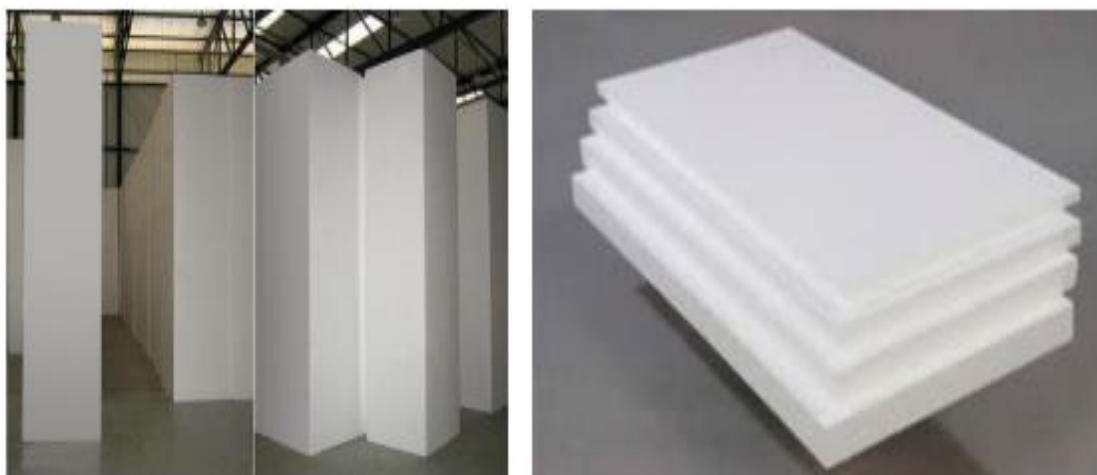
Para obtenção dos blocos de EPS, o material é submetido à ação de vapor saturado, produzindo uma expansão dos grânulos de poliestireno vítreo em cerca de 20 a 50 vezes o volume inicial, obtendo-se então os diferentes tipos, como podemos observar nas figuras 03 e 04.

Figura 03: Polímero antes da blocagem.



Fonte: (GLOBO EPS, 2016).

Figura 04: Blocos e placas de EPS.



Fonte: (GLOBO EPS, 2016).

#### 4.4 Tipos de EPS

São fabricados sete diferentes tipos de EPS, com suas propriedades básicas. Na tabela 1 seguem as características regulamentadas pela NBR 11752/2007 ao EPS:

Tabela 01: Tipos de EPS

Propriedades	Norma	Unidade	Tipos de EPS						
			Método de ensaio	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
Densidade aparente nominal	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/m.k	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistencia mínima à flexão	ASTM C-203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948		Material retardante à chama						

Fonte: (Adaptado, NBR 11752, 2007).

O EPS possui características favoráveis para utilização como elemento de enchimento, pois é leve, resistente e não serve de alimento a qualquer ser vivo inclusive micro-organismos, portanto, não favorece a presença de cupim, nem apodrece, favorecendo a vida útil do sistema. (BERNARDES, 2012).

## 4.5 Sistema Monolite

### 4.5.1 Histórico

O projeto “Monolite” tem sua origem italiana, desenvolvido em uma região com altos níveis de terremotos. A ideia principal era criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento acústica e rápida execução. A técnica então desenvolvida combinou ao mesmo tempo com as exigências normativas de desempenho estrutural, conforto térmico e a impermeabilização. O sistema Monolite tem homologação italiana (*Certificato d’Idoneita Técnica*) emitida em 1985 pelo Instituto *Giordianos*. (ALVES, 2015)

### 4.5.2 Conceito estrutural do sistema

Segundo a ISORECORT (2019), o núcleo do painel monolítico, é composto por uma placa de EPS (poliestireno expandido) tipo “F” (com aditivo retardante a chama) com densidade entre 10 e 12kg/m<sup>3</sup> e com medida padrão de 1000x80x3000mm (Alvenaria Autoportante) ou 1000x50x3000mm (Alvenaria para fechamentos de vãos e muros), podendo ser produzido com PIR (Espuma Rígida de Poliisocianurato) ou PUR (Espuma Rígida de Poliuretano) com especificações e medidas conforme projeto.

Em ambas as faces, o EPS é recoberto com telas metálicas eletro soldadas tipo Q-61 (CA-60 150x150x3,4xmm), com distanciadores Plásticos DI, que garantem o posicionamento das telas a 10mm das placas do núcleo. As telas metálicas são travadas entre si, através da inserção de pontos de amarração executados com arame galvanizado de 2.7mm, conferindo ao conjunto, rigidez e leveza.

Segundo a TECNOCELL(2007), o conceito estrutural deste processo pode ser considerado realmente monolítico. É uma característica de grande vantagem quanto à estabilidade da edificação, suportando inclusive abalos sísmicos. A carga das fundações é distribuída, o que reduz os custos da obra. Permite um isolamento térmico e acústico que se traduz em conforto habitacional com economia energética sem o uso de condicionamento de



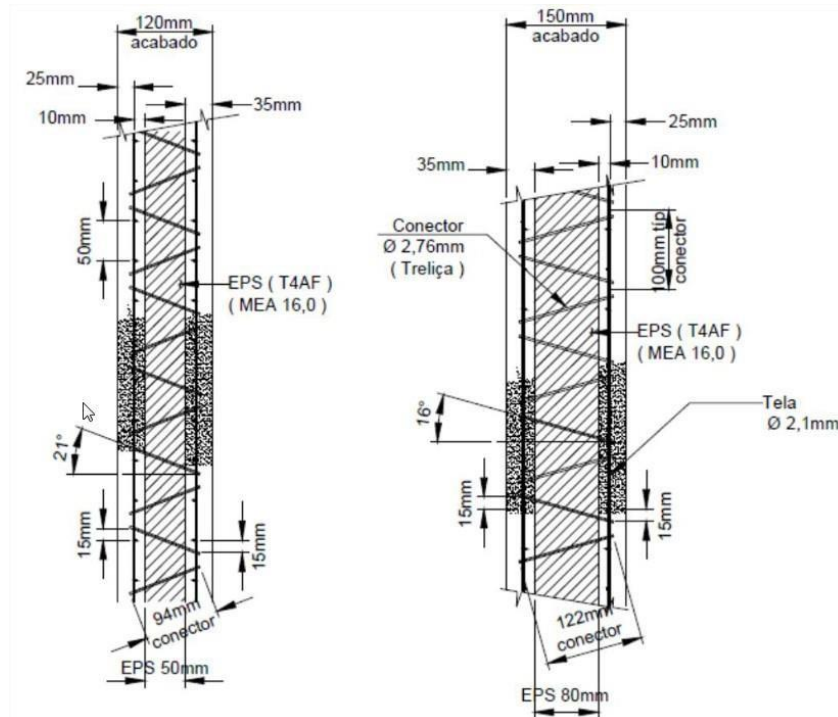
ar. Os projetos permitem construção de estruturas com mais de um pavimento sem a necessidade de colunas ou vigas. Na figura 05 podemos ver o painel monolítico, já na figura 06 a sua estrutura.

Figura 05: Painel fabricado pelo grupo ISORECORT – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019).

Figura 06: Corte típico dos painéis de parede com 120mm e 150mm de espessura



Fonte: (TECNOCELL, 2007).

O sistema construtivo está fundamentado pela união do processo industrial de produção dos painéis de poliestireno expandido e malhas de aço eletro soldada, cuja morfologia está desenhada para receber argamassa estrutural na obra, após montagens e instalações. Este sistema se baseia integralmente em painéis modulares produzidos industrialmente. Na figura 07, podemos observar o corte recebido no EPS.

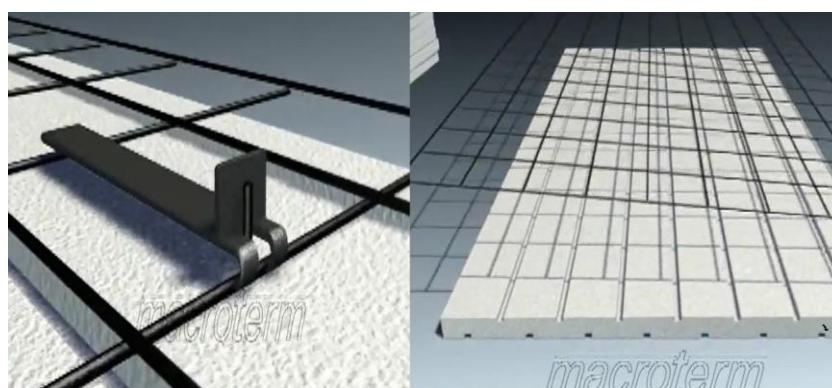
Figura 07: Projeto de corte dos blocos de EPS, Isofort – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019) .

Com o EPS e as malhas de aço produzidas, elas são unidas por grampos de aço e finalizadas para entrega no canteiro de obras, como analisamos na figura 08.

Figura 08: Fixação das telas de aço



Fonte: (ISORECORT, 2019).

O poliestireno expandido utilizado no painel localiza-se na linha central neutra e suas formas conferem um desenho estrutural inteligente ao revestimento, que possui um aumento de sua seção por onde corre o fio da malha de aço e da armadura de reforço (BERNARDES, 2012). ALVES(2015), define os painéis de EPS podem ser ondulados, retangulares ou duplos, e sua

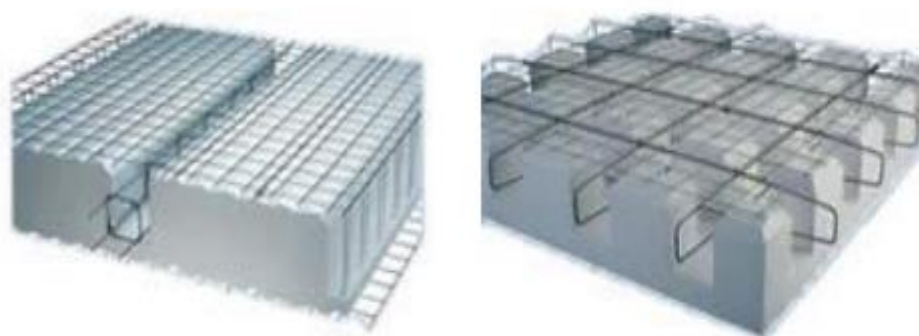
utilização será determinada pela capacidade de se preencher as cavidades com argamassa, para que se formem micro colunas de reforço. Na construção de prédios com vários pavimentos, os painéis principais de sustentação devem ser duplos, com espaço variável entre eles, conforme a altura do edifício, e serão preenchidos com concreto estrutural. No final, o aspecto da edificação será de construção tradicional de alvenaria. O sistema monolítico pode ser empregado para executar tanto paredes como pisos e coberturas inclinadas, como representados nas figuras 09 e 10.

Figura 09: Painel escada.



Fonte: (ALVES, 2015).

Figura 10: Painel de piso: armadura unidirecional e bidirecional.



Fonte: (ALVES, 2015).

#### 4.5.3 Transporte e armazenamento dos painéis

O transporte e içamento podem ser manuais, e os painéis devem ser armazenados na posição horizontal com pilhas de no máximo 20 painéis, em locais secos e limpos.

TECNOCELL(2007). Na figura 11 podemos observar o armazenamento dos painéis na obra localizada em Varginha – MG.

Figura 11: Armazenamento de Painéis – Varginha/MG.

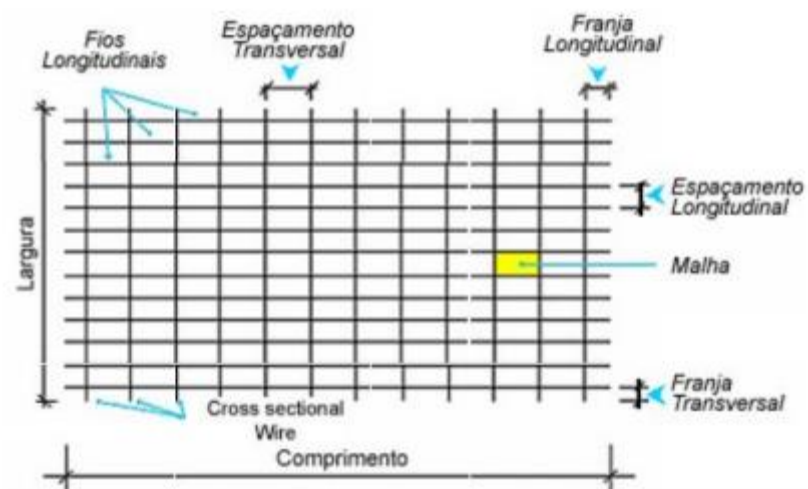


Fonte: o autor (2019).

#### 4.5.4 Malha de Aço

A figura 12 demonstra a estrutura da malha de aço do sistema monolite.

Figura 12: Elementos componentes das telas.



Fonte: (IBTS, 2016).

As malhas do sistema construtivo são produzidas com aço de alta resistência, com tensão última superiores a 600 MPa, com limite de escoamento,  $f_y$  maior que 600 N/mm<sup>2</sup> e limite de ruptura,  $f_t$  maior que 680 N/mm<sup>2</sup>. O aço utilizado pode ser do tipo comum, zincado, galvanizado a quente e inoxidável, adequados às necessidades de aplicação e que garantam estabilidade e integridade ao longo do tempo.

#### 4.5.5 Reforços

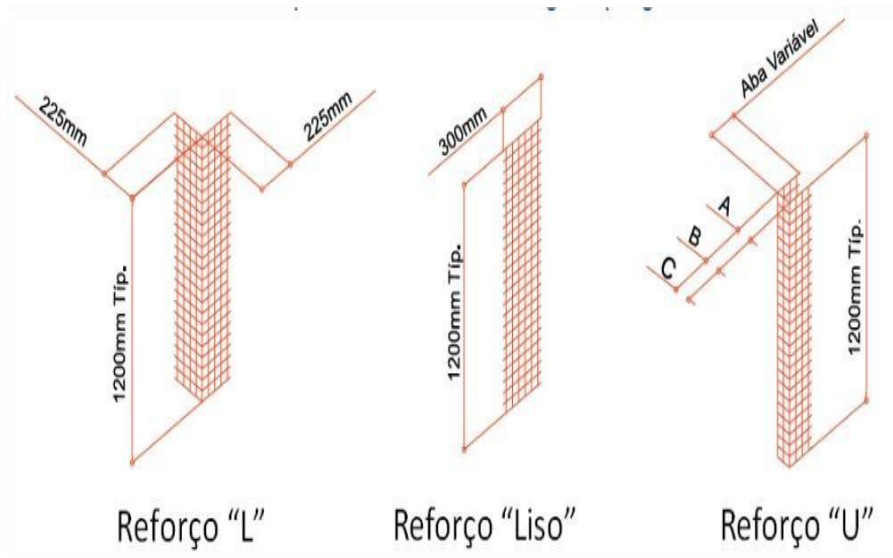
Esse método segundo ALVES (2015), possui três tipos básicos de reforços, concebidos com arame de aço galvanizado de com malha, semelhantes à dos painéis. O reforço “liso” é utilizado para reforçar as aberturas de portas e janelas em cantos onde estão presentes os acúmulos de esforços, este reforço também é utilizado em painéis que perderam seu traspasse e em recortes para passagens de tubulações hidráulicas e elétricas.

O reforço “U” utilizado em todo o perímetro das aberturas evitando assim que o revestimento dos painéis seja aplicado diretamente no EPS e o reforço “L” aplicado em todo encontro de paredes perpendiculares.

O objetivo da utilização destes reforços é formar uma estrutura única, interligando toda a montagem e fortalecer possíveis pontos críticos da estrutura.

Esses reforços são instalados à tela do painel com arame ou grampo galvanizados, como vemos na figura 13.

Figura 13: Tipos de reforços.



Fonte: (IBTS, 2016).

#### 4.5.6 Montagem do sistema

##### 4.5.6 .1 Preparo das fundações

Segundo a ISORECORT,2019, a fundação normalmente utilizada é do tipo radier, executado com concreto fck maior que 20 MPa, com espessura média de 15 cm, de acordo com as especificações de projeto, assentado sobre lastro drenante de brita, recoberta/impermeabilizada com manta de PE de 0,2mm. Sobre a manta, temos a armadura do radier, normalmente constituída por tela de aço CA-60 soldada simples ou dupla, conforme projeto estrutural. As tubulações de hidráulica, elétrica e outras, devem ser posicionadas antes da concretagem do radier. Nas figuras 14,15,16 e 17 podemos ver as etapas então descritas.

Figura 14: Preparo do solo para receber a fundação – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

Figura 15: Preparação das vigas para laje de piso – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019).

Podem ser utilizadas outros tipos de fundação, como vigas sobre estacas ou sapatas corridas, dependendo do tipo de obra e especificações do projetista estrutural. No caso de reformas e ampliações, os painéis monolíticos podem ser fixados sobre lajes existentes (desde que tenham capacidade de carga condizente).

Figura 16: Painéis de EPS sobre a base - Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

Figura 17: Montagem de radier – Varginha/ MG.



Fonte: o autor (2019).

Segundo a ISORECORT (2019), de 1 a 3 dias após a concretagem, inicia-se a locação das alvenarias sobre o radier. Os painéis são fixados à fundação pela sua base, com barras de aço CA-50 de 10 mm de diâmetro x 60cm de comprimento, posicionando o primeiro furo a 25cm da borda (canto) do radier e os demais furos a cada 50cm, em ambos os lados. Essas barras (arranques), são engastadas na fundação (radier), executando-se um furo de  $\varnothing 12\text{mm} \times 10\text{cm}$  de profundidade, e utilizado um chumbador químico (compound adesivo ou similar).

#### 4.5.7 Montagem dos painéis

Os painéis são posicionados entre os arranques da fundação, iniciando-se a montagem sempre por um canto, saindo com os mesmos nos dois sentidos, fechando-se os cômodos, com os painéis sendo amarrados entre si, com auxílio de peças de reforços em tela eletro soldada (tipo “I” ou “L”), com arame recozido nº 18 retorcido, de acordo com a especificação do projeto, como vemos na figura 18.

Figura 18: Montagem do sistema – Varginha/MG

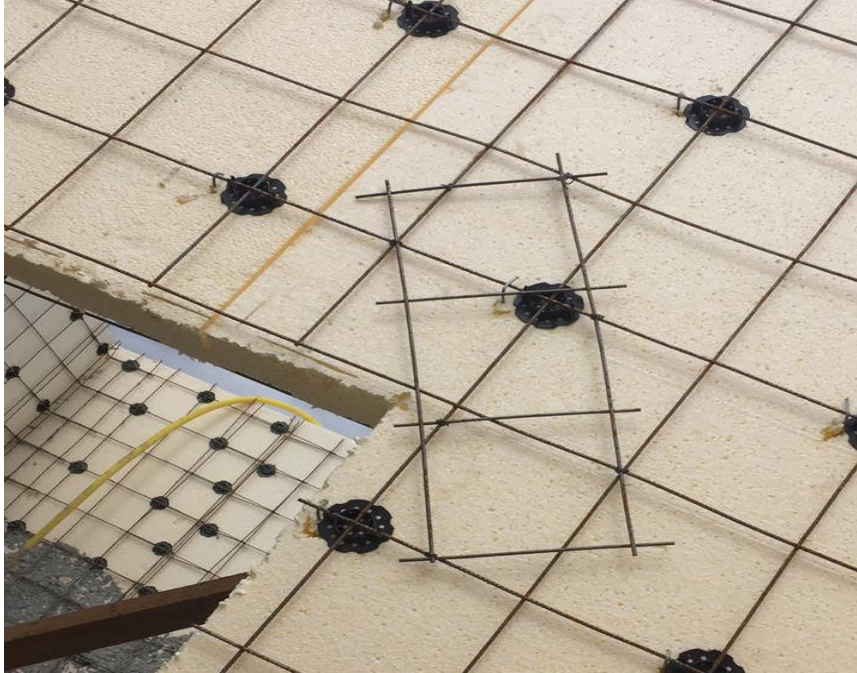


Fonte: o autor (2019).



Segundo ALVES, (2015), nos cantos dos painéis e nos cantos das portas e janelas pedaços de tela devem ser colocados nos lados interno e externo na posição diagonal, para absorver tensões e eventuais trincas como vemos na figura 19 e 20.

Figura 19: Detalhe dos reforços nos cantos das paredes e das janelas.



Fonte: o autor (2019).

Figura 20: Aço utilizado para reforçar as janelas e colunas



Fonte: o autor (2019).

O painel é manuseado e colocado na posição por poucos funcionários, o que simplifica e acelera a montagem do sistema. A figura 21 mostra dois operários transportando os painéis com facilidade.

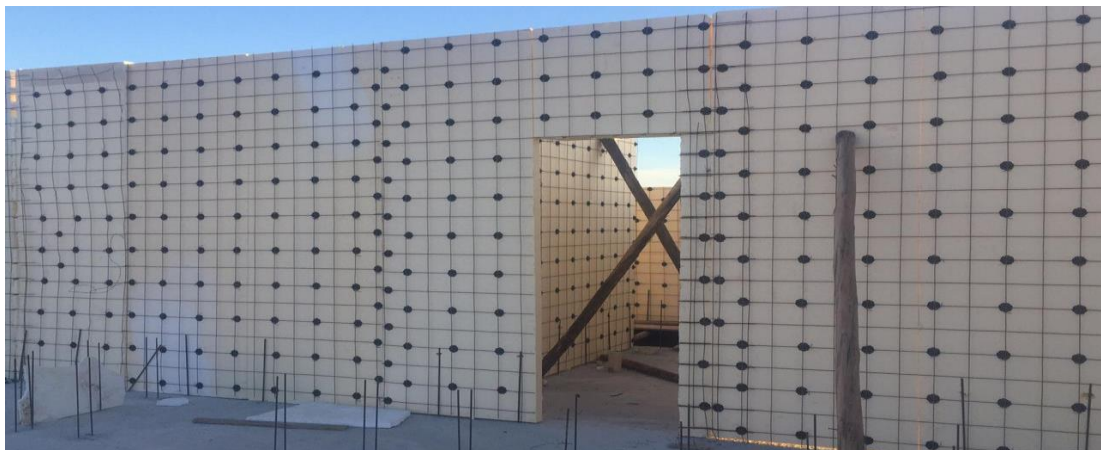
Figura 21: Facilidade de transporte dos painéis



Fonte: o autor (2019).

Para alinhar os painéis, serão utilizadas régulas de alumínio (ou madeira aparelhada), formando duas linhas na horizontal, a primeira a 60cm do piso, e a segunda a 200cm da primeira. Estas régulas serão posicionadas nas duas faces dos painéis, fixando-as umas às outras, por meio de arame recozido, transpassado pelo EPS, como vemos na figura 22 a seguir:

Figura 22: Detalhe das régulas e escoras que garantem a verticalidade dos painéis – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

Para o prumo dos painéis, serão utilizadas escoras reguláveis, na diagonal e perpendicular às régulas (tipo mão Francesa). Caso os painéis sejam aplicados num segundo piso, os processos se repetem, não havendo necessidade de arranques, visto na figura 23.

Figura 23: Régulas e escoras diagonais – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019).

Em cada ângulo reto são colocados cantoneiras em tela de aço, externa e internamente aos painéis e nos cantos das aberturas de portas e janelas são colocados vergas e contra vergas de tela em "U" para neutralizar esforços de corte e esmagamentos localizados.

#### 4.5.8 Instalações

Segundo ALVES (2015), as instalações hidráulicas e elétricas são muito mais facilitadas no processo construtivo *Monolite*, pois não ocorrem quebras de parede, como no processo tradicional. Nas instalações elétrica e hidráulica, deve-se projetar o posicionamento das passagens, o traçado dos tubos poderá ser marcado nos painéis por spray de tinta ou qualquer tipo de marcador visível. Utilizando-se um soprador térmico (pistola de ar quente) ou maçarico, abrem-se sulcos por onde a tubulação deverá passar, seguindo o projeto. O ar quente funde a espuma com facilidade. Na figura 24, podemos ver a execução da instalação elétrica.

Figura 24: Instalações elétricas e hidráulicas – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019).

Em seguida, os tubos devem ser colados debaixo da tela de aço, montando-se todo o conjunto antes da etapa de revestimento. No caso de tubos rígidos ou semi-rígidos, quando necessário, corta-se a tela metálica com um alicate e no final, fecha-se novamente a tela para segurar a tubagem. As saídas de hidráulica e caixas para instalação elétrica devem ser fixadas na malha de aço e reguladas para que fiquem no mesmo plano da face concluída do revestimento. (ALVES, 2015)

#### 4.5.9 O revestimento

A superfície dos painéis deve estar limpa, isenta de manchas e de materiais que possam diminuir a aderência da argamassa. O traço é de 1:3 (cimento e areia, em volume), com 200ml de aditivo plastificante tipo chapiscofix ou equivalente, e 200g de microfibras de Polipropileno (6mm) por saco de cimento. A figura 25 mostra a microfibras.

Figura 25: Microfibras de Polipropileno



Fonte: o autor (2019).

A argamassa pode ser aplicada com a utilização de colher de pedreiro ou com um projetor pneumático (preferencialmente), sendo esta, aplicada ao menos em duas camadas: a primeira camada com 1cm (até altura da malha) e a segunda com 2cm de espessura (no máximo 48h após a primeira), mostrado na figura 26.

Figura 26: Aplicação de argamassa por equipamento de projeção – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

As mestras ou o taliscamento servem para demarcar as áreas de projeção, delimitando a espessura final da argamassa, e como apoio para a régua utilizada no sarrafeamento. As mestras devem estar alinhadas e aprumadas para garantir o acabamento da camada de argamassa e sua espessura mínima.

A argamassa deve ser projetada no espaço delimitado pelas mestras ou pelo taliscamento. A projeção deve começar sempre de baixo para cima, entre as mestras ou taliscamentos, em quantidade suficiente para o preenchimento, sem excesso e de forma a evitar o retrabalho. A espessura de 3,0 cm de argamassa é obtida por camadas. Cada camada de projeção deve ter espessura de no mínimo 0,5 cm e no máximo 2,0 cm.

Após a projeção, é feito o sarrafeamento com régua de alumínio, no sentido vertical e de baixo para cima, evitando que a argamassa excedente caia no chão. Esse processo tem como objetivo retirar o excesso de material projetado na parede e promover uma regularização inicial. Se for verificada a existência de falhas na aplicação da argamassa após o sarrafeamento, deve-se refazer a projeção, corrigindo tais irregularidades. A figura 27 mostra o revestimento das paredes de EPS.

Figura 27: Revestimento das Paredes de EPS – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

Recomenda-se a cura úmida, molhando as paredes por pelo menos 3 dias após o revestimento, com uso de mangueira com projeção da água em forma de chuveiro, evitando o aparecimento de fissuras por retração.

#### 4.6 Montagem da laje

A laje recomendada será a pré-fabricada Treliçada com EPS Unidirecional ou Bidirecional com especificações e dimensionamento conforme projeto, sendo indicada no máximo a execução de 2 lajes, sem a necessidade de acréscimo de estruturas auxiliares, como vemos na figura 28.

Figura 28: Laje treliçada com preenchimento de isopor.



Fonte: o autor (2019).

Segundo BERNARDES, (2012) A montagem das lajes é da mesma forma que o método convencional de alvenaria, utiliza-se o EPS e as treliças. Preferencialmente utiliza-se o sistema de lajes pré-fabricadas isopor, que conta com muitas vantagens, sendo elas:

- Leveza, com peso entre 10 e 25 Kg/m<sup>3</sup> (Peso da cerâmica = 800 Kg/m<sup>3</sup>)
- Resistência á compressão de 1.000 a 2.000 Kg/m<sup>2</sup>
- Possibilita grande vão e sobrecargas altas nas lajes
- Economia no Transporte e fácil manuseio
- Reduz em até 50% o tempo de montagem das lajes
- Elimina a reposição de material por quebras de lajotas
- Diminui a perda de nata de cimento e melhora cura da laje
- Melhoria de até 70% no isolamento da laje
- Redução de 5 a 15% no consumo de concreto
- Redução da quantidade de entulho como o peso da laje pré-fabricada com elemento de isopor (EPS) é de 10 a 25 kg/m<sup>3</sup>, diminuem também as reações; nos apoios das vigas, das vigas para os elementos verticais e para as fundações, economizando aço, fôrmas e mão-de-obra em toda a estrutura. A figura 29 mostra a edificação sendo montada para receber a laje, e na figura 30 ela sendo executada.

Figura 29: Edificação sendo executada – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2019).

Figura 30: Laje sendo executada – Varginha/MG



Fonte: o autor (2019).



## 4.7 Acabamento

Após a execução de todos os processos são instaladas as portas e janelas, concluindo-se a fase estrutural, entrando assim, em fase normal de acabamento.

Faz-se então as etapas de pintura, instalações hidrosanitárias, elétricas e as demais fases de acabamento em geral. A figura 31 apresenta a obra já finalizada.

Figura 31: Obra finalizada – Varginha/MG.



Fonte: o autor (2020).

## 4.8 Normas regulamentadoras

Em 2014 foi realizado estudo para aferir o desempenho do Sistema Construtivo Monoforte, por ocasião das recentes orientações lançadas da NBR 15575/2013, Desempenho de edificações habitacionais, entre outras. (ALVES, 2015). A tabela 02 a seguir refere-se a esse estudo de desempenho.

Tabela 02: Análise de desempenho do sistema Monoforte

<b>Análise de Desempenho do Sistema Construtivo Monoforte conforme NBR 15575 - Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos</b>		
<b>Característica</b>	<b>Resultados</b>	<b>Normas Relacionadas</b>
Resistência compressão centrada Painel h= 2,70 m e Esp.= 0,15 m	$\geq 538$ KN/m	ABNT NBR 8949/2005
Resistência compressão centrada Painel h= 2,70 m e Esp.= 0,12 m	$\geq 370$ KN/m	ABNT NBR 8949/2005
Resistência compressão excêntrica – e= 4cm Painel h= 2,70 m e Esp.= 0,15 m	$\geq 535$ KN/m	ABNT NBR 8949/2005
Resistência a flexão em 4 pontos (Parede de 12 cm)	Momento fletor máximo em média = 4,43 kN.m/m	ABNT NBR 14322
Resistência a flexão em 4 pontos (Parede de 15 cm)	Momento fletor máximo em média = 6,62 kN.m/m	ABNT NBR 14322
Verificação em laboratório da estanqueidade à água de SVVE	Não houve manchamento do painel na face oposta	ABNT NBR 15.575 - 4/2008 - anexo C
Ensaio de impacto externo de corpo mole em vedação vertical externa (fachada) - para atender o nível (S)	Energia de impacto de corpo mole = 960 J (não ocorrência de ruína - estado limite último)	ABNT NBR 15575/2013; ABNT NBR 11675 - MB - 3256; SINAT N° 002
Ensaio de impacto externo de corpo duro (ação de 10 impactos iguais com energia de 3,75 J)	Não ocorrência de falhas	ABNT NBR 15575/2013; ABNT NBR 11675 – MB - 3256
Ensaio de impacto interno de corpo duro (ação de 10 impactos iguais com energia de 20 J)	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou transpassamento	ABNT NBR 15575/2013; ABNT NBR 11675 – MB - 3256
Ensaio de ação de cargas provenientes de peças suspensas (carga de ensaio aplicada 1,2kN e carga de uso aplicada 0,6kN em cada ponto)	Não foram observadas fissuras nem deslocamentos	ABNT NBR 15575/2013

Continua		
Característica	Resultados	Normas Relacionadas
Ensaio de resistência ao fechamento brusco com aplicação de 10 impactos com força de 147N	Não apresentou falhas, tais como rupturas, fissuras, destacamentos e cisalhamento	ABNT NBR 8054/1983
Ensaio de impacto de corpo mole no centro geométrico da porta (sentido de fechamento da folha)	Aprovado	ABNT NBR 8051/1983
Ensaio de impacto de corpo mole no centro geométrico da porta (sentido de abertura da folha)	Aprovado	ABNT NBR 8051/1983
Determinação da resistência ao fogo	Apresentou resistência ao fogo, no grau corta-fogo, pelo período de 30 minutos	ABNT NBR 5628/2001; CETAC - LSF - PE - 047
Desempenho térmico para as condições de verão e inverno com uso de qualquer cor como pintura	Atende ao desempenho mínimo nas 8 zonas bioclimáticas	ABNT NBR 15.575 : 2013

Fonte: (Adaptado, Termotécnica, 2019).

#### 4.9 Sistema construtivo convencional de alvenaria

De acordo com NASCIMENTO (2007), a alvenaria é um sistema construtivo de origens milenares, começando com o simples empilhamento de materiais. Esse método alcançou sucesso por meio dos impulsos econômicos sofridos naquele período, provavelmente devido à uma economia mais estável com o tempo, a maior preocupação com o aumento da competitividade do mercado. Sendo assim, começou a surgir uma necessidade por elementos e estratégias distintas, que englobassem todas as carências que a alvenaria até então não supria.

O sistema construtivo que será abordado é com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, sem função estrutural, sendo este o sistema mais utilizado no Brasil.

Segundo AZEVEDO (1997), alvenaria convencional se trata de construções realizadas com as chamadas estruturas de fundação como as sapatas, pilares, vigas e lajes em concreto que são produzidas e moldadas por meio de moldes de madeira com o papel de receber toda carga prevista em projeto, e utilizando como vedação os blocos de cerâmica, assentados com o uso da argamassa. A figura 32 demonstra o método convencional sendo executado.

Figura 32: Obra em sistema construtivo de concreto armado – Elói Mendes/MG.



Fonte: o autor (2019).

#### 4.9.1 Fundação

De acordo com YAZIGI (2002), a fundação tem a função de absorver toda a carga que lhe é aplicada com o peso da estrutura. Ela pode ser feita de modo a ser rasa ou profunda, a escolha do tipo de fundação para uma construção depende de diversos fatores, como parâmetros do solo, nível do lençol freático, resistência, topografia, profundidade até a camada resistente, entre outros. Quando se tem uma base de superfície, é preciso conduzir o peso da estrutura para o solo por meio de um arranjo de pressão em cima da fundação. Em meio a esse tipo de função se encaixam as sapatas, blocos, sapatas associadas, radiers e vigas de fundação, como na figura 33.

Figura 33: Fundação método convencional.



Fonte: o autor (2019).

#### 4.9.2 Estrutura de concreto armado

Segundo BAUER (1994), após a fundação, é necessário a construção da estrutura de concreto armado, ou seja, vigas, pilares e lajes. O esqueleto é composto por ferragens prevista em projeto estrutural e preenchida por concreto com  $f_{ck}$  definido pelo mesmo. O concreto pode ser comparado a uma rocha, com alta resistência a compressão, e baixa resistência a tração, sendo assim, com a adição de barras de aço a estrutura passa a suportar todas as cargas, compondo o concreto armado.

De acordo com BARROS e MELHADO (1998), as armaduras são necessárias, a fim de amortecer as tensões de cisalhamento e tração, assim como desenvolver a eficiência resistente dos elementos comprimidos. Para isso, utiliza-se fôrmas que possui três finalidades básicas ao seu sistema: formar o concreto; controlar o concreto e suportá-lo até que consiga bastante resistência a fim de suportar-se por si só, assim como dar a textura desejada à face do concreto.

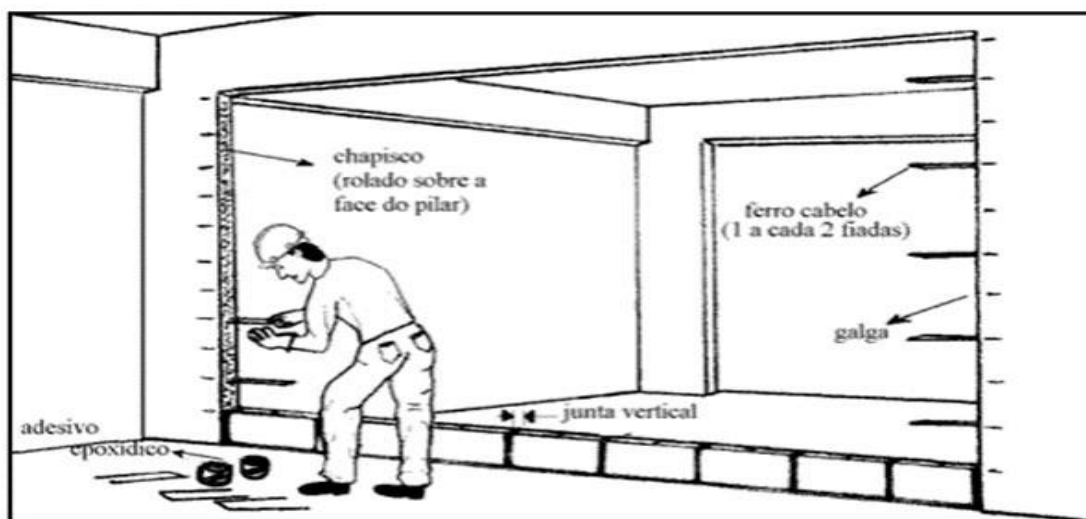
#### 4.9.3 Alvenaria

Segundo RODRIGUES (2010), a alvenaria é o conjunto de elementos da construção civil, resultantes da união de blocos justapostos fixados com argamassa, ou não, destinados a suportar principalmente esforços de compressão ou simplesmente a vedação de uma área. Sua função é fazer a divisão, proteção e isolamento de cômodos entre si e entre o ambiente.

A união dos blocos é feita por uma argamassa, que se têm o seu traço já definido utilizando, água, areia, cimento e um material de liga. É necessário usar matérias que garantam o alinhamento das paredes, como prumo, níveis, que são fundamentais para resistência e qualidade da alvenaria.

Segundo BORGES (1996), é essencial que os blocos sejam amarrados entre si, e também estejam dispostos de tal forma que se fixem aos materiais de concreto armado juntamente com as vigas e pilares como na figura 34.

Figura 34: Demonstrativo de Levante de alvenaria.



Fonte: (BORGES, 1996).

As alvenarias de vedação têm como características elevados índices de retalhos, quebras, desperdícios, falta de padronização dos elementos da alvenaria, muitas vezes não tendo um projeto específico para esse serviço, como paginação, prejudicando assim o resultado final.

Segundo SALGADO (2012), em alvenarias que tem como único objetivo a vedação e fechamento de vãos entre as estruturas (vigas e pilares), deve se deixar um vão entre o final superior da parede e a viga estrutural, isso é necessário pois a acomodação estrutural pode gerar um destacamento entre os blocos e a viga. Para evitar esse acontecimento deve se para a alvenaria faltando cerca de 20 cm para encostar-se à viga. Após o período de acomodação do elemento estrutural, pode se então fazer o chamado “encunhamento”, que seria o fechamento desses vãos. Este preenchimento de vão é feito com tijolos inclinados com argamassa normal a uma inclinação de 45 graus quando comparadas às demais fileiras pressionando a alvenaria e a viga já executadas, pode ser feito também com espumas expansivas.

#### 4.9.4 Armaduras para concreto

Segundo SALGADO (2012), a armadura na estrutura de concreto serve para dar resistência à estrutura na fase de sua execução, a armadura tem como objetivo principal receber os esforços de tração e flexão, ela tem um papel muito importante na estrutura final, então por isso devem seguir critérios na execução para que não haja problemas futuros na estrutura.

Na hora da execução das armaduras, deve se haver um cobrimento desses elementos para que não haja nenhuma infiltração de água que possa atingir as ferragens, enfraquecendo a

estrutura, esse cobrimento é uma camada espessa de concreto que fica entre a face da peça de concreto e o ferro, é definida de acordo com a classe de agressividade ambiental do local da obra, a NBR 6118 estipula cobrimentos mínimos para cada caso.

#### 4.9.5 Fôrmas

As Fôrmas na construção civil têm como principal função a limitação do concreto, dando a forma desejada, também garantindo com que os elementos permaneçam no local previsto durante o processo de concretagem. A forma que mais se usa é a plastificada, como na figura 35, por ser mais fácil encontrada no mercado, ser mais barata e poder ser reutilizada várias vezes, além de ser uma ótima escolha para concreto aparente, por dar um melhor acabamento.

Figura 35: Fôrmas de concreto em compensado plastificado.



Fonte: (REAL MADRI COMPENSADOS, 2015).

Segundo Salgado (2012), as fôrmas são elementos pertencentes à estrutura, pois ela que vai definir o formato final do elemento de concreto. Na construção das fôrmas deve se ter critérios, pois isso pode afetar no resultado final, quanto ao acabamento, estabilidade estrutural do elemento a ser concretado. Na montagem das fôrmas e escoramentos deve ser previsto cargas variáveis de acordo com a movimentação de montagem, armação, concretagem e também a desforma. Para que se tenha uma racionalização deve se pensar em reaproveitamento das fôrmas na obra. A quadro 01 demonstra dados para desforma dos painéis.

Quadro 01: Prática para desforma dos painéis laterais.

Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3 dias
Lajes com até 10 cm de espessura	3 dias
Lajes com mais de 10cm de espessura	21 dias
Faces inferiores de vigas com até 10 cm de vão	21 dias
Arcos e abóbadas	28 dias
Faces inferiores de vigas com mais de 10 cm de vão	28 dias

Fonte: Adaptado, (SALGADO, 2012).

#### 4.9.6 Revestimento

Segundo SALGADO (2012), nesta etapa, após a conclusão da estrutura de concreto armado incluindo , pilares, vigas e lajes, é necessário a regularização da superfície e o reboco para posteriormente o acabamento final. A regularização do piso é feita com areia e cimento, em um determinado traço definido. São feitas mestras e tirados níveis, para que a edificação tenha o seu piso com nivelamento proposital para não acumular água.

O reboco ou emboço, é o revestimento que irá determinar o acabamento, ele deve ser executado depois da colocação de peitoris e caixões de portas e janelas, sendo que a sua espessura não deve ultrapassar a 10 mm. O traço deverá ser executado com argamassa 1:2:6 cimento, caulim e areia fina, devidamente camurçado. Sua função é dar proteção externa às paredes, evitando infiltrações da chuva que porventura possam vir a prejudicar a vida útil do material e mesmo prejudicar a saúde do morador. Na figura 36 podemos ver a casa de alvenaria já finalizado o reboco.

Figura 36: Método convencional com estrutura em concreto armado.



Fonte: o autor (2019).



#### 4.9.7 Instalações na alvenaria

As instalações hidráulicas e elétricas tem como desvantagem a quebra de paredes, como na figura 37. A execução é realizada através da leitura do projeto elétrico e hidrosanitário. Estes apresentam desvantagens com o corte de paredes, gerando desperdícios que resultam no custo total da obra, e em relação a manutenção que também gera problemas, podendo ter que refazer todo sistema, caso aja um vazamento nos dutos ou um curto circuito nos fios de tensão.

Figura 37: Cortes realizados na alvenaria tradicional para passagem de dutos.



Fonte: o autor (2019).

#### 4.9.8 Cimbramento

O Cimbramento é um conjunto elementos, que tem como objetivo, o suporte provisório de algum elemento a ser concretado, como vigas e lajes, ele exerce um papel estrutural, tendo que ser dimensionado para suportar as cargas de formas, armaduras, movimentação de operários sobre ela e o lançamento de concreto. São apoiadas geralmente no piso inferior, então deve ser ter atenção conto ao nivelamento e alinhamentos da base das escoras.

Esses elementos do cimbramento, normalmente são de madeira ou de metal, as formas de cimbramentos mais utilizadas são as escoras ou torres, que são apoiadas em peças de madeira que se chamam longarinas e barrotes, vistos na figura 38 e 39.

Figura 38: Cimbramento com elementos metálicos.



Fonte: (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO).

Figura: 39: Cimbramento com Elementos de madeira.



Fonte: (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO).

#### 4.9.9 Ligação da alvenaria com pilares de concreto

Quanto à ligação da alvenaria de vedação com os pilares de concreto deve se ter atenção, pois entre esses dois elementos é preciso que se tenha uma integração (amarração) essa ligação pode ser feita de várias formas, destacam-se:

- Tela galvanizada: são telas da mesma largura da alvenaria, que são fixadas na estrutura por meio de pinos de aço. São posicionadas entre as juntas de assentamento e com distancia de três a quatro fiadas.
- Chapisco: a superfície do elemento estrutural deve chapiscada com argamassa, para uma melhora aderência deve ser adicionado adesivo ao chapisco.
- Ferros de espera: desta forma são colocados ferros de 6,3mm ou 5mm de diâmetro, de espera no elemento estrutural, podem ser colocados junto a concretagem do pilar ou adicionado posteriormente com aplicação de adesivo a base de epóxi. Deve seguir alguns critérios para a execução desse caso.

#### 4.9.10 Lançamento do Concreto

O Lançamento do concreto é uma fase muito importante da execução da estrutura de concreto, não só um concreto de qualidade e um ótimo transporte devem ser levados em consideração, o lançamento também é de grande impacto, então por isso deve se ter alguns cuidados na hora do lançamento, para que não haja vazios de concreto dentro da peça e sobrecarga nas fôrmas. Alguns dos cuidados a serem tomados são:

- Assegurar que o preenchimento das fôrmas seja uniforme para que não haja sobrecarga em um local específico da fôrma.
- Não lançar o concreto a mais de 3 metros de altura, e nem jogar-lo a grande distância com a pá.
- Deve ser lançado no menor prazo possível.
- Lançar o concreto diretamente na peça a ser concretada.
- Deve se adensar o concreto com o auxílio de vibradores de agulha, ou régua vibratória.
- Iniciar a cura da peça concretada o mais rápido possível.
- Evitar o máximo de pausas longas durante a concretagem, para que não tenha “juntas frias”.
- Deve se adensar o concreto em camadas, de acordo com seu equipamento de auxílio.
- Realizar ensaios de abatimentos quando o concreto chegar a obra.
- Ao lançar em pilares, fiquem atentos quanto os elementos de apoio, se estão devidamente limpos e com a superfície apicoada.

#### 4.9.11 Cura do Concreto

Segundo Salgado (2012) sabe-se que o processo de cura do concreto faz com que o haja liberação de calor de hidratação do cimento, para que não haja fissura por causa da retração é necessário que seja controlado esse processo, havendo fissura, pode comprometer a estrutura e, além disso, permitir a entrada de partículas de água, chegando até a armadura, por isso deve ser evitada a perda prematura de água do concreto. Após a concretagem e o endurecimento da superfície, deve se atentar as irrigações no concreto, até das formas, durante os sete primeiros dias, nas primeiras 48 horas é fundamental.

#### 4.9.12 Pega do Concreto

O concreto depois de produzido, poucas horas após começa seu endurecimento, e o período entre esse início de endurecimento até que ele entre em um estado que possa ser desenhado, mesmo ainda não atingindo sua resistência máxima, é chamada de “pega”, esse estado é caracterizado inicialmente quando o concreto começa a perder sua trabalhabilidade e já não é possível lançar ou adensa-lo. Uma forma de verificar esse início de pega é introduzindo uma haste com dimensões e peso predefinidos e analisar a qual profundidade essa haste alcança, quando essa profundidade for menor que o limite preestabelecido quer dizer que já se iniciou a pega e já pode dar início ao procedimento de cura. (CARVALHO,2016).

#### 4.10 Estimativa de Custo

O Instituto de Engenharia (2011) especifica que a estimativa de custo corresponde à avaliação de custo obtida através de pesquisa de preço no mercado após examinar os dados preliminares de uma ideia de projeto em relação à área a ser construída, quantidade de materiais e serviços envolvidos. Com essa pesquisa é possível se aproximar ao máximo do valor real do projeto.

MATTOS (2006) afirma que a representação do custo da construção por m<sup>2</sup> realizada pelo Custo Unitário Básico da Construção (CUB) é um dos maiores indicadores mais utilizados para estimativa de custos.

Onde:

$$\text{Custo total} = \text{Área de construção} \times \text{CUB}$$

Os responsáveis pela divulgação dos custos unitários de construção a ser adotados é de obrigatoriedade dos sindicatos estaduais da indústria da construção civil.

##### 4.10.1 Tabela de composição de preço para orçamento (TCPO)

A tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO) norteia o orçamento de construção, planejamento e controle de obras. De acordo com TISAKA (2011) é na TCPO que se encontram os parâmetros de quantitativos, produtividade e de consumo necessários para a composição dos principais serviços utilizados na construção civil.

Além da TCPO existem outras fontes de tabela para orçamentos disponibilizados por órgãos governamentais, como Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) e o

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) que fornecem os preços dos insumos sem a composição, porém auxiliam na ideia da grandeza dos custos dos serviços.

#### 4.10.2 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é indicado pelo Decreto 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo, e pela Lei 13.303/2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

Para permitir a utilização dessas referências a Caixa disponibiliza, a partir de links nesta página, os preços e custos do SINAPI para que possam ser consultados e utilizados como referência na elaboração de orçamentos.

Os preços de insumos e custos de composições do SINAPI são divulgados para 27 localidades, abrangendo materiais, mão de obra e equipamentos que são utilizados em composições de serviços mais frequentes na construção civil. Os arquivos, disponibilizados, contém pastas com os relatórios de insumos e de composições, com encargos sociais desonerados ou não desonerados.

## 5. METODOLOGIA

Para realização desse trabalho, foi acompanhada a execução de uma casa de médio porte na cidade de Varginha - MG, construída com painel monolítico de EPS. O estudo teórico iniciou-se em livros, artigos acadêmicos e comunicação com profissionais da área que traziam informações referentes à execução e planejamento de obra, para que pudesse ter uma base bibliográfica diante do tema escolhido. Diante do estudo teórico pode então fazer uma análise crítica e comparativa dos métodos propostos.

Foi feito levantamento dos custos reais no método monolítico conforme a informação de custo, projetos, equipe de mão de obra, material comprado, entre outras informações pertinentes que obtivemos junto ao construtor. Paralelamente a isso, foi feito também um levantamento aproximado da mão de obra e material necessários, considerando a execução no método tradicional em alvenaria e depois concluído com levantamento dos preços através de elaboração de planilha executiva e pesquisa dos preços considerando os índices da SINAPI e/ou pesquisa no mercado regional.

As informações referentes aos custos reais, no método executado painel monolítico, serão apresentadas em planilha relacionando todas as etapas. Esses serviços foram listados e organizados em uma planilha, levando em consideração a etapa inicial com a execução da fundação radier, o custo do fornecimento dos painéis e a projeção da argamassa para as alvenarias.

Para os custos hipotéticos, na condição de alvenaria convencional, será calculada a estrutura em concreto armado para pilares, vigas, e lajes, obtendo-se as quantidades de aço, forma e volume de concreto necessário, apresentando em planilha levando em conta todas as atividades que seriam desenvolvidas na obra.

Uma vez com os dois valores, o gasto real e o estimado, fazer comparação dos custos. Gerar também uma planilha de 'quadro de duração' do método não realizado, levando em consideração a equipe existente e os índices apontados para cada atividade pela TCPO, para estimar o tempo que seria gasto nesse método não realizado e comparar com o tempo de fato gasto no método realizado.

Para o projeto estrutural foi utilizado o software TQS, para geração da estrutura na condição de alvenaria convencional, será calculada a estrutura em concreto armado para pilares, vigas, e lajes, obtendo-se as quantidades de aço, forma e volume de concreto necessário, apresentando em planilha levando em conta todas as atividades que seriam desenvolvidas na obra.

Para o orçamento foram utilizados os dados da planilha SINAPI referente aos meses de março e abril de 2020 para considerar as referências em insumos e composição de serviços.

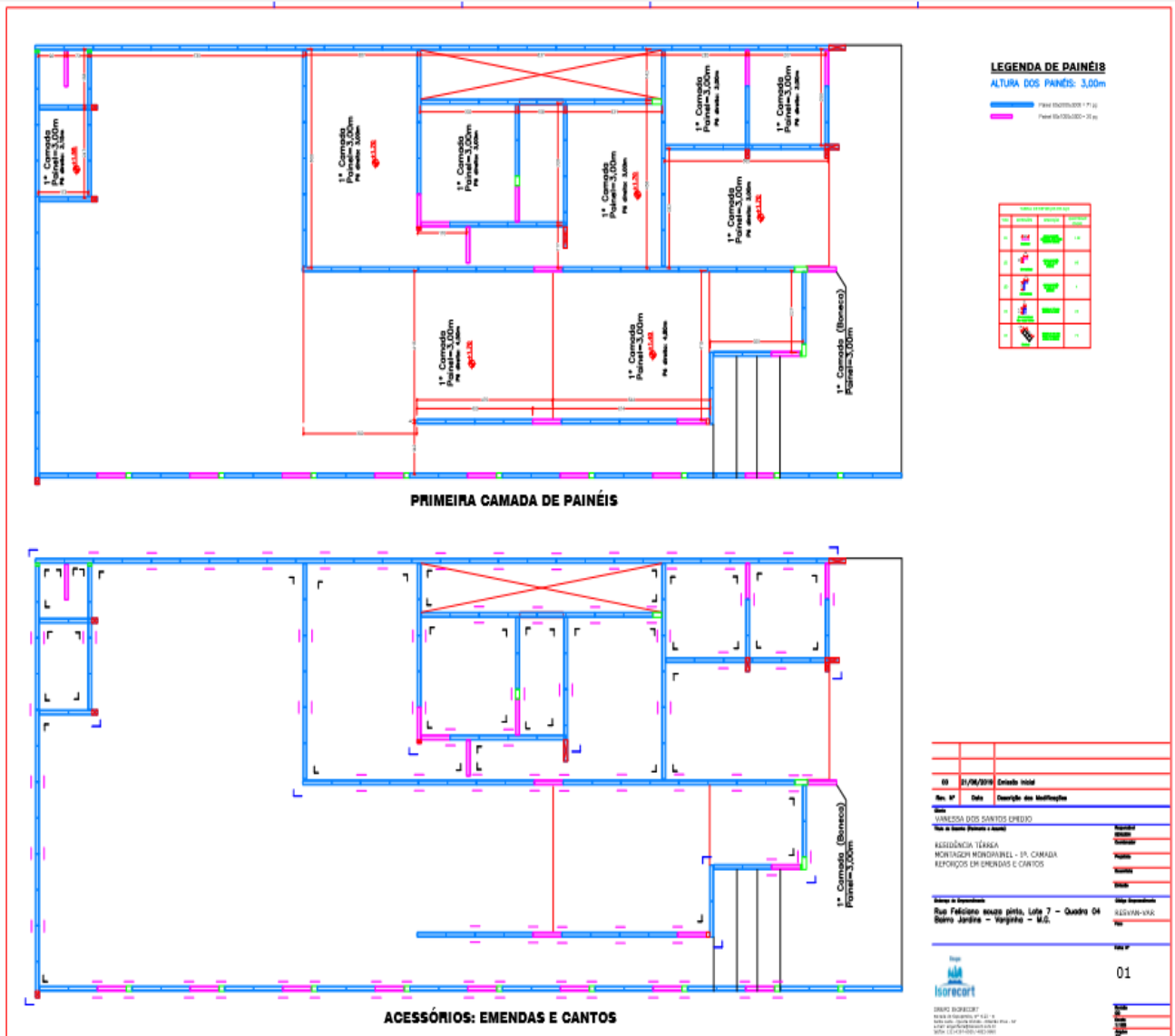
## 6. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto para o estudo será uma casa residencial considerada de grande porte, feita em painéis monolíticos, que tem sua planta de forma completa e acesso ao canteiro de obra com as informações gerais de prazo de execução e custo real junto ao construtor.

Foi feita análise de um projeto residencial de 266,2 m<sup>2</sup>, localizada na Rua Feliciano Souza Pinto, Lote 07, Casa 04, Bairro Jardins, na cidade de Varginha – MG.

Conforme pode ser visto nas figuras 40 e 41 a seguir o projeto arquitetônico e estrutural do sistema monolítico e visto no anexo A, onde é exibido o projeto completo referente ao sistema monolítico.

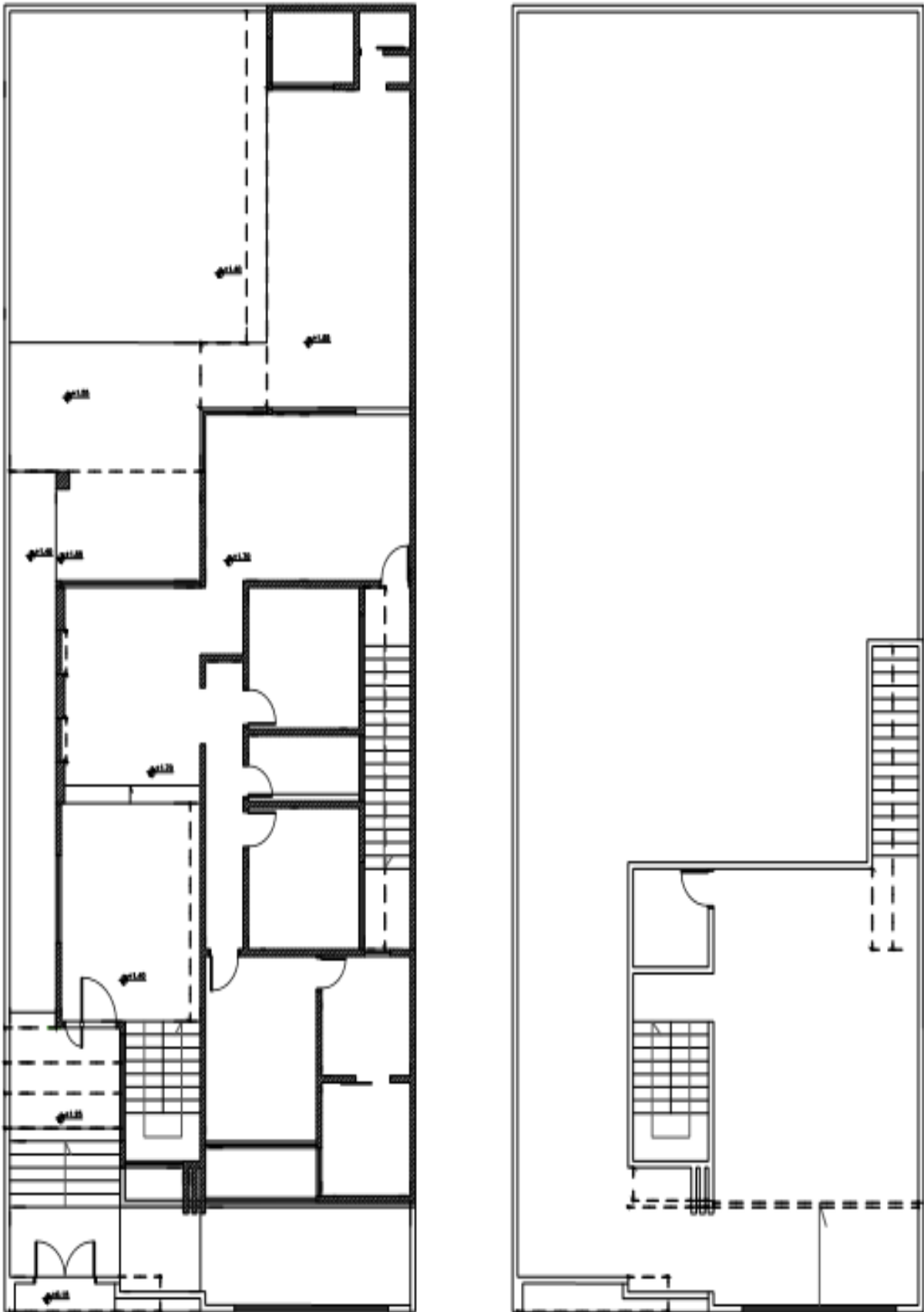
Figura 40: Disposição dos Painéis Monolíticos projeto Estrutural.



Fonte: (ENG. CIVIL LETÍCIA M .BRAGA SILVA, 2018).



Figura 41: Planta baixa da edificação.



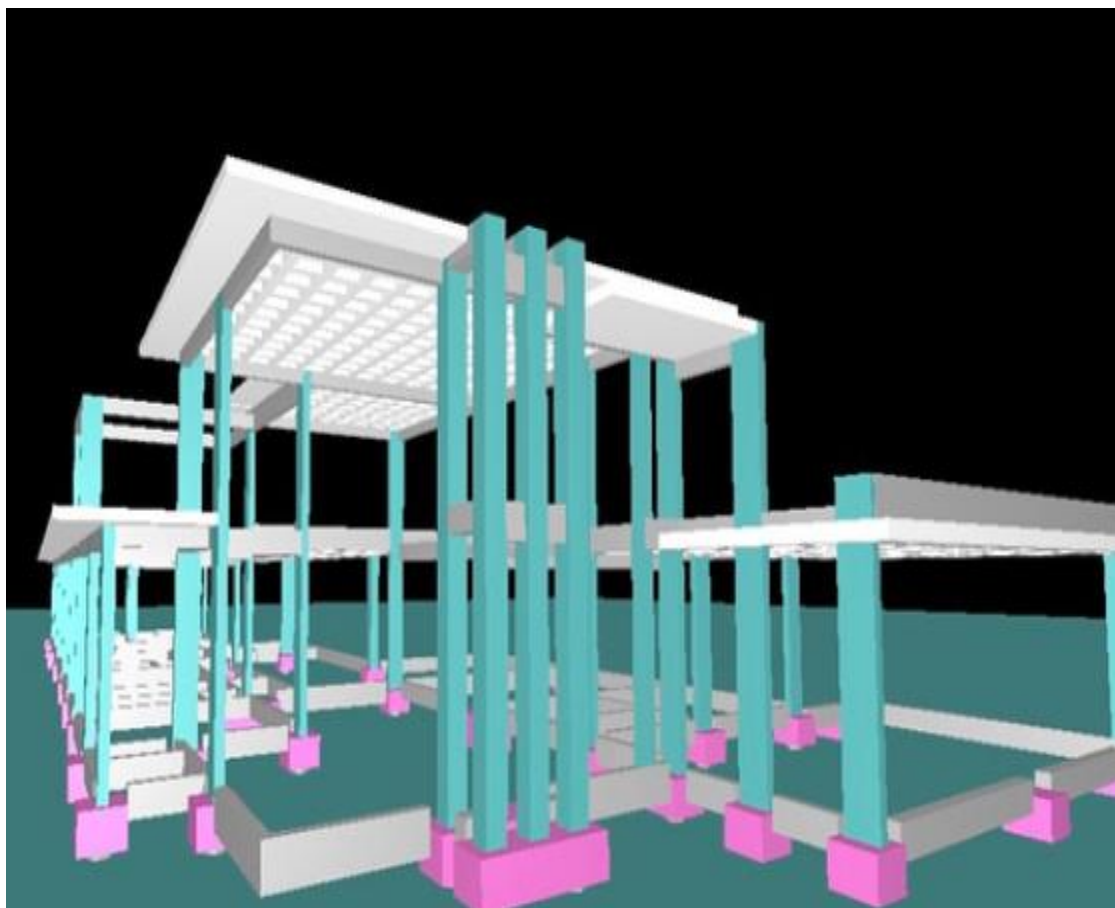
Fonte: (ENG. CIVIL LETÍCIA M.BRAGA SILVA, 2018).

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 Alvenaria convencional

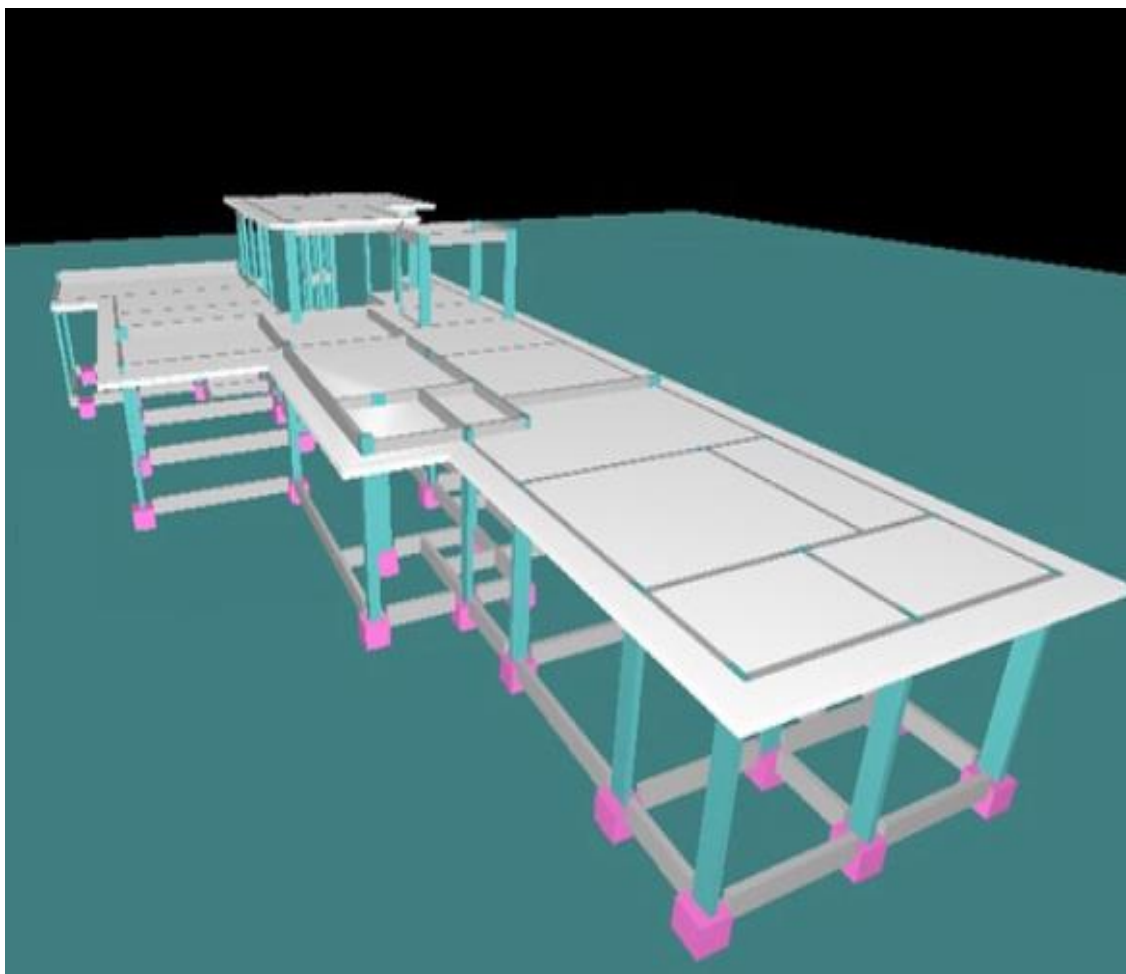
Inicialmente foram levantados os serviços necessários para execução da obra pelo método convencional, de todas as etapas da obra. Isso é necessário para que possamos analisar de maneira completa os serviços realizados e o quanto esses métodos diferentes impactam no valor global dos serviços. Foi utilizado o software TQS para o lançamento da planta de forma e a geração da estrutura com seus esforços calculados como de alvenaria. Nas figuras 42 e 43 podemos observar o projeto em 3D da edificação e obter um estudo analítico de custo para esse projeto.

Figura 42: Lançamento Estrutural TQS.



Fonte: o autor (2020).

Figura 43: Projeto Final em 3D.



Fonte: o autor (2020).

Depois foi realizada todas as verificações para que o consumo de aço e formas chegasse a um parâmetro construtivo real. Conforme pode ser visto no Apêndice A, que mostra o projeto completo em alvenaria convencional.

Depois de feito o levantamento dos serviços necessários, definiu-se então a quantidade de cada item, considerando a análise quanto à estrutura de concreto armado e calculado o quantitativo das demais etapas levando em conta medidas levantadas em projeto.

De posse das atividades necessárias e seus quantitativos, iniciou-se a pesquisa de custo junto às tabelas da SINAPI (03/2020) e alguns itens com pesquisa no mercado local e regional. Depois de definir os preços unitários referentes a cada serviço foi lançado na planilha executiva, e a planilha com as quantidades e preços unitários que estão dispostos na tabela 03:

Tabela 03: Execução com método convencional.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PR. TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	m2	40,00	R\$ 43,20	R\$ 1.728,00
<b>2</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				
2.1	Capina e limpeza manual superficial de terreno	m2	350,00	R\$ 2,09	R\$ 731,50
<b>3</b>	<b>SUBESTRUTURA - SAPATAS E BALDRAMES</b>				
3.1	Escavação manual de vala em solo de 1ª categoria profundidade até 2 m	m3	15,12	R\$ 65,01	R\$ 982,95
3.2	Lastro de concreto magro com seixo, e=8 cm, incluindo preparo e lançamento	m3	1,25	R\$ 293,50	R\$ 366,87
3.3	Armadura de aço CA-50 e CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	607,12	R\$ 5,78	R\$ 3.509,15
3.4	Concreto preparado na obra, controle "A", brita 1, fck 30 MPa, abatimento 8±1 cm	m3	12,93	R\$ 381,75	R\$ 4936,02
3.5	Forma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos	m2	208,75	R\$ 16,48	R\$ 3.440,02
3.6	Reaterro e compactação manual de vala por apiloamento com soquete	m3	10,00	R\$ 32,93	R\$ 329,30
3.7	Emboço para parede externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6, SOBRE BALDRAMES	m2	140,80	R\$ 29,19	R\$ 4.636,54
3.8	Pintura impermeabilizante sobre superfície de concreto com duas demãos de poliuretano alifático monocomponente	m2	140,80	R\$ 14,70	R\$ 2.069,76
<b>4</b>	<b>SUPERESTRUTURA - PILARES E VIGAS</b>				
4.1	Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	1311,10	5,78	R\$ 7.578,15
4.2	Concreto preparado na obra, controle "A", brita 1, fck 30 MPa, abatimento 8±1 cm	m3	14,57	R\$ 381,75	R\$ 5.562,10
4.3	Forma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos	m2	284,63	R\$ 16,48	R\$ 4.690,70
<b>5</b>	<b>ALVENARIA</b>				
5.1	Alvenaria de vedação com blocos cerâmico furados 14 x 19 x 19 cm furos horizontais, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com 100 kg de cimento	m2	519,75	R\$ 56,44	R\$ 29.334,69

<b>Continua</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID</b>	<b>QUANT</b>	<b>PREÇO UNITÁRIO</b>	<b>PR. TOTAL</b>
5.2	Verga reta moldada no local com forma de madeira considerando 5 reaproveitamentos, concreto armado fck = 20 MPa	M	70,00	R\$ 37,39	R\$ 2.617,30
<b>6</b>	<b>COBERTURA</b>				
6.1	Estrutura de madeira para telha cerâmica ou de concreto, vão de 7 a 10 m	m2	180,00	R\$ 61,64	R\$ 11.095,20
6.2	Cobertura com telha cerâmica tipo paulista com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, no traço 1:2:9, inclinação 35%	m2	180,00	R\$ 37,89	R\$ 6.820,20
6.3	Cumeeira para telha cerâmica emboçada com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, no traço 1:2:9	m	75,00	R\$ 23,67	R\$ 1.775,25
<b>7</b>	<b>REVESTIMENTO</b>				
7.1	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m <sup>2</sup>	862,00	R\$ 4,00	R\$ 3.448,00
7.2	Emboço para parede interna/externa, com argamassa de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:3, e=30 mm	m <sup>2</sup>	862,00	R\$ 25,19	R\$ 21.713,78
7.3	Reboco para parede interna ou externa, com argamassa pré-fabricada, base para epóxi, borracha clorada, massa corrida acrílica e colagem de laminados e=5 mm	m2	862,00	R\$ 1,61	R\$ 1.387,85
<b>8</b>	<b>PISOS</b>				
8.1	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia sem peneirar espessura: 3 cm / traço: 1:3	m2	270,00	R\$ 18,10	R\$ 4.860,00
8.2	Piso cerâmico esmaltado assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:5 dimensão: 30 x 30 cm / espessura: 2,5 cm	m2	270,00	R\$ 38,35	R\$ 10.354,50
8.3	Rejuntamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada junta: 6 mm	m2	270,00	R\$ 1,60	R\$ 432,00
8.4	Rodapé cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (altura: 8 cm)	m	150,00	R\$ 7,54	R\$ 1.131,00
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>				
9.1	Emassamento de parede interna/externa com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m2	662,00	R\$ 7,87	R\$ 5.209,94
9.2	Pintura com tinta látex PVA em parede interna/externa, com duas demãos, sem massa corrida	m2	662,00	R\$ 11,01	R\$ 7.288,62

<b>Conclusão</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID</b>	<b>QUANT</b>	<b>PREÇO UNITÁRIO</b>	<b>PR. TOTAL</b>
<b>10</b>	<b>ESQUADRIAS METÁLICAS</b>				
10.1	Janela de alumínio 1,20 x 2,00 m, seis folhas, duas fixas palhetadas, duas de correr palhetadas e duas de correr com vidro liso	m2	21,60	R\$ 215,00	R\$ 4.644,00
10.2	Janela de alumínio 0,60 x 0,80 m, maximar, com uma seção, com vidro miniboreal	m2	0,96	R\$ 110,00	R\$ 105,60
10.3	Porta de alumínio, de correr, duas folhas, uma fixa	m2	4,20	R\$ 270,00	R\$ 1.134,00
<b>11</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>				
11.1	Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios	unid	4,00	R\$ 598,50	R\$ 2.394,00
11.2	Tampo de granito para lavatório, e=30 mm, largura 0,60 m	unid	4,00	R\$ 486,90	R\$ 1.947,60
11.3	Tampo de granito para pia, e=30 mm, largura 0,60 m	unid	2,00	R\$ 899,50	R\$ 1799,00
11.4	Chuveiro metálico com ducha articulada	unid	4,00	R\$ 245,10	R\$ 980,40
11.5	Chuveiro-ducha metálico	unid	2,00	R\$ 150,65	R\$ 301,30
11.6	Torneira de pressão metálica para uso geral	unid	10,00	R\$ 41,91	R\$ 419,10
<b>12</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS</b>				
12.1	Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	unid	1,00	R\$ 478,35	R\$ 478,35
12.2	Ligação de esgoto completa, com tubo de PVC branco Ø 100 mm, no terço oposto	unid	3,00	R\$ 433,25	R\$ 1299,75
<b>13</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
13.1	Ponto de luz com eletroduto de PVC rígido, Ø 3/4"	unid	30,00	R\$ 98,40	R\$ 2.952,00
<b>14</b>	<b>LIMPEZA</b>				
14.1	Limpeza geral da edificação	m2	200,00	R\$ 2,09	R\$ 418,00
<b>CUSTO TOTAL</b>					<b>R\$ 166.902,49</b>

Fonte: Autor, 2020

Com o levantamento do custo da obra em alvenaria convencional, é necessário a elaboração de um quadro de duração para que possamos comparar em função do tempo essas duas formas construtivas. O quadro segue a seguir:

Quadro 02: Quadro de duração alvenaria convencional

<b>QUADRO DE DURAÇÃO E RECURSOS</b>									
<b>OBRA:</b>		Residência Multifamiliar de 267,00m <sup>2</sup> em um terreno de 350m <sup>2</sup>							
<b>LOCAL:</b>		Varginha - MG	<b>DATA:</b>			10/10/2020			
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>PREDECESSORA</b>	<b>UNID</b>	<b>QUANTID</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>JORNADA</b>	<b>DURAÇÃO</b>	<b>QTDE RECURSO</b>
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>								
1.1	Mobilização e desmobilização de pessoal e equipamentos	NT	Vb	1	NT	NT	NT	NT	NT
1.2	Instalação de canteiro de obras	1.3	Vb	1	Oficial montagem	72.000	8.00	2.00	2
1.3	Equipe topográfica - medição	1,7 e 1,4	Dia	2	Topógrafo	1.000	8.00	2.00	1
1.4	Administração local (engenheiro civil, encarregado de obras, técnico de segurança)	cliente	mes	18	Eng Civil	1.000	8.00	550.00	1
1.5	Ligação provisória de água	1.2	unid	1	Ajudante	8.120	8.00	2.03	4
1.6	Ligação provisória de energia elétrica	1.2	unid	1	Eletricista	8.800	8.00	2.00	1
1.7	Limpeza inicial de terreno para implantação da obra	ajudante e 1.4	m <sup>2</sup>	350	Ajudante	0.250	8.00	2.00	4
1.8	Placa de obra	1.4	vb	1	Eng Civil	1.000	8.00	1.00	1
1.9	Locação da obra com gabarito de madeira	1.3	m <sup>2</sup>	200	carpinteiro	0.130	8.00	5.00	1
<b>2</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>								
2.1	Escavação manual de vala em solo de 1ª categoria profundidade até 2 metros	ajudante e 1.4	m3	13.89	Ajudante	0.250	8.00	10.00	4
2.2	Aterro compactado com material de escavação local - regularização de nível - 4,64, rampa e lateral de acesso	2.1	m3	14	Ajudante	0.120	8.00	1.00	4

## Continuação

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREDECESSORA	UNID	QUANTID	RECURSOS	ÍNDICE	JORNADA	DURAÇÃO	QTDE RECURSO
<b>3</b>	<b>FUNDAÇÃO - sapatas e baldrames</b>								
3.2	Apiloamento maual do fundo de de valas	3.1	m <sup>2</sup>	66.28	Ajudante (MAÇO ATÉ 30KG)	1.500	8.00	20.00	4
3.3	Lastro de concreto de 10MPa de 5cm blocos e baldrames	3.2	m <sup>3</sup>	1.25	Ajudante	9.000	8.00	2.81	4
3.4	Concreto ciclópico 15Mpa - enchimento de estacas	3.1	m <sup>3</sup>	8.31	Ajudante	10.000	8.00	1.00	4
3.5	Concreto fck 20 MPa executado em obra - Blocos, e Vigas baldrame	3.6	m <sup>3</sup>	8.31	Ajudante	6.000	8.00	1.00	4
3.6	Armação com aço CA-50 - Estacas, Blocos, e Vigas baldrame	armador e 1.4	kg	299.6	Oficial	0.080	8.00	13.00	2
3.7	Emboço com argamassa aditivada com impermeabilizante sobre baldrames	3.5	m <sup>2</sup>	140.8	Ajudante	0.950	8.00	28.00	4
3.8	Pintura impermeabilizante com tinta asfáltica para baldrames	3.7	m	140.8	Ajudante	0.400	8.00	2.00	4
3.9	Reaterro manual de valas - apiloado	3.8	m <sup>3</sup>	5	Ajudante	3.500	8.00	2.00	4
<b>4</b>	<b>SUPERESTRUTURA</b>								
4.1	Armação com aço CA-50 (pilares-vigas-lajes maciças)	armador e 1.4	kg	474.2	Oficial	0.080	8.00	15.00	2
4.2	Formas em chapa compensado 12mm (pilares, vigas, laje maciça do beiral externo) fabricação - montagem e desforma	4.1	m <sup>2</sup>	184.63	Carpinteiro	0.976	8.00	12.00	1
4.3	Escoramento e retirada de escoras em madeira / vigas	4.2	m <sup>2</sup>	180.9	Carpinteiro	0.225	8.00	5.00	1
4.4	Escoramento e retirada de escoras em madeira / lajes	4.2	m <sup>2</sup>	180.9	Carpinteiro	0.320	8.00	28.00	1



Continuação									
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREDECESSORA	UNID	QUANTID	RECURSOS	ÍNDICE	JORNADA	DURAÇÃO	QTDE RECURSO
4.5	Concreto fck 20 MPa executado em obra (pilares,vigas e lajes)	4.1, 4.2, 4.3 e 4.4	m <sup>3</sup>	14.57	Ajudante	6.000	8.00	1.00	4
4.6	Lajes nervuradas Pré-moldadas com enchimento em Eps	4.3	m <sup>2</sup>	212	Ajudante	1.880	8.00	5.00	4
<b>5</b>	<b>ALVENARIA</b>								
5.1	Alvenaria de bloco cerâmico furado 14x19x29cm, esp parede=14cm	Todas Anteriores	m <sup>3</sup>	326	Ajudante	7.860	8.00	120.00	4
5.2	Verga reta moldada no local com forma de madeira considerando 5 reaproveitamentos, concreto armado fck = 20 MPa	Todas Anteriores	m	70	Ajudante	6.000	8.00	12.00	4
<b>6</b>	<b>COBERTURA</b>								
6.1	Estrutura em madeira para sustentação do telhado	Todas Anteriores	m <sup>2</sup>	180	Carpinteiro	0.900	8.00	20.00	1
6.2	Cobertura com telha de fibrocimento ondulada	6.1	m <sup>2</sup>	180	Telhadista	0.220	8.00	8.00	1
6.3	Rufo em chapa galvanizada 26 - corte 33cm	6.2	m	75	Telhadista	0.500	8.00	10.00	1
6.4	Instalação de calhas e condutores	6.2	vb	1				4.00	
<b>7</b>	<b>REVESTIMENTO</b>								
7.1	Chapisco com argamassa cimento e areia 1:3, paredes	5.1 e 5.2	m <sup>2</sup>	862	Pedreiro	0.150	8.00	7.00	2
7.2	Emboço massa única com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia 1:2:9 para paredes externas e internas	7.1	m <sup>2</sup>	862	Ajudante	0.696	8.00	60.00	4
7.3	Reboco de argamassa paredes externas	7.1 e 7.2	m <sup>2</sup>	862	Pedreiro	0.524	8.00	30.00	2

Continuação									
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREDECESSORA	UNID	QUANTID	RECURSOS	ÍNDICE	JORNADA	DURAÇÃO	QTDE RECURSO
<b>8</b>	<b>PISOS</b>								
8.1	Regularização da base para contrapiso	3.10	m <sup>2</sup>	270	Pedreiro	0.250	8.00	15.00	2
8.2	Piso Cerâmico PEI-5 45x45cm, cor clara (incluindo rodapé)	8.1	m <sup>2</sup>	270	Ajudante	0.440	8.00	65.00	4
8.3	Rejuntamento do piso	8.2	m <sup>2</sup>	270	Azulejista	0.250	8.00	4.00	1
8.4	Soleiras de granito verde ubatuba e = 14 cm (portas e janelas)	8.3	m <sup>2</sup>	64.1	Ajudante	0.038	8.00	5.00	4
8.5	Piso cimentado (área externa)	3.10 e 3.11	m <sup>2</sup>	64	Ajudante	1.150	8.00	30.00	4
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>								
9.1	Pintura Latex acrílico paredes internas e externas (incluindo selador)	7.3, 7.6 e 15.1	m <sup>2</sup>	662.00	Pintor	0.400	8.00	20.00	1
9.2	Pintura verniz acrílico para portas de madeira	7.3, 7.6 e 15.1	m <sup>2</sup>	161.28	Pintor	0.400	8.00	12.00	1
9.3	Pintura Latex acrílico paredes muro (incluindo selador)	7.3	m <sup>2</sup>	400.00	Pintor	0.400	8.00	5.00	1
<b>10</b>	<b>ESQUADRIAS</b>								
10.1	Porta almofadada madeira de lei, tipo H, nas dimensões: 0,80 m x 2,10m. (interna)	5.1	m <sup>2</sup>	40.32	Carpinteiro	2.200	8.00	5.00	1
10.2	Porta tipo lisa madeira 0,70 m x 2,10 m. (interna)	5.1	m <sup>2</sup>	17.64	Carpinteiro	2.200	8.00	5.00	1
10.3	Porta almofadada madeira de lei, tipo H, nas dimensões: 0,90 m x 2,10m. (externa)	5.1	m <sup>2</sup>	22.68	Carpinteiro	2.200	8.00	5.00	1
10.4	Janela vidro temperado dormitorio 2,00m x 1,20m	vidraceiro e 1.4	m <sup>2</sup>	57.60	Vidraceiro	1.000	8.00	10.00	1
10.5	Janela vidro temperado wc 0,80m x 0,60m	vidraceiro e 1.4	m <sup>2</sup>	5.76	Vidraceiro	1.000	8.00	10.00	1

Conclusão									
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREDECESSORA	UNID	QUANTID	RECURSOS	ÍNDICE	JORNADA	DURAÇÃO	QTDE RECURSO
10.6	Janela vidro temperado sala 1,80m x 1,20m	vidraceiro e 1.4	m <sup>2</sup>	25.92	Vidraceiro	1.000	8.00	5.00	1
10.7	batentes e guarnições esp.6cm	carpinteiro e 1.4	m	480.00	Carpinteiro	1.300	8.00	12.00	1
<b>11</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>								
11.1	Bacia sanitária comum com caixa acoplada branco com assento plástico	8.4	und	4.00	Ajudante	3.000	8.00	3.00	4
11.2	Torneira para bancada wc, Pressmatic ou similar	14.1	und	6.00	Encanador	1.400	8.00	2.00	1
11.3	Torneira para jardim	14.1	und	4.00	Encanador	1.400	8.00	2.00	1
11.4	Torneira para parede cozinha, Pressmatic ou similar	14.1	und	2.00	Encanador	1.500	8.00	2.00	1
11.5	Lavatório de wc	8.4	und	4.00	Encanador	1.500	8.00	2.00	1
11.6	Chuveiro	14.1	und	4.00	Encanador	0.500	8.00	2.00	1
<b>12</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS</b>								
12.1	Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	7.2 e 7.3	vb	1.00	Encanador	208.000	8.00	1.00	1
12.2	Ligação de esgoto completa, com tubo de PVC branco Ø 100 mm, no terço oposto	7.2 e 7.4	vb	1.00	Encanador	209.000	8.00	5.00	1
<b>13</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>								
13.1	Iluminação e tomadas, quadros de alimentação e distribuição etc.	7.2 e 7.3	vb	1.00	Eletricista	260.000	8.00	20.00	1
<b>14</b>	<b>LIMPEZA</b>								
14.1	Limpeza geral da edificação	Todas as anteriores	m <sup>2</sup>	200.00	Ajudante	0.700	8.00	5.00	4
14.2	Remoção de material escavado / entulho para bota fora 6m <sup>3</sup>	Todas as anteriores	vb	1.00	Caminhao	43.570	8.00	4.00	1

Fonte: o autor (2020).

## 7.2 Painéis Monolíticos

No método executado, tomamos como parâmetro essa mesma planilha, no entanto para as etapas diferentes de um método para o outro, foi considerado o preço apresentado pela empresa fornecedora dos painéis, alterando também os preços da fundação que no método construído foi realizado em radier uma vez que a distribuição das cargas é distribuída ao longo das paredes e no método convencional esse carregamento foi idealizado centralizado nas sapatas através dos pilares.

Quadro 03: Orçamento do material para o painel sanduíche (método executado).

Item	Descrição	Quantidade	Unid	Valor Unit	EPI	Valor Total
1	Painel Monolítico	270,00	M <sup>2</sup>	R\$ 87,00	5%	R\$ 23.490,00
2	Argamassa de Cimento	500,00	Unid	R\$ 23,00		R\$ 11.500,00
3	Aditivo Plastificante	30,00	Unid	R\$ 175,20		R\$ 5.256,00
4	Microfibra de Polipropileno	674,00	Unid	R\$ 38,00		R\$ 25.612,00
Valor Produtos						R\$ 65.858,00
Valor total com IPI						RS 69.150,90

Fonte: construtor (2020).

Nos quadros 4 e 5 estão descritos os custos do orçamento da mão de obra. Os itens da tabela 03, do método convencional visto anteriormente, são os mesmos na em algumas etapas e estão dispostas na tabela 04 a seguir com o custo da casa de EPS.

Quadro 04: Orçamento mão de obra do oficial

<b>PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS</b>				
<b>FUNÇÃO : OFICIAL - hora normal</b>	<b>VALOR R\$</b>	<b>R\$</b>		
a) Salário mensal	1900,00	1900		
b) Encargos sociais	<b>2332,25</b>			
c) Adicionais - hora extra	0,00	<b>H por mês</b>	<b>% HE</b>	<b>Total HE mês</b>
		220	100%	21
d) Adicional noturno (20%)	0,00	<b>H por mês</b>	<b>% H noturna</b>	<b>Total HN</b>
		na	20%	8
e) Insalubridade	0,00	<b>H por mês</b>	<b>% SM</b>	<b>Sal. Minimo</b>
		na	20%	1045
f) periculosidade	0,00	<b>H por mês</b>	<b>% salario</b>	<b>salario normal</b>
		na	30%	1900
f) BDI				
<b>TOTAL DOS CUSTOS ABAIXO</b>	<b>376,77</b>			
<b>TOTAL GERAL DOS CUSTOS</b>	<b>4609,02</b>			
<b>CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM HORA</b>				
<b>Custo homem hora sem BDI (a+b+c+d) / n° horas trabalhadas</b>	<b>24,11</b>			
<b>Custo Homem Hora com BDI (e+f) / n° horas trabalhadas</b>				
<b>Obs.: valor referente a hora normal</b>				

Fonte: o autor (2020).

Quadro 05: Orçamento mão de obra ajudante.

<b>PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS</b>				
<b>FUNÇÃO : AJUDANTE - hora normal</b>	<b>VALOR</b> <b>R\$</b>	<b>R\$</b>		
a) Salário mensal	1100,00	1100		
b) Encargos sociais	<b>1350,25</b>			
c) Adicionais - hora extra	0,00	<b>H por</b> <b>mês</b>	<b>% HE</b>	<b>Total</b> <b>HE mês</b>
		220	100%	21
d) Adicional noturno (20%)	0,00	<b>H por</b> <b>mês</b>	<b>% H</b> <b>noturna</b>	<b>Total</b> <b>HN</b>
		na	20%	8
e Insalubridade	0,00	<b>H por</b> <b>mês</b>	<b>% SM</b>	<b>Sal.</b> <b>Mínimo</b>
		na	20%	1045
f) periculosidade	0,00	<b>H por</b> <b>mês</b>	<b>% salário</b>	<b>salário</b> <b>normal</b>
		na	30%	1100
f) BDI				
<b>TOTAL DOS CUSTOS ABAIXO</b>	476,77			
<b>TOTAL GERAL DOS CUSTOS</b>	<b>2927,02</b>			
<b>CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM</b> <b>HORA</b>				
<b>Custo homem hora sem BDI (a+b+c+d) /</b> <b>n° horas trabalhadas</b>	<b>15,31</b>			
<b>Custo Homem Hora com BDI (e+f) / n°</b> <b>horas trabalhadas</b>				
<b>Obs.: valor referente a hora normal</b>				

Fonte: O autor (2020).

Na obra foram utilizados 2 oficiais e 2 ajudantes durante todo o período de construção, é importante ressaltar que os dados da SINAPI já contemplam o valor da mão de obra e do material, portanto, neste método de construção com painéis monolíticos o principal fator que

diferencia um do outro é o tempo de execução e levantamento das paredes. Foram necessários 3 meses para levantamento dos painéis de EPS e todo o seu revestimento, calculando-se então a mão de obra necessária para a mesma, portanto:

Quadro 06: Valor mão de obra da execução do sistema monolite.

	Horas Trabalhadas	Valor Hora	Total
Oficial 1	573 h	R\$ 24,11	R\$ 13.815,00
Oficial 2	573 h	R\$ 24,11	R\$ 13.815,00
Ajudante 1	573 h	R\$ 15,31	R\$ 8.772,63
Ajudante 2	573 h	R\$ 15,31	R\$ 8.772,63
<b>Valor Total :</b>			<b>45.175,26</b>

Fonte: O autor (2020).

Tabela 04: Execução com método “Monolite”

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PR. TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	m2	40,00	R\$ 43,20	R\$ 1.728,00
<b>2</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				
2.1	Capina e limpeza manual superficial de terreno	m2	350,00	R\$ 2,09	R\$ 731,50
<b>3</b>	<b>RADIER</b>				
3.1	Escavação manual de vala em profundidade da viga baldrame	m3	26,00	R\$ 39,43	R\$ 1.025,18
3.2	Lastro de concreto magro com seixo, e=8 cm, incluindo preparo e lançamento	m3	2,60	R\$ 293,50	R\$ 763,10
3.3	Armação em tela de aço soldada nervurada Q-138, aço CA-60, 4.2mm, malha de 10x10cm	m2	210	R\$ 17,76	R\$ 3.729,60
3.4	Concreto preparado na obra, controle "A", brita 1, fck 30 MPa, abatimento 8±1 cm	m3	26,00	R\$ 381,75	R\$ 9.925,55
3.5	Forma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos	m2	19,40	R\$ 14,33	R\$ 134,70
<b>6</b>	<b>COBERTURA</b>				
6.1	Estrutura de madeira para telha cerâmica ou de concreto, vão de 7 a 10 m	m2	180,00	R\$ 61,64	R\$ 11.095,20
6.2	Cobertura com telha cerâmica tipo paulista com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, no traço 1:2:9, inclinação 35%	m2	180,00	R\$ 37,89	R\$ 6.820,20
6.3	Cumeeira para telha cerâmica emboçada com argamassa de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, no traço 1:2:9	m	75,00	R\$ 23,67	R\$ 1.775,25
<b>8</b>	<b>PISOS</b>				
8.1	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia sem peneirar espessura: 3 cm / traço: 1:3	m2	270,00	R\$ 18,10	R\$ 4.860,00

## Conclusão

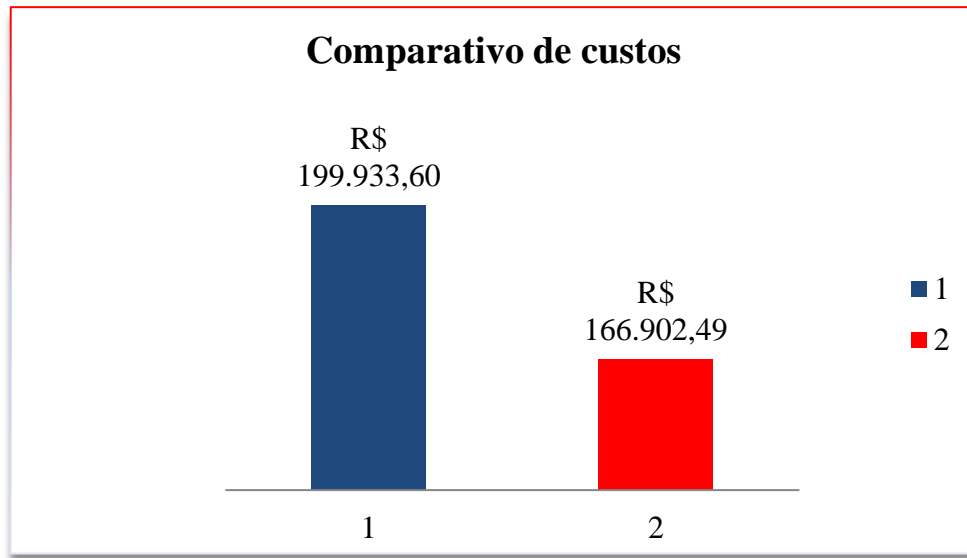
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PR. TOTAL
8.2	Piso cerâmico esmaltado assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:5 dimensão: 30 x 30 cm / espessura: 2,5 cm	m2	270,00	R\$ 38,35	R\$ 10.354,50
8.3	Rejuntamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada junta: 6 mm	m2	270,00	R\$ 0,60	R\$ 162,00
8.4	Rodapé cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (altura: 8 cm)	m	150,00	R\$ 7,54	R\$ 1.131,00
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>				
9.1	Emassamento de parede interna/externa com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m2	662,00	R\$ 7,87	R\$ 5.209,94
9.2	Pintura com tinta látex PVA em parede interna/externa, com duas demãos, sem massa corrida	m2	662,00	R\$ 11,01	R\$ 7.288,62
<b>10</b>	<b>ESQUADRIAS METÁLICAS</b>				
10.1	Janela de alumínio 1,20 x 2,00 m, seis folhas, duas fixas palhetadas, duas de correr palhetadas e duas de correr com vidro liso	m2	21,60	R\$ 215,00	R\$ 4.644,00
10.2	Janela de alumínio 0,60 x 0,80 m, maxim-ar, com uma seção, com vidro miniboreal	m2	0,96	R\$ 110,00	R\$ 105,60
10.3	Porta de alumínio, de correr, duas folhas, uma fixa	m2	4,20	R\$ 270,00	R\$ 1.134,00
<b>11</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>				
11.1	Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios	unid	4,00	R\$ 598,50	R\$ 2.394,00
11.2	Tampo de granito para lavatório, e=30 mm, largura 0,60 m	unid	4,00	R\$ 486,90	R\$ 1947,60
11.3	Tampo de granito para pia, e=30 mm, largura 0,60 m	unid	2,00	R\$ 899,50	R\$ 1799,00
11.4	Chuveiro metálico com ducha articulada	unid	4,00	R\$ 245,10	R\$ 980,40
11.5	Chuveiro-ducha metálico	unid	2,00	R\$ 150,65	R\$ 301,30
11.6	Torneira de pressão metálica para uso geral	unid	10,00	R\$ 41,91	R\$ 419,10
<b>12</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS</b>				
12.1	Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	unid	1,00	R\$ 478,35	R\$ 478,35
12.2	Ligação de esgoto completa, com tubo de PVC branco Ø 100 mm, no terço oposto	unid	3,00	R\$ 433,25	R\$ 1299,75
<b>13</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
13.1	Ponto de luz com eletroduto de PVC rígido, Ø 3/4"	unid	30,00	R\$ 98,40	R\$ 2.952,00
<b>14</b>	<b>LIMPEZA</b>				
14.1	Limpeza geral da edificação	m2	200,00	R\$ 2,09	R\$ 418,00
<b>CUSTO TOTAL</b>					<b>R\$ 85.607,44</b>
<b>ORÇAMENTO MÃO DE OBRA</b>					<b>R\$ 45.175,26</b>
<b>ORÇAMENTO DOS PAINÉIS MONOLÍTICOS</b>					<b>R\$ 69.150,90</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 199.933,60</b>

Fonte: o autor (2020).



### 7.3 Comparativo

Gráfico 01: Gráfico comparativo de custos.



Fonte: o autor (2020).

Através do gráfico 01 podemos avaliar que o método 1 em azul, de execução em painéis autoportantes, apresenta um maior custo quando se faz o comparativo com o método 2 em vermelho, de execução em alvenaria convencional.

Além da análise global foi possível também fazer uma análise mais detalhada para poder definir o que trouxe essas diferenças nos preços globais de cada método.

Foi possível e claro identificar que as etapas que diferem de um método para o outro, não é o mais oneroso, com mais peso na variação final dos preços, no entanto causam um impacto representativo no custo final da obra.

A diferença em percentuais de um método para o outro é de 17% em média, sem levar em consideração perdas de material e outras vertentes que impactam o resultado final. Quanto à diferença de tempo entre os métodos estudados, também foram criadas planilhas de cronograma físico para ambos os casos para que fosse possível realizar o comparativo, como pode ser visto nos quadros 07 e 08 em sequência.



		<b>Conclusão</b>							
SERVIÇOS		jun/19	Julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PISO INTERNO ÁREA ÚMIDA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PISO EXTERNO	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE FORRO	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE COBERTURA EM TELHADO	PLANEJADO								
	REALIZADO								
COLOCAÇÃO DE BATENTE E PORTA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
COLOCAÇÃO DE JANELA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE PINTURA INTERNA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE PINTURA EXTERNA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
EXECUÇÃO DE INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA	PLANEJADO								
	REALIZADO								
COLOCAÇÃO DE BANCADA, LOUÇA, E METAL SANITÁRIO.	PLANEJADO								
	REALIZADO								
<b>LEGENDA:</b>									
<b>PLANEJADO</b>									
<b>REALIZADO</b>									
<b>ATRASADO</b>									
<b>REALIZADO APÓS PLANEJADO</b>									

Quadro 08: Cronograma físico – Alvenaria Convencional

<b>CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA OBRA - Alvenaria Convencional</b>																			
SERVIÇOS		PLANEJAMENTO																	
		Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
COMPATAÇÃO DE ATERROS	PLANEJADO	■																	
LOCAÇÃO DE OBRA	PLANEJADO		■																
EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO	PLANEJADO			■															
EXECUÇÃO DE FÔRMA	PLANEJADO			■															
MONTAGEM DE ARMADURA	PLANEJADO				■														
CONCRETAGEM DE PEÇA ESTRUTURAL	PLANEJADO				■														
EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	PLANEJADO					■													
EXECUÇÃO DE ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL E DE DIVISÓRIA LEVE	PLANEJADO						■												
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO INTERNO ÁREA SECA	PLANEJADO							■	■										
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO INTERNO ÁREA ÚMIDA	PLANEJADO									■									
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERNO	PLANEJADO										■								
EXECUÇÃO DE CONTRAPISO	PLANEJADO											■							
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PISO INTERNO ÁREA SECA	PLANEJADO												■						
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PISO INTERNO ÁREA ÚMIDA	PLANEJADO													■					
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PISO EXTERNO	PLANEJADO														■				
EXECUÇÃO DE FORRO	PLANEJADO															■			

SERVIÇOS		Conclusão																		
		PLANEJAMENTO																		
		Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	PLANEJADO																			
EXECUÇÃO DE COBERTURA EM TELHADO	PLANEJADO																			
COLOCAÇÃO DE BATENTE E PORTA	PLANEJADO																			
COLOCAÇÃO DE JANELA	PLANEJADO																			
EXECUÇÃO DE PINTURA INTERNA	PLANEJADO																			
EXECUÇÃO DE PINTURA EXTERNA	PLANEJADO																			
EXECUÇÃO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA	PLANEJADO																			
EXECUÇÃO DE INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA	PLANEJADO																			
COLOCAÇÃO DE BANCADA, LOUÇA, E METAL SANITÁRIO.	PLANEJADO																			
<b>LEGENDA:</b>	<b>PLANEJADO</b>																			

Fonte: o autor (2020).

No caso da alvenaria convencional, tem-se o período de cura do concreto e prazo para desforma das estruturas em concreto armada em torno de 28 dias, que impactam diretamente no tempo da execução da obra, o que no caso do método em painéis monolíticos não acontece, espera-se somente tempo de cura do micro concreto projetado nas paredes, em torno de 04 dias, sem que essa espera interfira em outras atividades.

No método de alvenaria convencional também se perde muito tempo na etapa das alvenarias, serviços de emboço e reboco ainda necessários para o acabamento das paredes. O que não acontece com o método monolítico devido às paredes serem montadas e alinhadas com apenas 7 dias.

Gráfico 02: Gráfico comparativo de tempo.



Fonte: o autor (2020).

Analisando os cronogramas e o gráfico 02, percebemos que em relação ao tempo de execução, o método painel monolítico (coluna vermelha 2) é mais rápido em 11 meses em relação ao método de alvenaria convencional (coluna azul 1), e nesse caso as etapas que diferem de um método para o outro, são diretamente responsáveis por essa diferença da montagem do sistema, proporcionando maior rapidez na execução de obra.

## 8. CONCLUSÃO

Através do estudo apresentado nesse trabalho, com os estudos teóricos, com o projeto analisado e metodologia adotada, é possível chegar a um resultado que nos mostra um método que tem o custo-benefício mais vantajoso em relação ao outro método, comparado simplesmente pela análise de preço final.

Portanto através dos resultados obtidos pelas tabelas de preços apresentadas é claramente demonstrado que o método de alvenaria convencional tem custo final menor em torno de 17% de variação de preço. Uma justificativa para tal fato, seria que essa nova tecnologia ainda é recente no Brasil, e o custo para produzir uma casa com painéis autoportantes ainda é mais alto em função dos materiais e principalmente do déficit de mão de obra especializada nesta estrutura.

Entretanto, verificou-se também que o método em painéis monolíticos, tem seu tempo de execução de maneira grandiosa em relação ao método em alvenaria convencional, aumentando ainda mais vantagens, com tempo de mobilização da equipe menor, o que pode se tornar uma ótima alternativa para quem precisa de agilidade na construção da sua edificação.

É importante ressaltar que os preços podem variar de acordo com cada projeto, em função da mão de obra especializada para cada método, imprevistos, materiais de acabamento escolhidos pelo cliente e demais fatores que influenciam diretamente no preço final.

Diante do exposto conclui-se que para uma obra residencial de médio porte é plausível realiza-la no método convencional tratando-se em custo final da obra neste momento, em contra partida, é plausível a execução da estrutura em painéis monolíticos, levando-se somente em consideração a análise do tempo de execução.

Enseja-se novos estudos como, por exemplo, questões relacionadas à resistência da estrutura, condições térmicas e acústicas das edificações quando construída em painéis monolíticos, compatível com a utilização junto a outros sistemas construtivos como de lajes com vigotas pré-moldadas com blocos de poliestireno expandido.

Este sistema utiliza poucos equipamentos e ferramentas para sua execução, podendo, ainda, utilizar as já, usualmente, empregadas nos processos construtivos convencionais. Outra grande vantagem é a racionalização dos materiais na execução, reduzindo o desperdício de madeiras de fôrmas. As instalações são executadas com redução considerável de mão de obra, pois, o painel possibilita, que sejam executadas pelo próprio instalador, dispensando auxiliares, além de minimizar a produção de entulhos, além da grande velocidade de montagem dos

painéis, o processo de revestimentos com argamassa, também, possui grande rapidez de execução obtida, através do uso de equipamentos pneumáticos de projeção.



## REFERÊNCIAS

- ABRAPEX. **Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. Aplicações do EPS na construção civil.** São Paulo, 2016.
- ALVES, João Paulo de Oliveira, **SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS DE EPS.** 2015. 63 f. TCC (graduação) – Curso de engenharia Universidade Católica de Brasília.
- ARAÚJO, Luís O. C. de; FREIRE, Tomás M. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios.** São Carlos: UFSCAR, 2004. Pró-reitoria de extensão, departamento de engenharia civil.
- AZEVEDO, Hélio Alves de. **Edifício e seu Acabamento.** São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 2004.
- BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1998. Departamento de engenharia civil.
- BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1998. Departamento de engenharia civil.
- BAUER, L A Falcão. **Materiais de construção.** 5ª edição. Rio de Janeiro: RJ. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994. 935p.
- BERLOFA, Aline. **A viabilidade do uso do poliestireno expandido na indústria da construção civil,** 2009. 74p. (Trabalho de conclusão de curso. FATEC Zona Leste).
- BERNARDES, M. et al. **Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em Habitação de Interesse Social.** Faculdade Meridional – IMED, Passo Fundo, 2012.
- BERTOLDI, Renato H. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** 127 p. Dissertação. UFSC, Florianópolis, SC, 2007.
- CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jason R. de F. **Calculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado: Segundo a NBR 6118:2014.** EDUFSCAR: São Carlos, 2016.
- GLOBO EPS. **Produtos.** Disponível em: < <http://www.globoeps.com.br/blocos.html>>. Acesso: out. 2019.
- HIGGINS, Rita Ann. **Propriedades e estruturas dos materiais de engenharia.** São Paulo: Difel, 1982.
- IBTS. **TELAS SOLDADAS – Informações Técnicas.** Como projetar e construir estrutura de concreto com qualidade e produtividade.
- ISORECORT, 2019. **MONOPAINEL ISORECORT.** Ribeirão Pires, SP.

LEI Nº 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar um orçamento**. PINI: São Paulo, 20007.

MELO, Maury. **Gerenciamento de Projetos para a Construção Civil**.: Guia prático para os profissionais do setor da construção civil, incluindo exemplo completo de planejamento. São Paulo: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2010. 491 p.

MITIDIARI, C.V.F. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações – proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

NASCIMENTO, A. M. A. **Segurança do Trabalho nas Edificações em Alvenaria Estrutural: Um Estudo Comparativo**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

NBR 11752 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial. 2007.

NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais. 2013

NBR 6118 - **Projeto de estruturas de concreto** — Procedimento. 2014.

NBR 7171 – **Bloco cerâmico para alvenaria** – Especificação Rio de Janeiro. 1992.

NBR 8082 – **Resistência a compressão** – Método de ensaios. 2016.

RODRIGUES, Francisco C. Manual de Construção em Aço: Steel Framing: Engenharia. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/CBCA, 2012.

SALGADO, Julio. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**: 2ª ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2012.

SILVA, Nalme Rocha da. **Comparativo Orçamentário Inicial e Executado de Fundação, Pilar, Viga e laje: Estudo de Caso com Imóveis Residenciais**. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNIS. 2015.

SINAPI – **Índices da Construção Civil**, São Paulo, 2014.

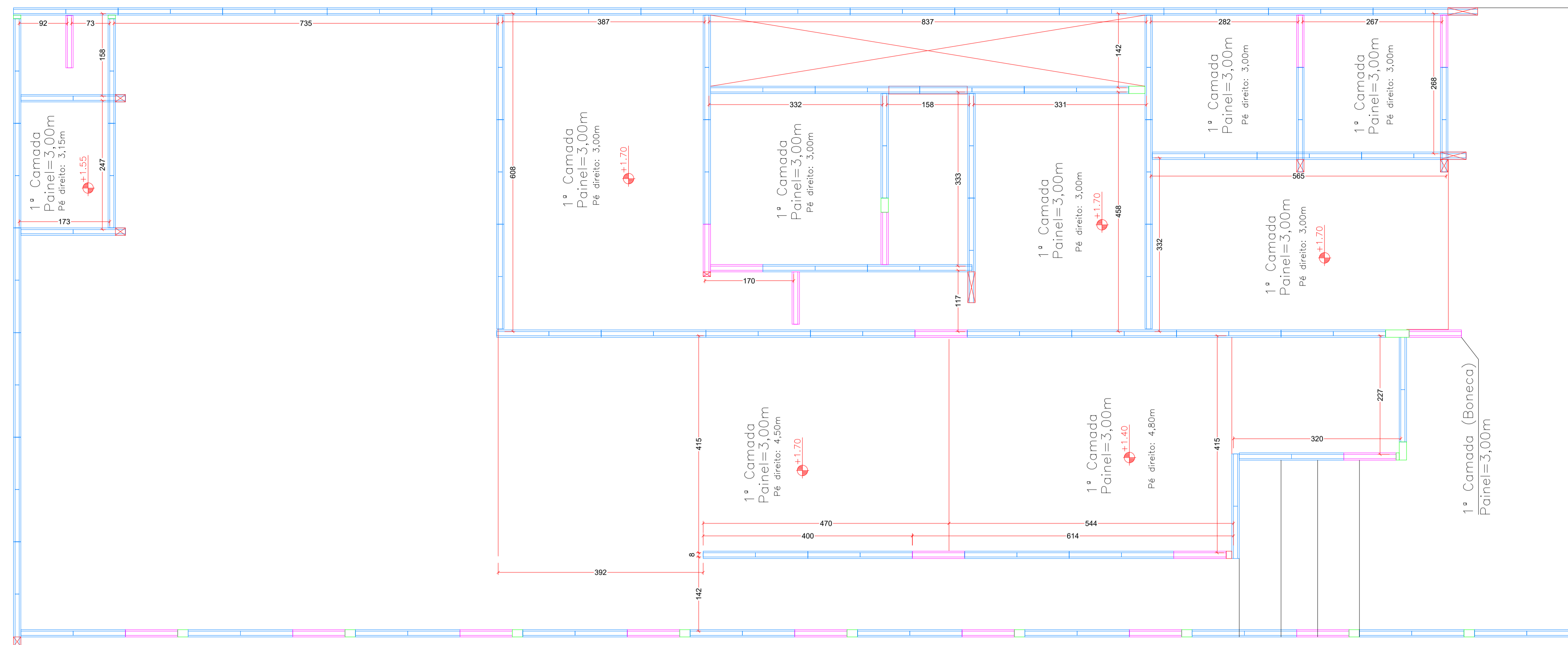
SOUZA, Roberto de; TAMAKI, Marcos Roberto. **Gestão de Materiais de Construção**. São Paulo: Rosa Editora Ltda, 2005. 471 p.

TECNOCELL. **Catálogo de Produtos EPS. Painéis Monolíticos**. Joinville, SC. 2007.

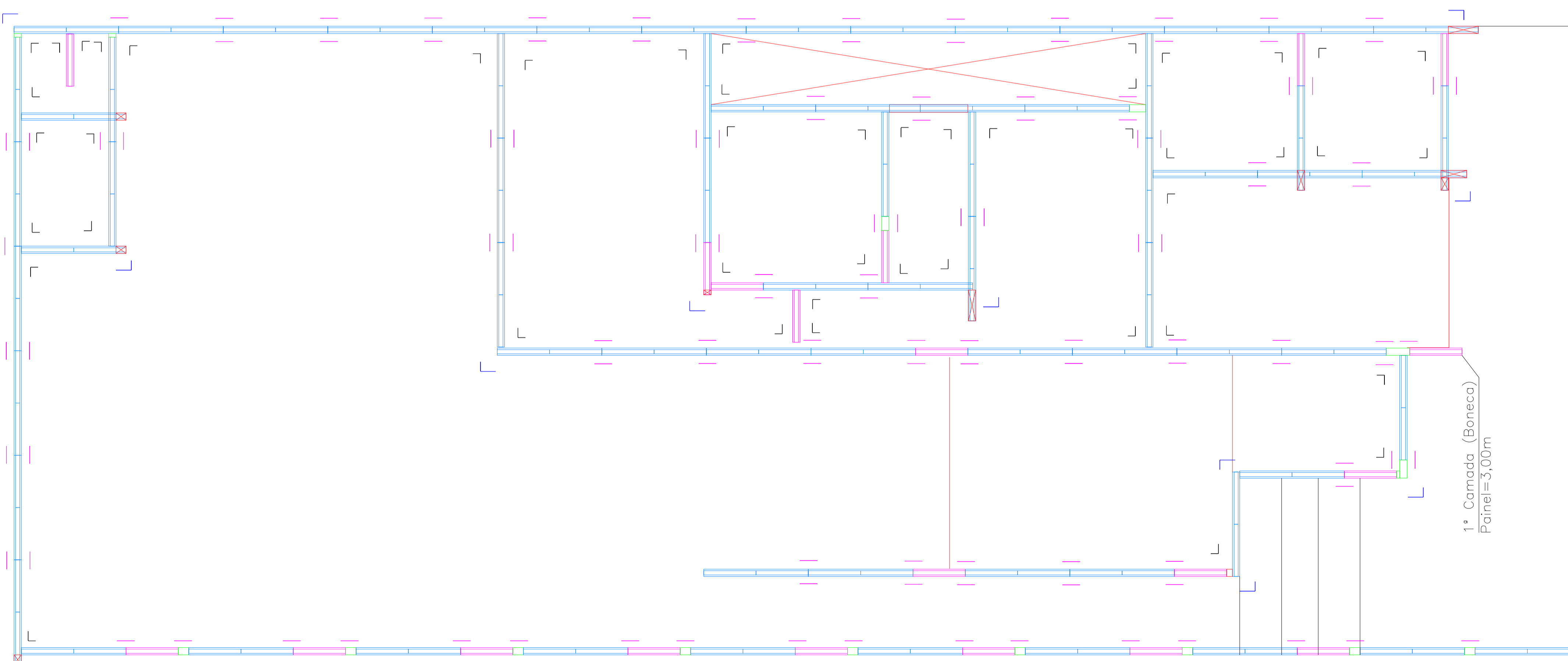
YAZIGI, Walid. **A técnica de Edificar**, 4a edição Editora Pini. São Paulo. 2002.

## **ANEXO A – Projeto Completo Referente ao Sistema Monolítico**

O projeto completo referente ao sistema monolítico se encontra nas quatro pranchas em sequência, sendo elas referente a montagem na primeira camada, na segunda camada, na terceira camada e a planta de forma da cobertura.



**PRIMEIRA CAMADA DE PAINÉIS**



**ACESSÓRIOS: EMENDAS E CANTOS**

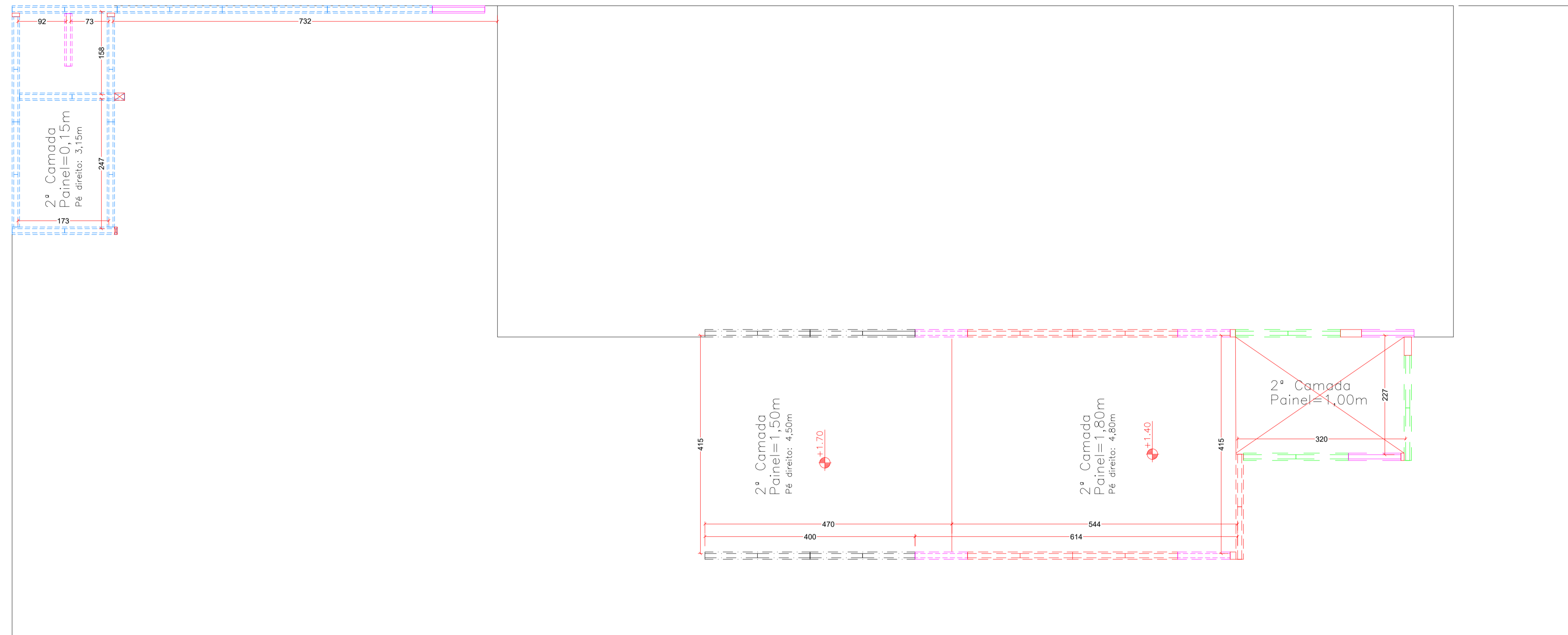
**LEGENDA DE PAINÉIS**

ALTURA DOS PAINÉIS: 3,00m

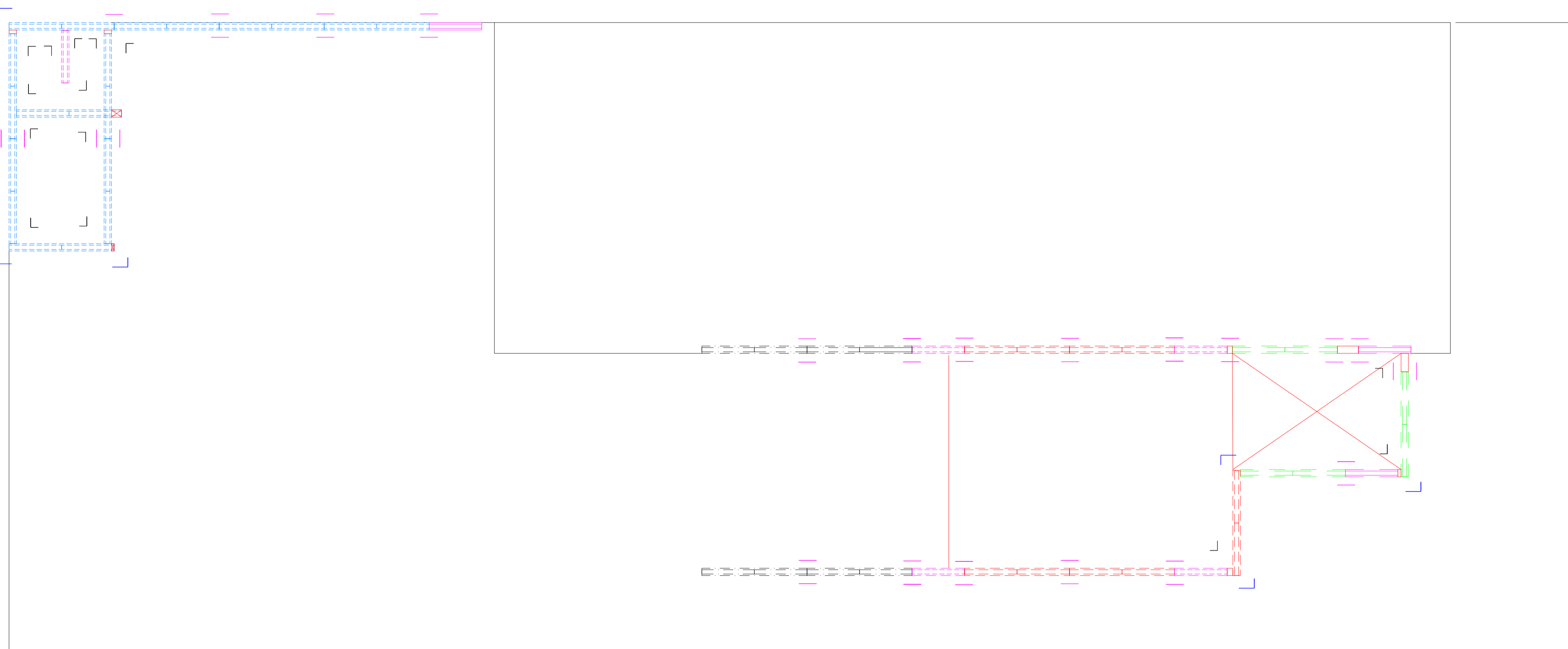
- Painel 80x2000x3000 = 71 pç
- Painel 80x1000x3000 = 20 pç

TABELA DE REFORÇOS EM AÇO			
TIPO	DIMENSÕES	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE (Pçps)
E1	30x30	REFORÇO EM CANTOS (PAINEL 1 CAMADA)	108
L12	18x18	REFORÇO EM JUNTAS (PAINEL 1 CAMADA)	69
L13	22x22	REFORÇO EM JUNTAS (PAINEL 1 CAMADA)	4
U4	11x11	REFORÇO EM JUNTAS (PAINEL 1 CAMADA)	26
C5	11x11	REFORÇO EM JUNTAS (PAINEL 1 CAMADA)	72

00	21/06/2019	Emissão Inicial
Rev. N°	Data	Descrição das Modificações
Cliente: <b>VANESSA DOS SANTOS EMÍDIO</b> Título do Desenho (Pavimento e Assunto): <b>RESIDÊNCIA TÉRREA          MONTAGEM MONOPAINEL - 1ª. CAMADA          REFORÇOS EM EMENDAS E CANTOS</b>		
		Responsável
		Coordenador
		Projetista
		Desenhista
		Emissão
Endereço do Empreendimento		Código Empreendimento
Rua Feliciano souza pinto, Lote 7 – Quadra 04 Bairro Jardins – Varginha – M.G.		<b>RESVAN-VAR</b>
		Fase
		Folha N°
		<b>01</b>
Grupo <b>Isorecort</b> GRUPO ISORECORT Estrada de Sapporém, Nº 7123 - B Santa Luzia - Quarta Divisão - Ribeirão Pires - SP e-mail: engenharia@isorecort.com.br tel/fax: (11) 4397-6020 / 4823-9860		Revisão 00 Escala 1:100 Arquivo 00



**SEGUNDA CAMADA DE PAINÉIS**



**ACESSÓRIOS: EMENDAS E CANTOS**

**LEGENDA DE PAINÉIS**

ALTURA DOS PAINÉIS: 0,15m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 1,50m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 1,80m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 1,00m

- Painel 80x2000x150 = 10 pz
- Painel 80x1000x150= 2 pz
- Painel 80x2000x1000 = 3 pz
- Painel 80x1000x1000 = 2 pz
- Painel 80x2000x1500 = 4 pz
- Painel 80x2000x1800 = 5 pz
- Painel 80x1000x1800 = 4 pz

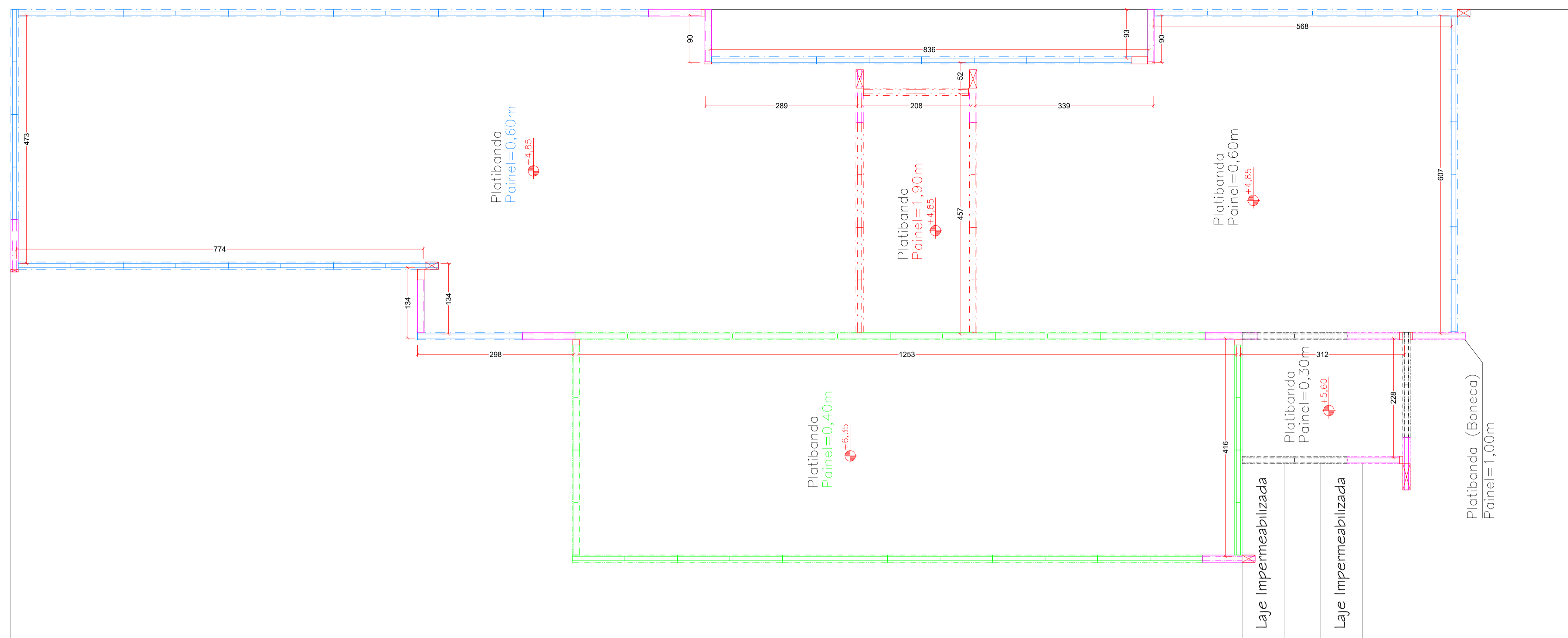
00	21/06/2019	Emissão Inicial
Rev. N°	Data	Descrição das Modificações

Cliente: <b>VANESSA DOS SANTOS EMIDIO</b>		Responsável
Título do Desenho (Pavimento e Assunto): <b>RESIDÊNCIA TÉRREA          MONTAGEM MONOPAINEL - 2ª. CAMADA          REFORÇOS EM EMENDAS E CANTOS</b>		Coordenador
		Projetista
		Desenhista
		Emissão
Endereço do Empreendimento: Rua Feliciano souza pinto, Lote 7 – Quadra 04 Bairro Jardins – Varginha – M.G.		Código Empreendimento <b>RESVAN-VAR</b>
		Fase

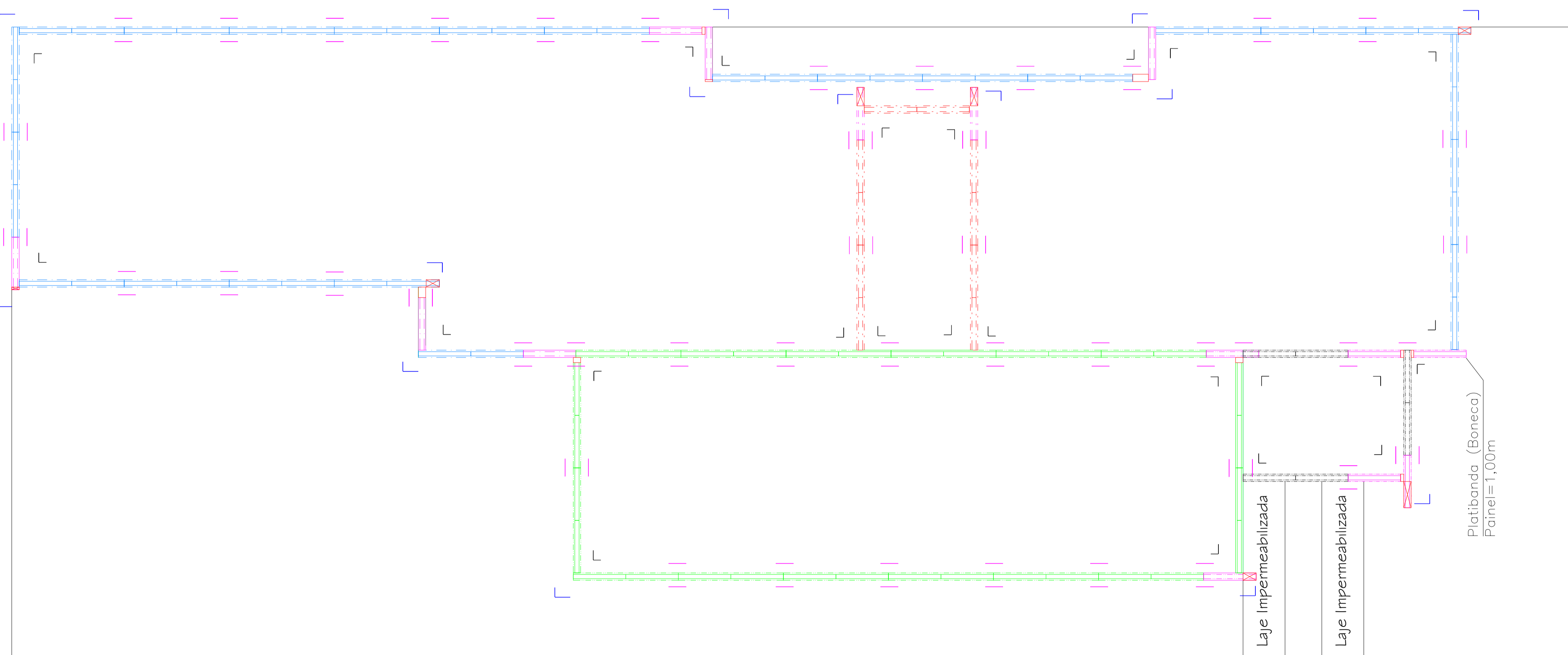


GRUPO ISORECORT  
 Estrada de Sãopombal, Nº 7123 - B  
 Santa Luzia - Quinta Divisão - Ribeirão Pires - SP  
 e-mail: engenharia@isorecort.com.br  
 tel/fax: (11) 4397-6020 / 4823-9860

Revisão	00
Escala	1:100
Arquivo	00



**TERCEIRA CAMADA DE PAINÉIS (PLATIBANDA)**



**ACESSÓRIOS: EMENDAS E CANTOS**

**LEGENDA DE PAINÉIS**

ALTURA DOS PAINÉIS: 0,60m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 0,30m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 1,90m  
 ALTURA DOS PAINÉIS: 0,40m

- Painel 80x2000x300 = 3 pç
- Painel 80x1000x300 = 4 pç
- Painel 80x2000x400 = 16 pç
- Painel 80x1000x400 = 2 pç
- Painel 80x2000x600 = 23 pç
- Painel 80x1000x600 = 6 pç
- Painel 80x2000x1900 = 5 pç
- Painel 80x1000x1900 = 2 pç

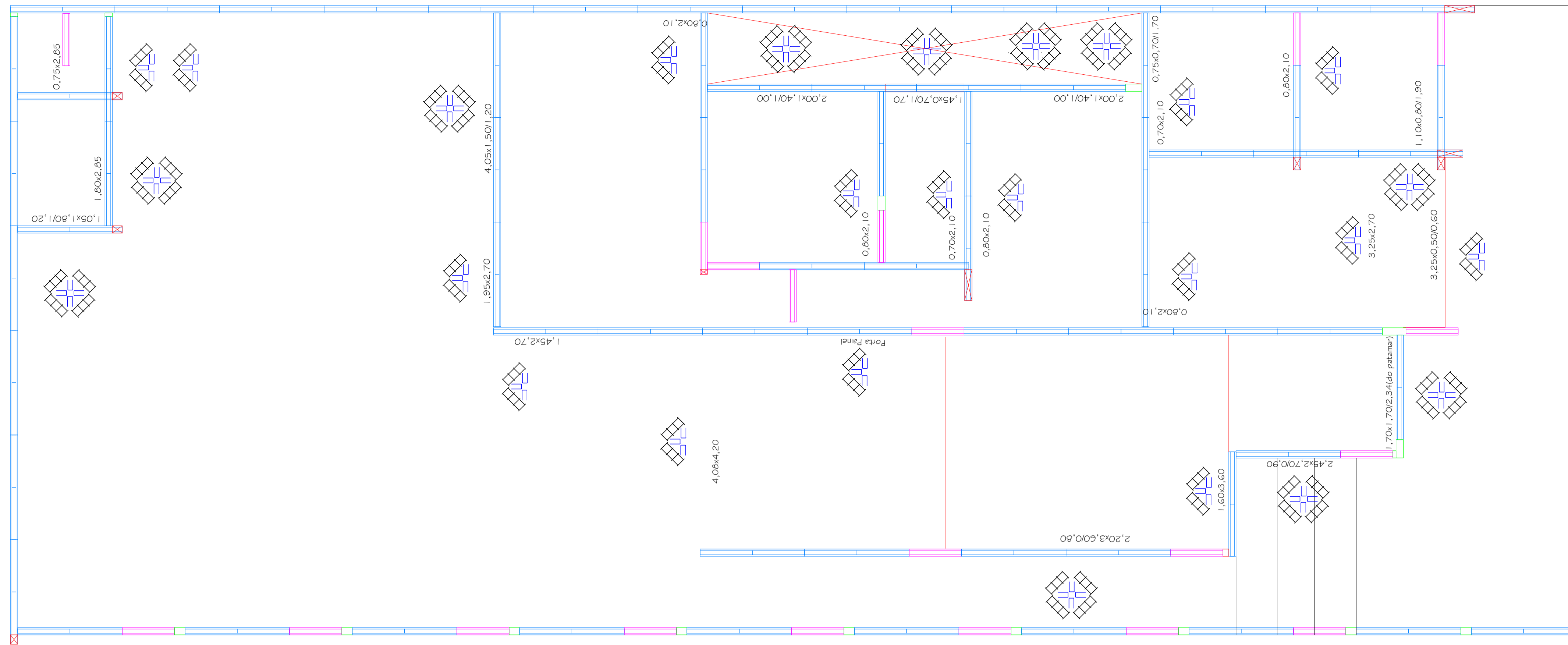
00	21/06/2019	Emissão Inicial
Rev. N°	Data	Descrição das Modificações

Cliente: <b>VANESSA DOS SANTOS EMIDIO</b> Título do Desenho (Pavimento e Assunto): <b>RESIDÊNCIA TÉRREA          MONTAGEM MONOPAINEL - 3ª. CAMADA          REFORÇOS EM EMENDAS E CANTOS</b>		Responsável: DENELOM Coordenador: Projetista: Desenhista: Emissão:
Endereço do Empreendimento: Rua Feliciano souza pinto, Lote 7 - Quadra 04 Bairro Jardins - Varginha - M.G.	Código Empreendimento: <b>RESVAN-VAR</b> Fase:	Folha N°: <b>03</b>

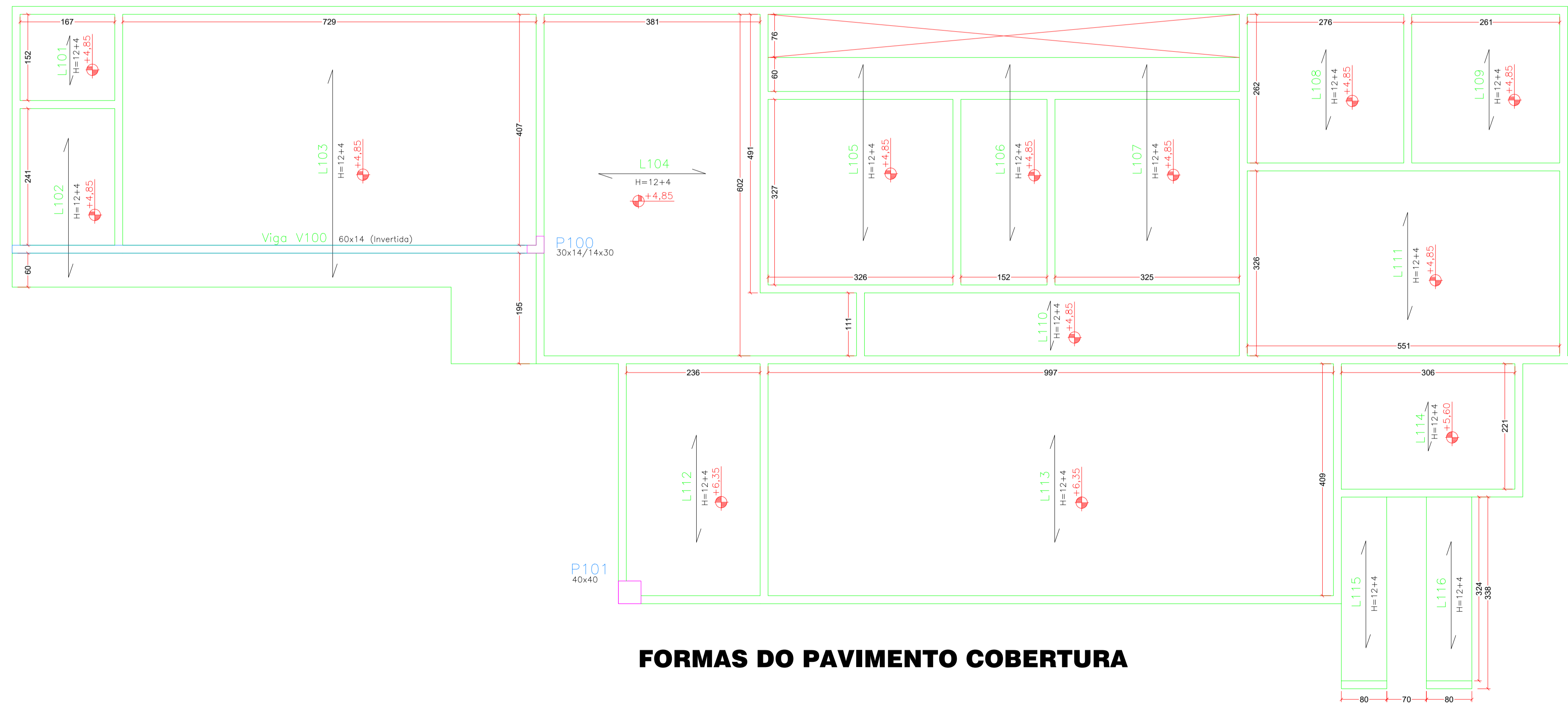


GRUPO ISORECORT  
 Estrada de Sapporém, Nº 7123 - B  
 Santa Luzia - Quarta Divisão - Ribeirão Pires - SP  
 e-mail: engenharia@isorecort.com.br  
 tel/fax: (11) 4397-6020 / 4823-9860

Revisão:	00
Escala:	1:100
Arquivo:	00

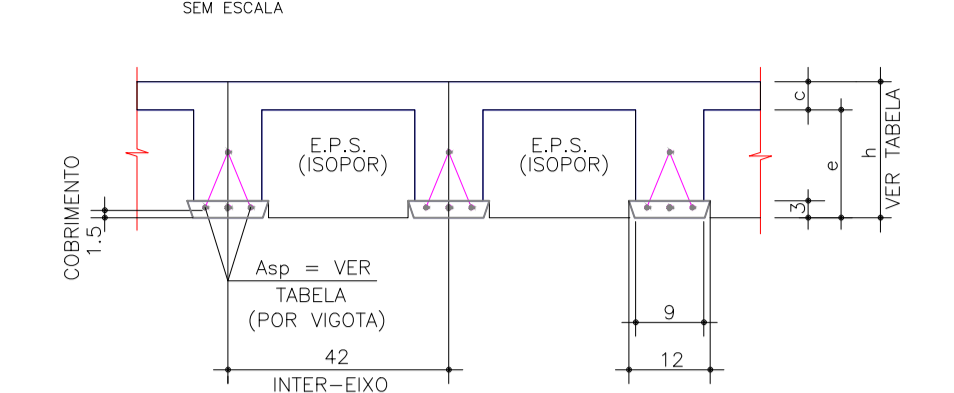


**ACESSÓRIOS: REFORÇOS NAS ABERTURAS (PORTAS E JANELAS)**



**FORMAS DO PAVIMENTO COBERTURA**

**CORTE TÍPICO DAS LAJES TIPO TRELIÇA UNIDIRECIONAIS**



LAJE	PESO PRÓPRIO (Kg/m²)	Asp (CA-60) (cm²/Vg)	h (cm)	c (capa) (cm)
L101	172	0,40	16	4
L102	172	0,40	16	4
L103	172	0,68	16	4
L104	172	0,55	16	4
L105	172	0,55	16	4
L106	172	0,55	16	4
L107	172	0,55	16	4
L108	172	0,40	16	4
L109	172	0,40	16	4
L110	172	0,40	16	4
L111	172	0,55	16	4
L112	172	0,68	16	4
L113	172	0,68	16	4
L114	172	0,40	16	4
L115	172	0,55	16	4
L116	172	0,55	16	4

L → DIREÇÃO OBRIGATORIA DAS LAJES PRÉ-FABRICADAS TIPO TRELIÇA UNIDIRECIONAIS  
 h(e+c)  
 (Asp) SECÇÃO DE ARMADURA  
 (cm²/Vg) CENTÍMETRO QUADRADO POR VIGOTA

**NOTAS:**

- 01-MEDIDAS EM CENTÍMETROS NÍVEIS EM METRO
- 02-VERIFICAR MEDIDAS NA OBRA
- 03-NÍVEL DE REFERÊNCIA: 00,00
- 04-OBSERVAR DURANTE A EXECUÇÃO, O CARREGAMENTO MÁXIMO PERMITIDO SOBRE AS LAJES.
- 05-OBEDECER ESPECIFICAÇÕES DO FABRICANTE DAS LAJES/PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS, QUANTO A MONTAGEM, ESCORAMENTO, CURA, CONTRA-FLEXA, CONCRETAGEM, ETC...
- 06-RECOMENDA-SE A CURA IMEDIATA DAS LAJES. PODE SER EFETUADA A CURA COM SACOS DE JUTA, CANHAMO OU ALGODÃO ( LIMPOS, SEM FUROS, PESO SECO INFERIOR A 200 g/m²) MOLHADOS PARA EVITAR A RÁPIDA EVAPORAÇÃO DA ÁGUA DO CONCRETO FRESCO.
- 07-PREVER APÓS A CONCRETAGEM, A CURA ÚMIDA CUIDADOSA POR NO MÍNIMO 7 (SETE) DIAS.
- 08-AS FORMAS E O ESCORAMENTO/CIMBRAMENTO DEVERÃO SER DIMENSIONADOS POR EMPRESA ESPECIALIZADA.
- 09-PREVER REESCORAMENTO NO NÍVEL INFERIOR PARA DISTRIBUIÇÃO CONVENIENTE DA CARGA DE CIMBRAMENTO E DO LANÇAMENTO DO CONCRETO.
- 10-A EXECUÇÃO DESTE PROJETO DEVERÁ SER ACOMPANHADA POR ENGENHEIRO ESPECIALIZADO EM OBRAS CONGÊNERES.

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

- 11-CONCRETO CLASSE C25 QUE NAS CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DEVE APRESENTAR:
  - CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO: 340 kg/m³ DE CONCRETO
  - RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À COMPRESSÃO fck 25,0 MPa (250kgf/cm²)
  - RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO ≤ 0,55
  - MASSA ESPECÍFICA APARENTE 2400 kg/m³
  - MÓDULO DE ELASTICIDADE SECANTE E<sub>c</sub> 23.5 GPa
- 12-CLASSE II DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL CONSIDERADA: AMBIENTE URBANO

Rev. N°	Data	Descrição das Modificações
00	19/07/2019	Inclusão da secção de aço das lajes (armação)
00	21/06/2019	Emissão Inicial

Cliente: <b>VANESSA DOS SANTOS EMÍDIO</b>		Responsável: DENILSON
Título do Desenho (Pavimento e Assunto): <b>RESIDÊNCIA TÉRREA MONTAGEM MONOPAINEL REFORÇOS EM ABERTURAS PLANTA DE FORMAS - PAVIMENTO COBERTURA</b>		Coordenador:
Endereço do Empreendimento: Rua Feliciano souza pinto, Lote 7 - Quadra 04 Bairro Jardins - Varginha - M.G.		Projelista:
		Emissão:
		Código Empreendimento:
		<b>RESVAN-VAR</b>
		Fase:

Grupo  
**Isorecort**

GRUPO ISORECORT  
Estrada de Sapporém, Nº 7123 - B  
Santa Luzia - Quarta Divisão - Ribeirão Pires - SP  
e-mail: engenharia@isorecort.com.br  
tel/fax: (11) 4397-6020 / 4823-9860

Folha N°  
**04**

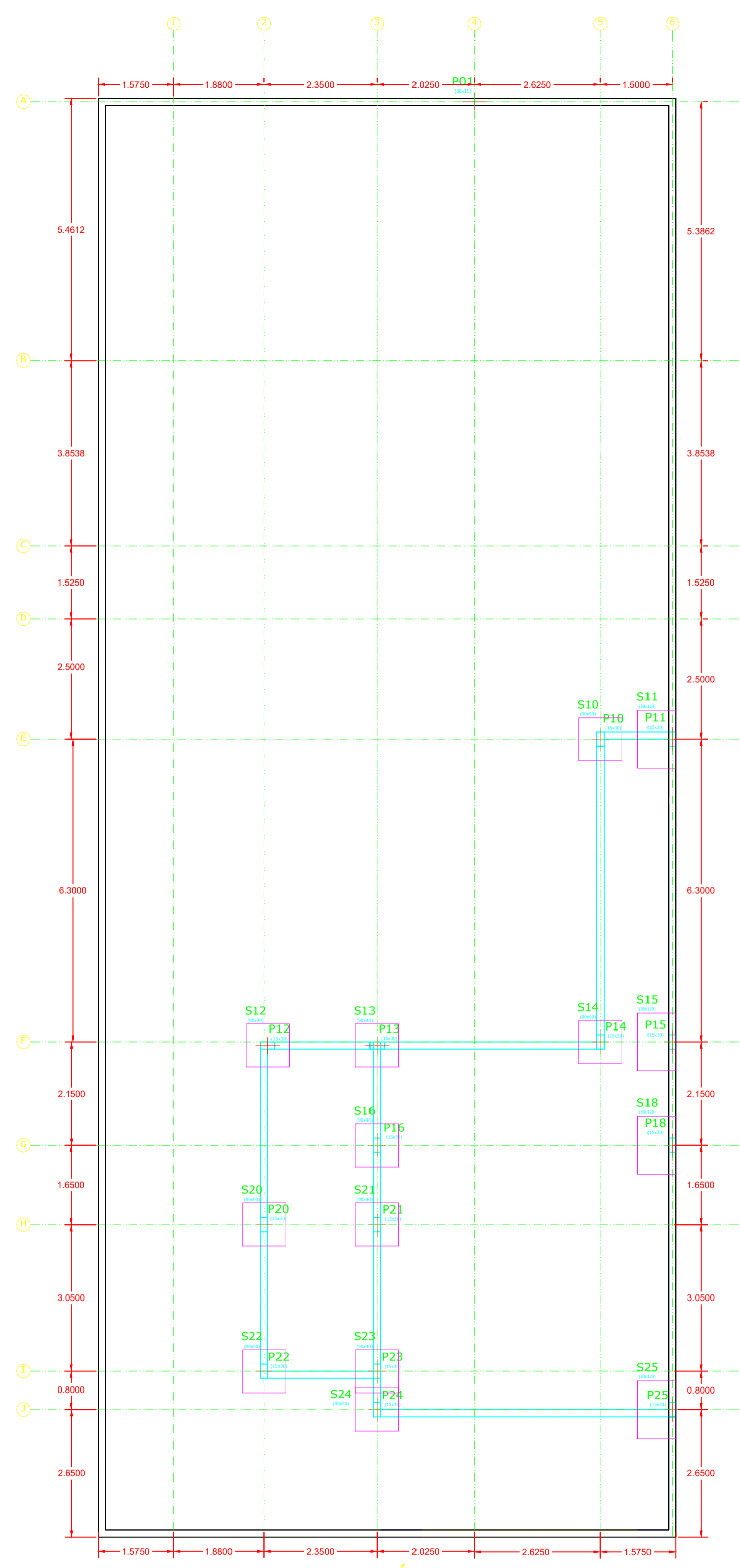
Revisão  
01  
Escala  
1:100  
Arquivo  
00

A1=840x594mm

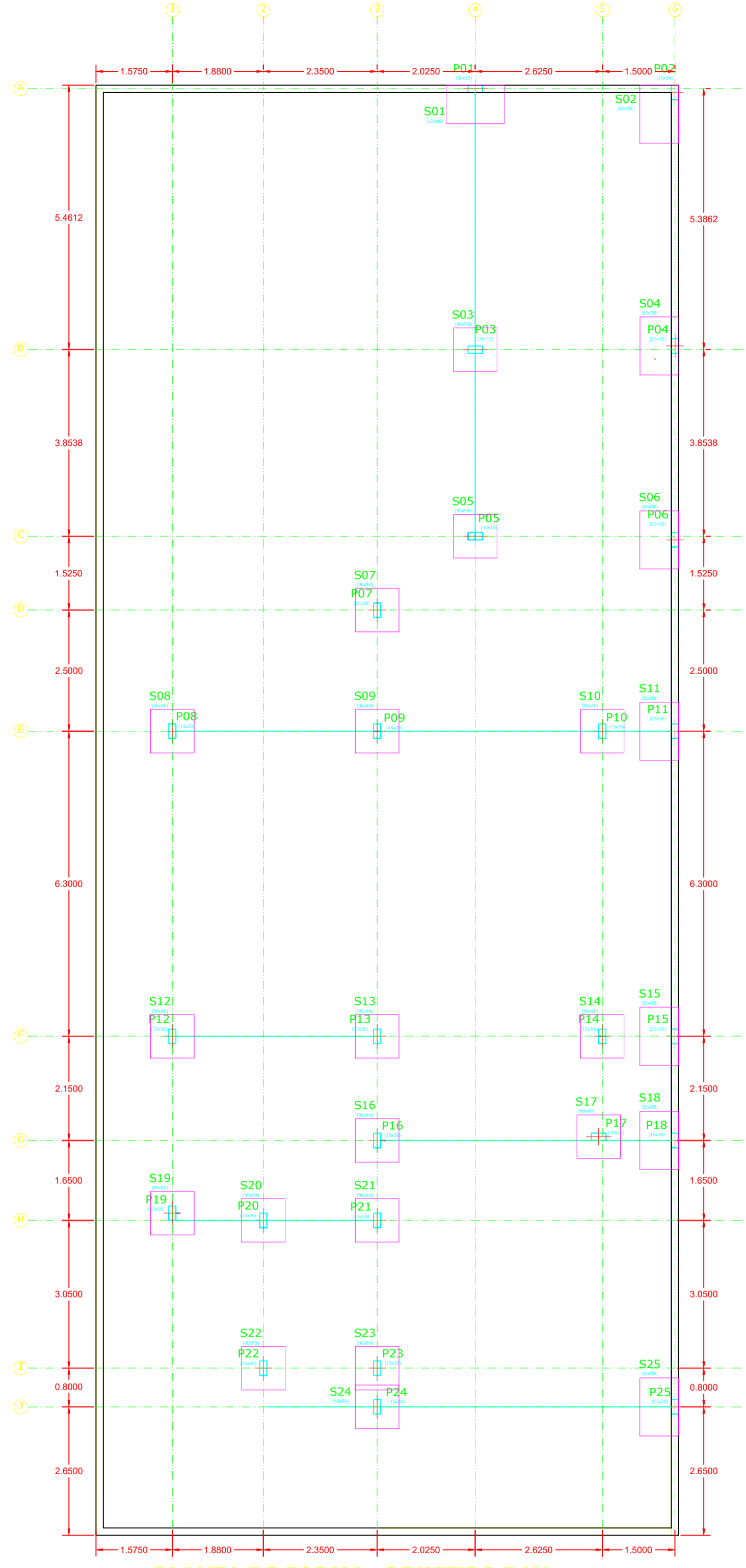
## **APÊNDICE A – Projeto Completo em Alvenaria Convencional**

O projeto completo referente em alvenaria convencional se encontra nas três pranchas em sequência, sendo elas referente a planta de forma e fundação, detalhamento dos pilares e detalhamento das vigas.





PLANTA DE FORMA - TÉRREO



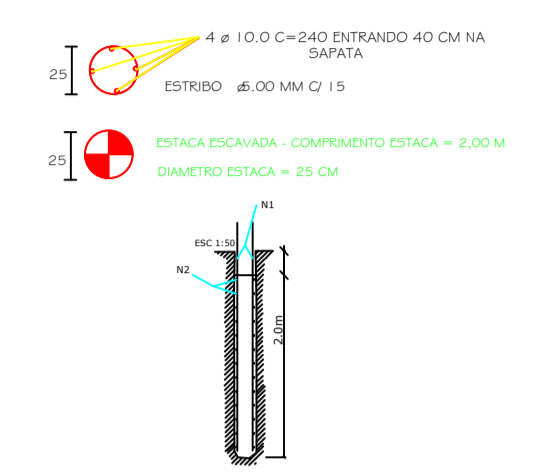
PLANTA DE FORMA - PRIMEIRO PAV.

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-50 (kg)	CA-60 (kg)	
P01=P02=P04-P06 P11=P15=P18-P25	1	Ø12.5	5	169	845	8,13		
	2	Ø12.5	3	98	294	2,83		
	5	Ø10.0	4	102	408	2,51		
	6	Ø6.3	5	80	400	0,98		
	Total+10%:					15,89		
	(x8):					127,16		
P03=P05=P07-P08 P09=P10=P12-P13 P14=P16=P17-P19 P20=P21=P22-P23 P24	3	Ø10.0	4	103	412	2,54		
	4	Ø10.0	4	103	412	2,54		
	7	Ø10.0	4	98	392	2,41		
	8	Ø6.3	3	80	240	0,588		
Total+10%:					8,88			
(x17):					150,96			
					Ø6.3:	17,83	0,0	
					Ø10:	147,41	0,0	
					Ø12.5:	87,68	0,0	
					Total:	252,92	0,0	

Resumo Aço Fundação	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Detalhamento fundação			
CA-50	Ø6.3	91,12	25
	Ø10	239,36	163
	Ø12.5	67,6	71,6
			259,6

## Detalhamento Fundação

ESTACAS ESTABILIZAÇÃO SAPATAS  
S1 ATÉ S25

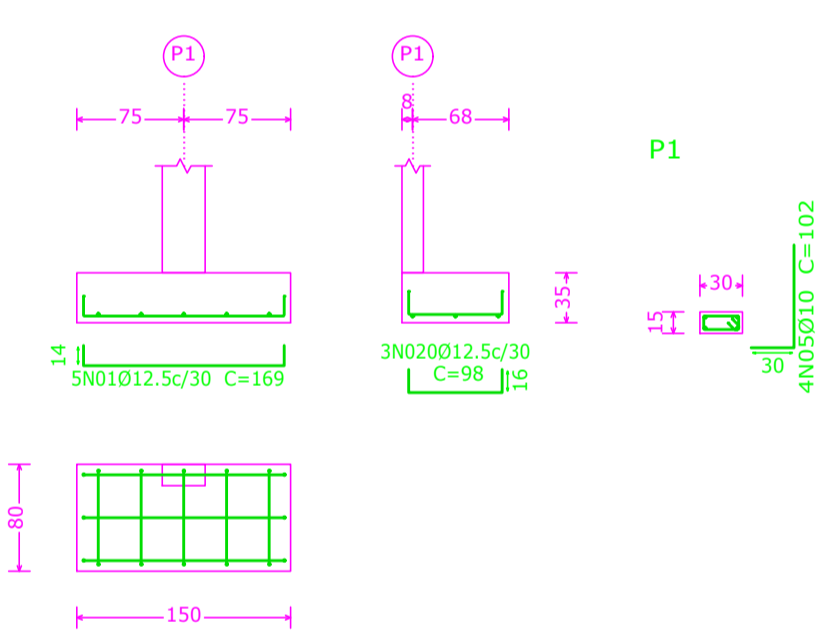


UTILIZAR 4 BROCHAS POR SAPATA  
AS BROCHAS DEVERÃO SER PREENCHIDAS COM MATACÃO  
DEVERÃO SER APOIADAS COM SOQUETE

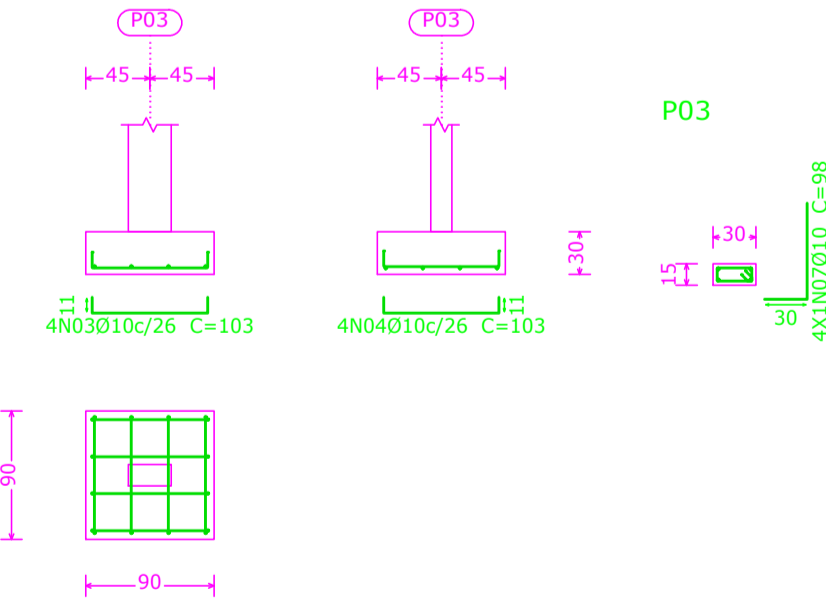
- LASTRO DE CONCRETO  
DEIXAR LASTRO EM CONCRETO COM 5 CM DE ESPESSURA
- FORMAS  
USAR FORMAS DE MADEIRA PARA MELHOR PRECISÃO E QUALIDADE DOS CÁLCULOS.
- COBRIMENTO  
UTILIZAR ESPAÇADORES PARA GARANTIR ESPESSURA DE COBRIMENTO ESPECIFICADA EM PROJETO.

## Detalhamento Fundação

P01 - P02 - P04 - P06 - P11 - P15 - P18 - P25

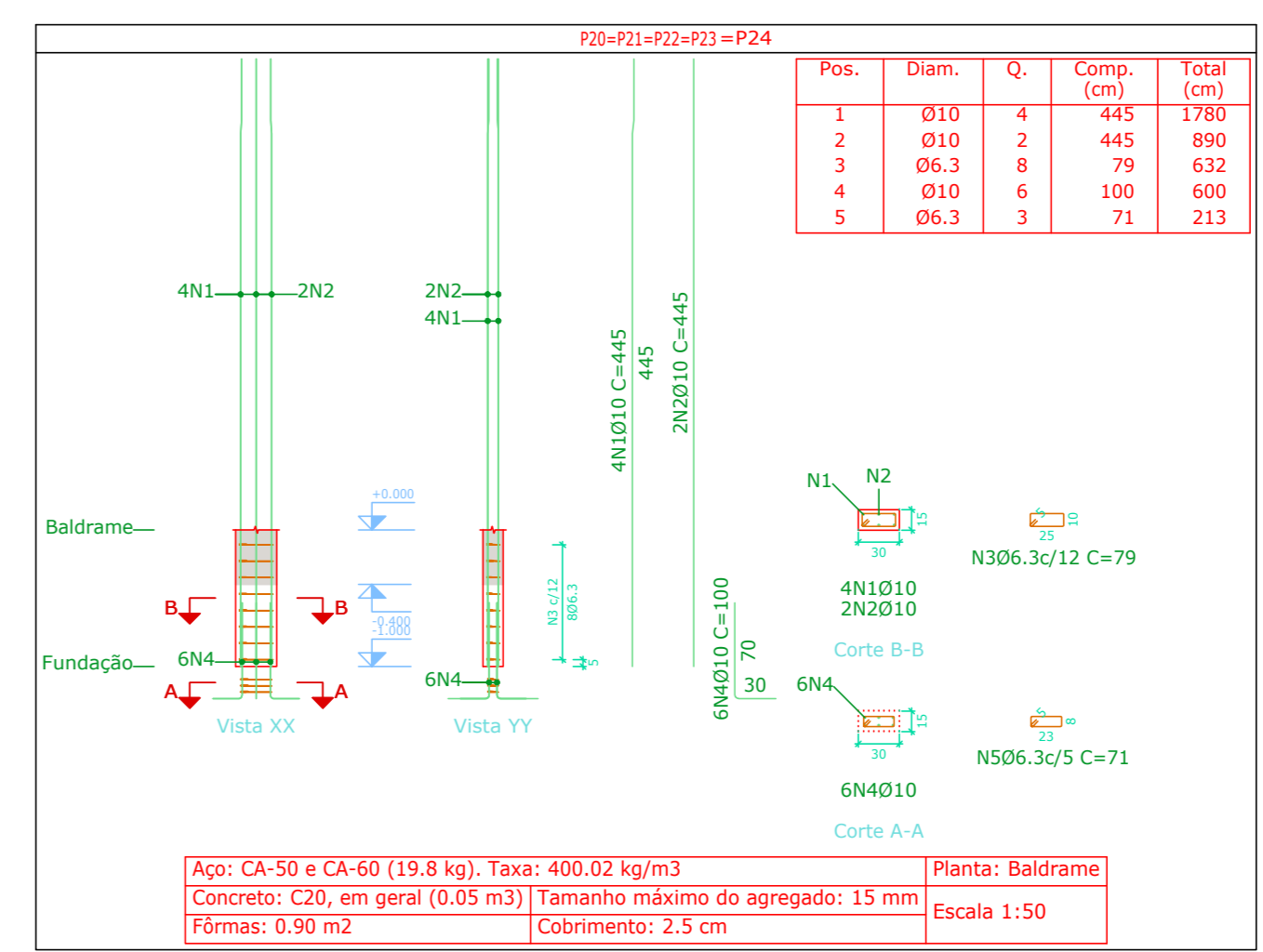
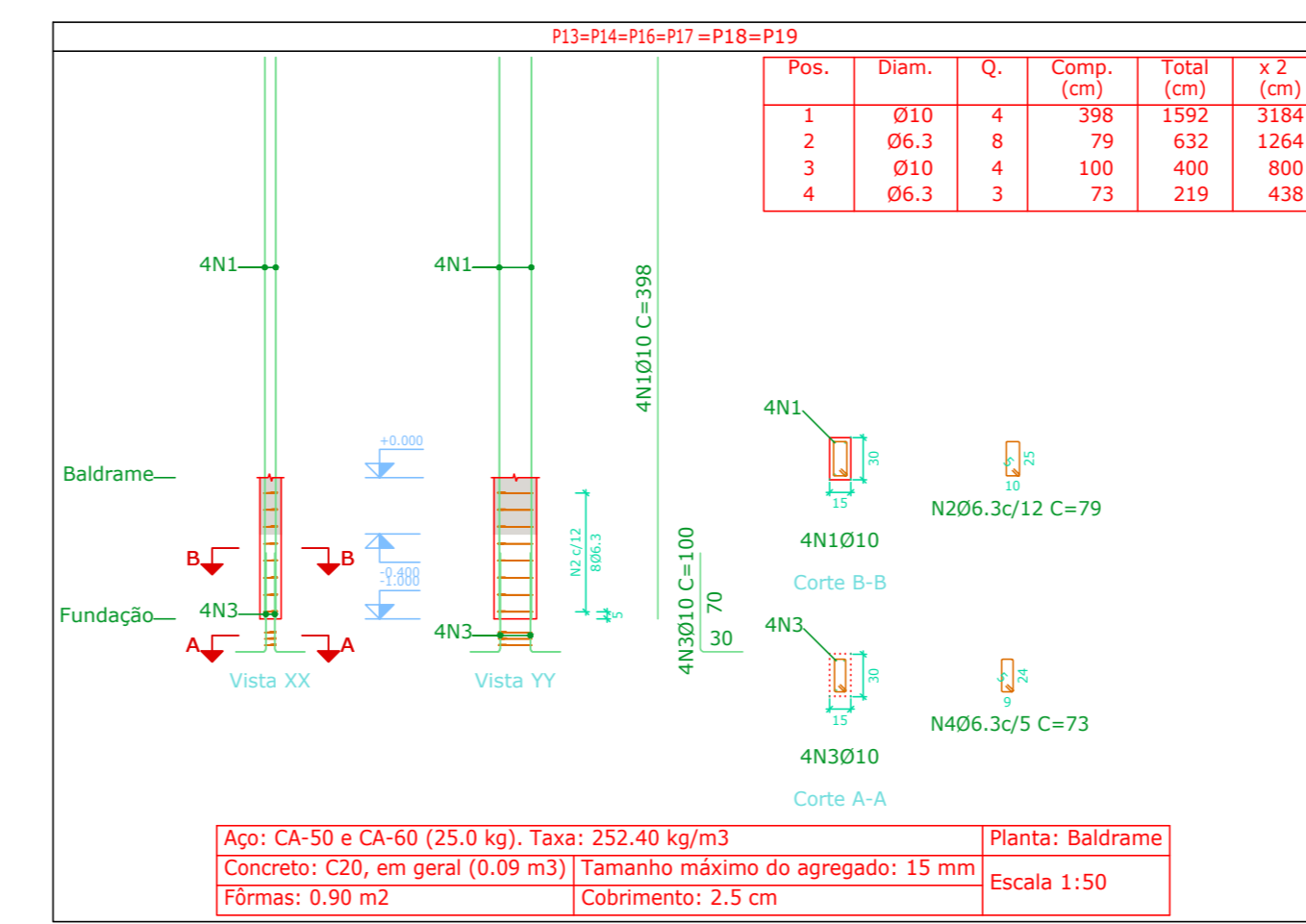
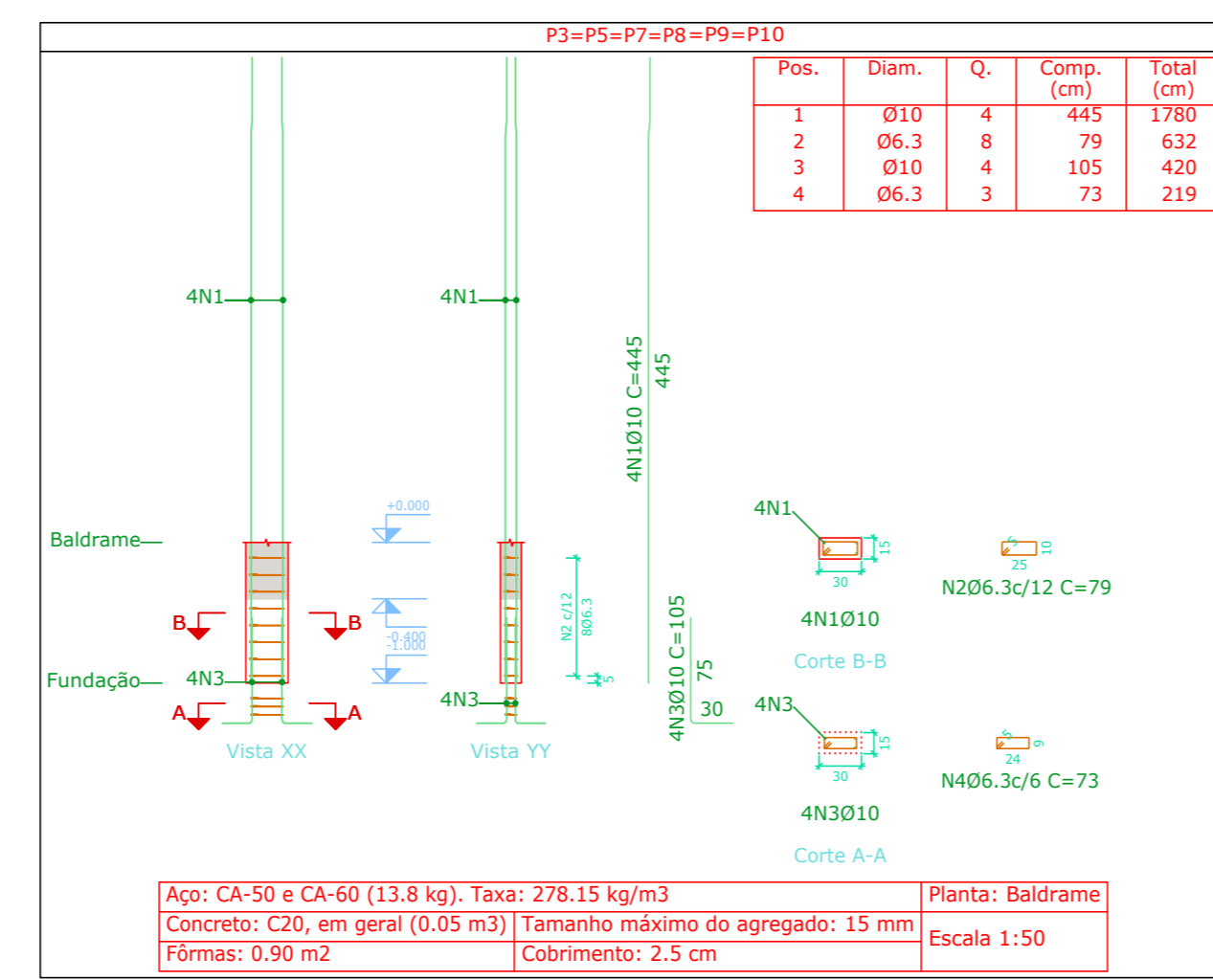
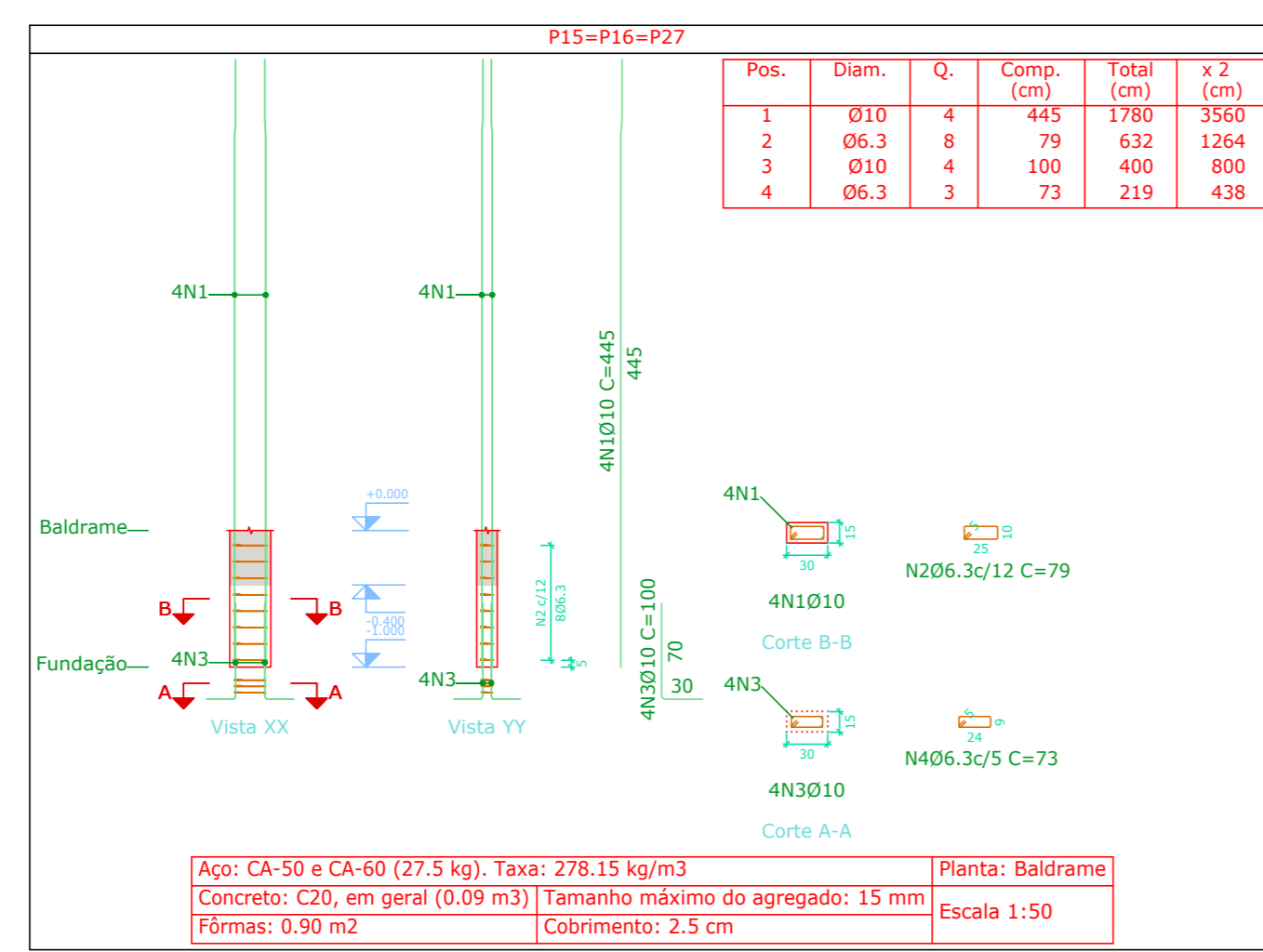
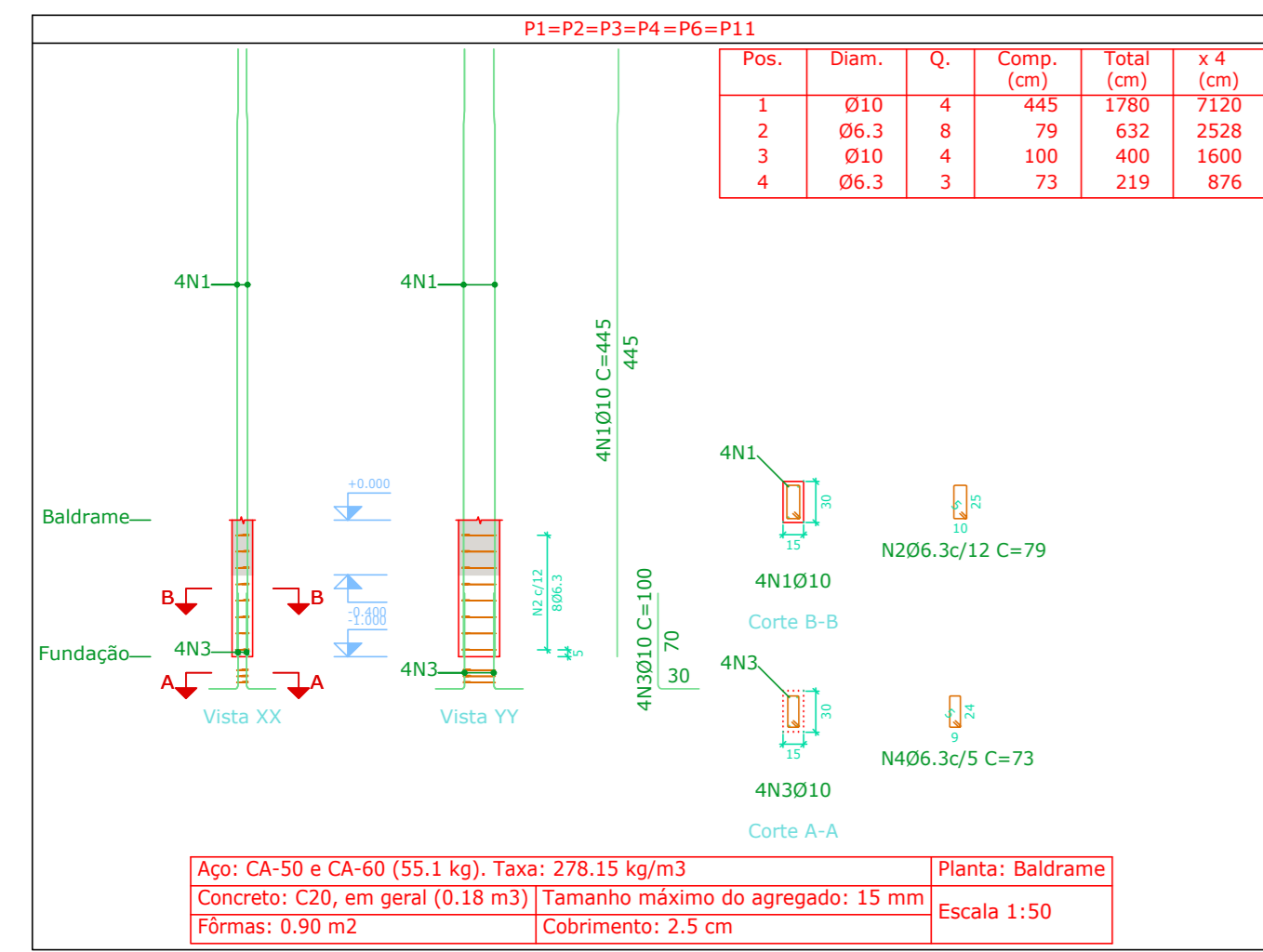


P03 - P05 - P07 - P08 - P09 - P10 - P12 - P13 - P14 - P16 - P17  
P19 - P20 - P21 - P22 - P23 - P24



DETALHAMENTO FUNDAÇÃO

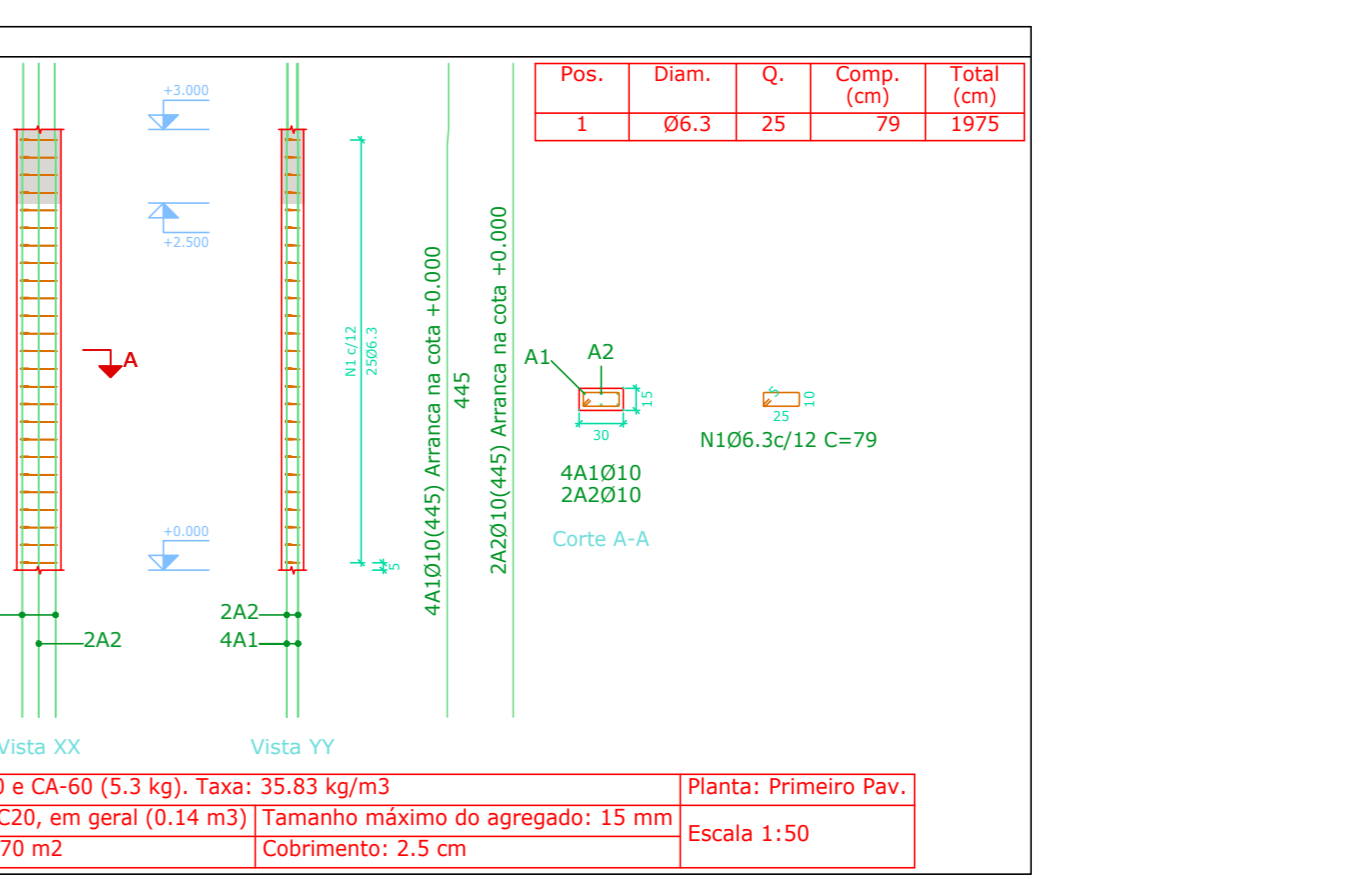
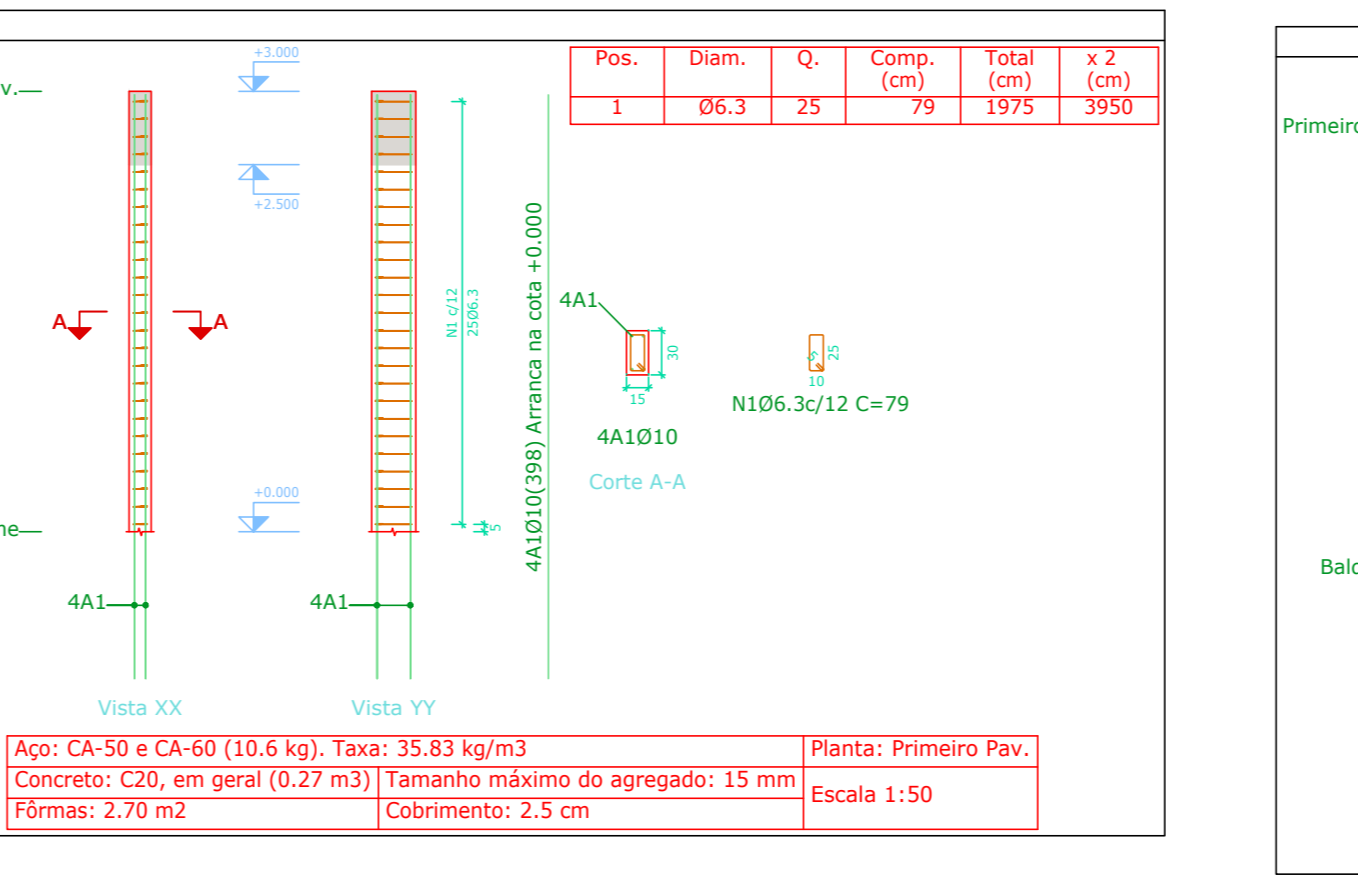
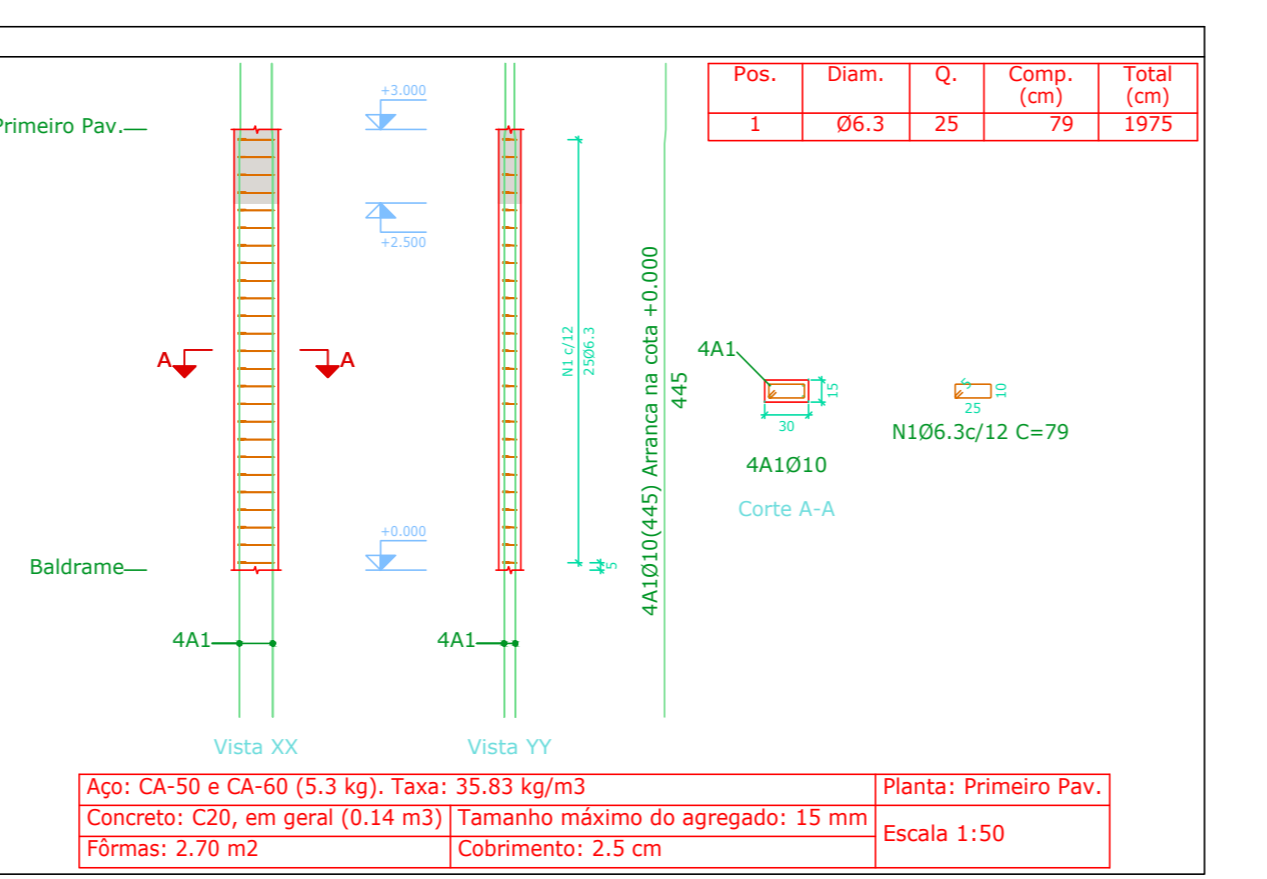
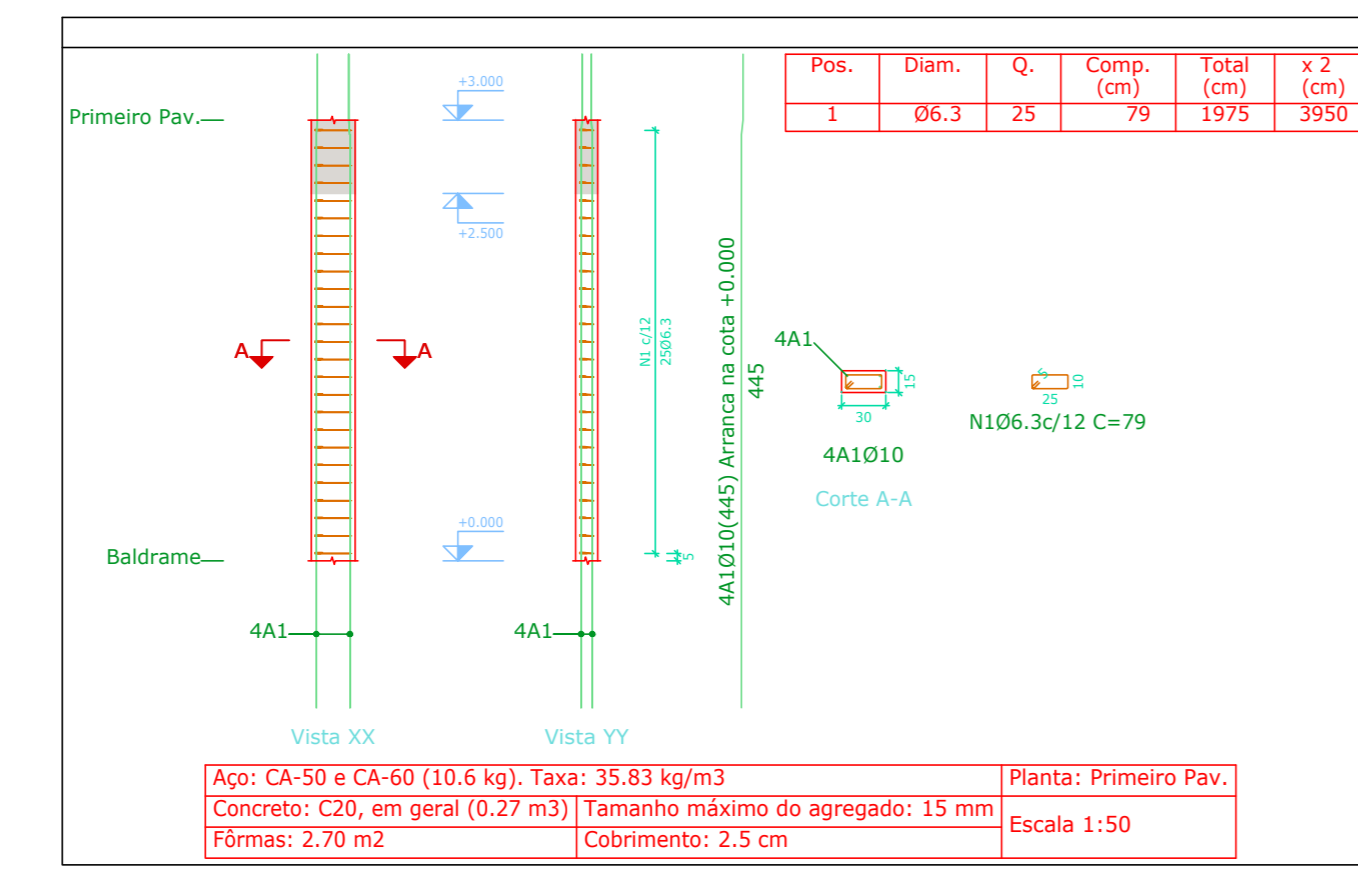
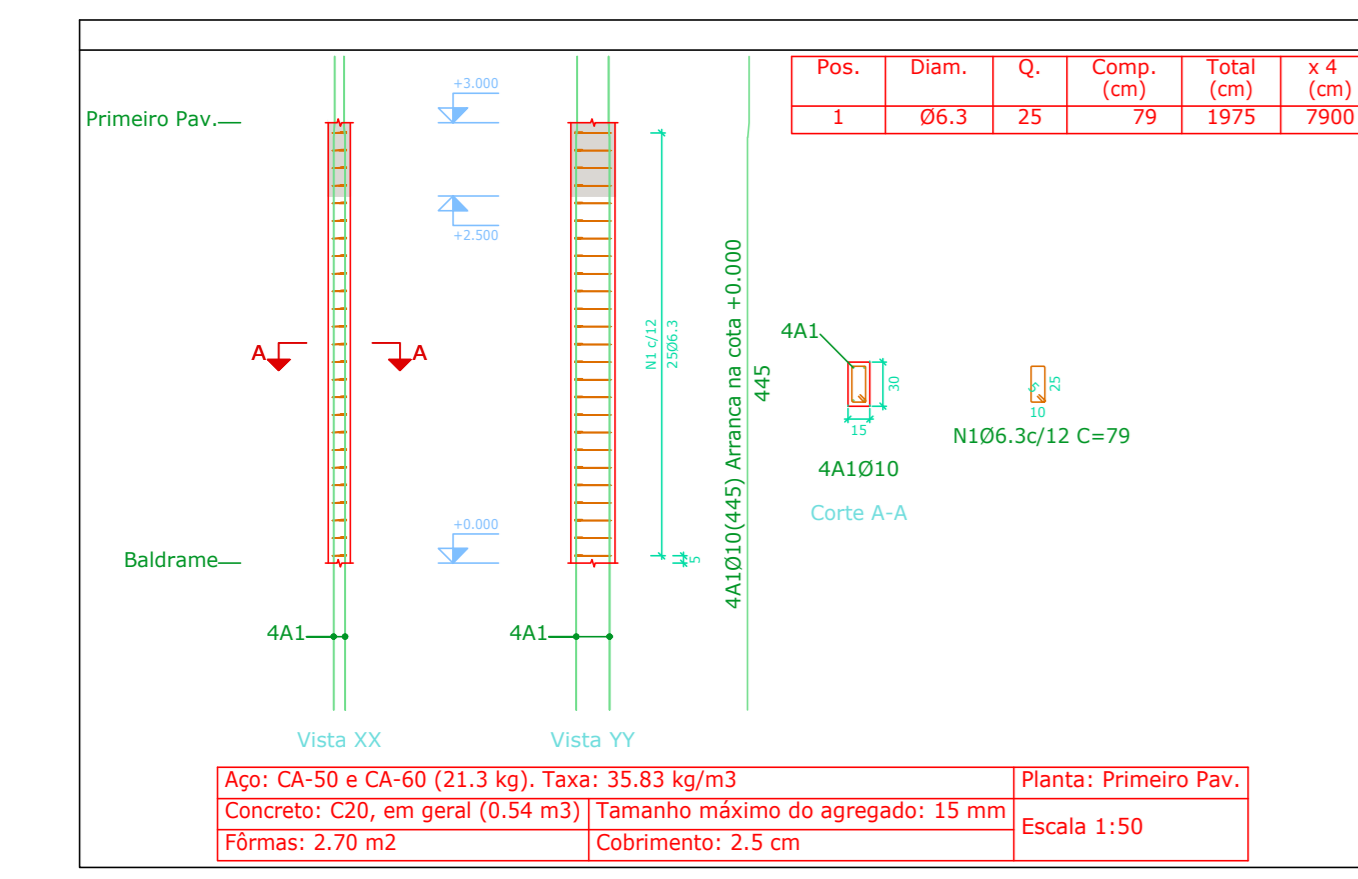
	<b>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II</b> TÍTULO: ESTUDO ANALÍTICO DE CUSTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL EM PANÉIS MONOLÍTICOS E APLICAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL DE BLOCO DE CERÂMICO		
	CONTEÚDO DA FRENCHA: PLANTA DE FORMA DETALHAMENTO FUNDAÇÃO	DATA: 09/11/2020	ESCALA: INDICADAS
	ALUNO: THALLES ESMERALDO DA COSTA - RA: 2015100883	TURNO: INTEGRAL	FRONCHA: 01/01
	PROFESSOR(ES) ORIENTADOR(ES): PROFESSOR LEOPOLDO FREIRE BUENO		



DETALHAMENTO PILARES BALDRAME

Planta: Baldrame
Concreto: C20, em geral
Aço das barras: CA-50 e CA-60
Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

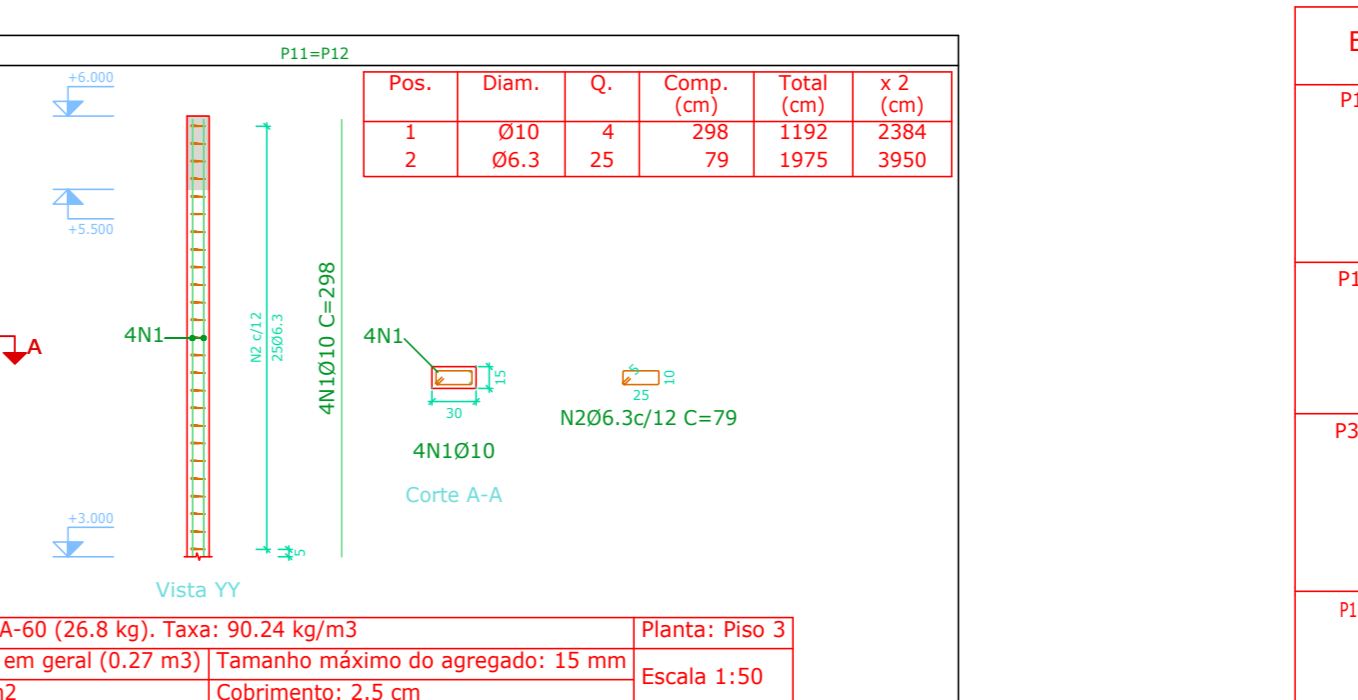
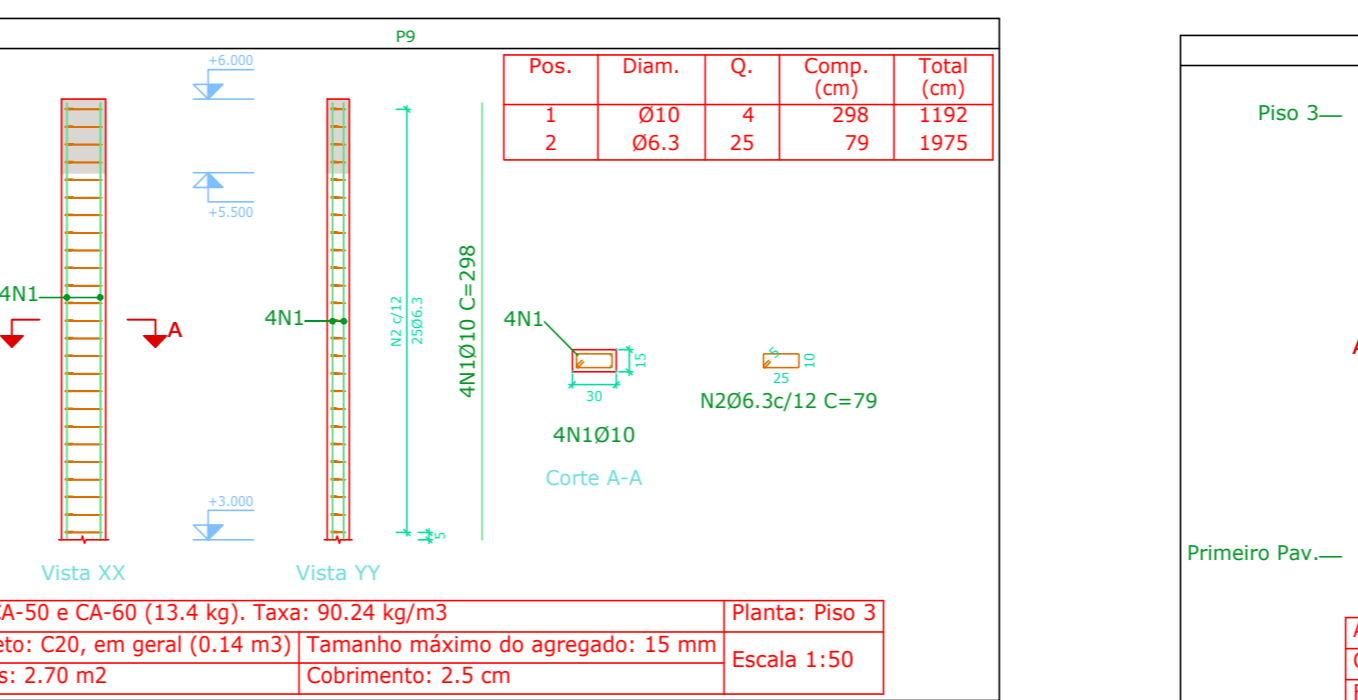
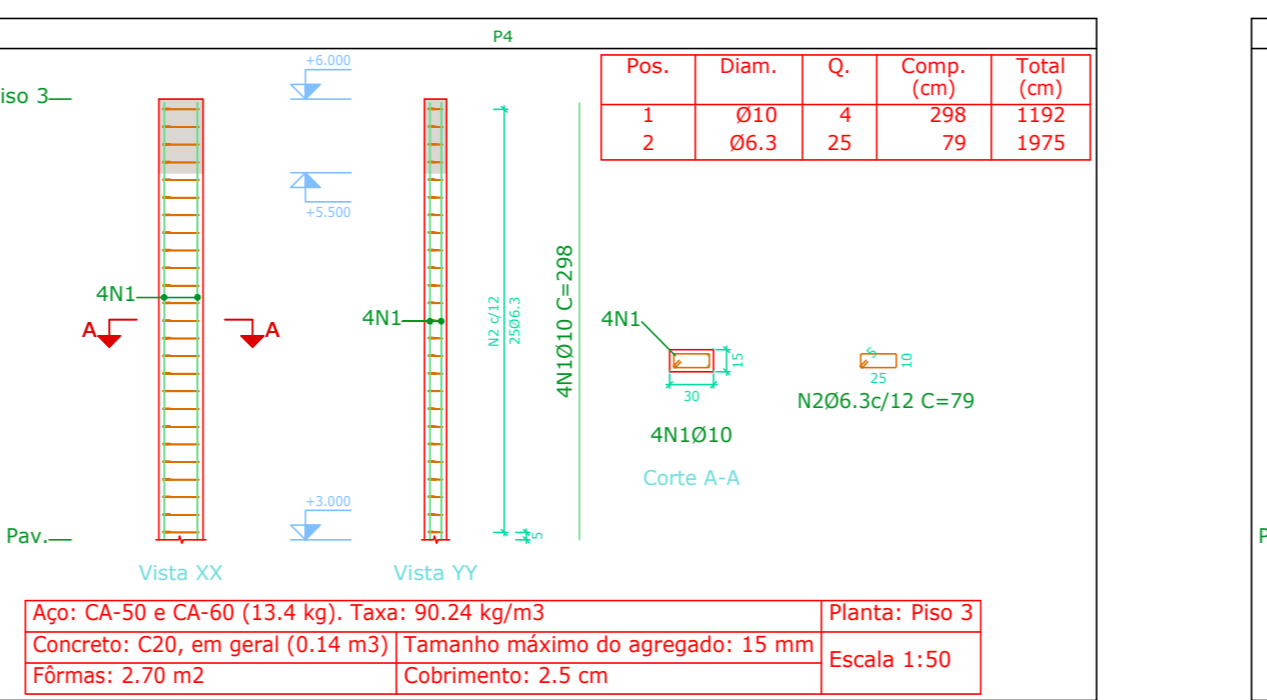
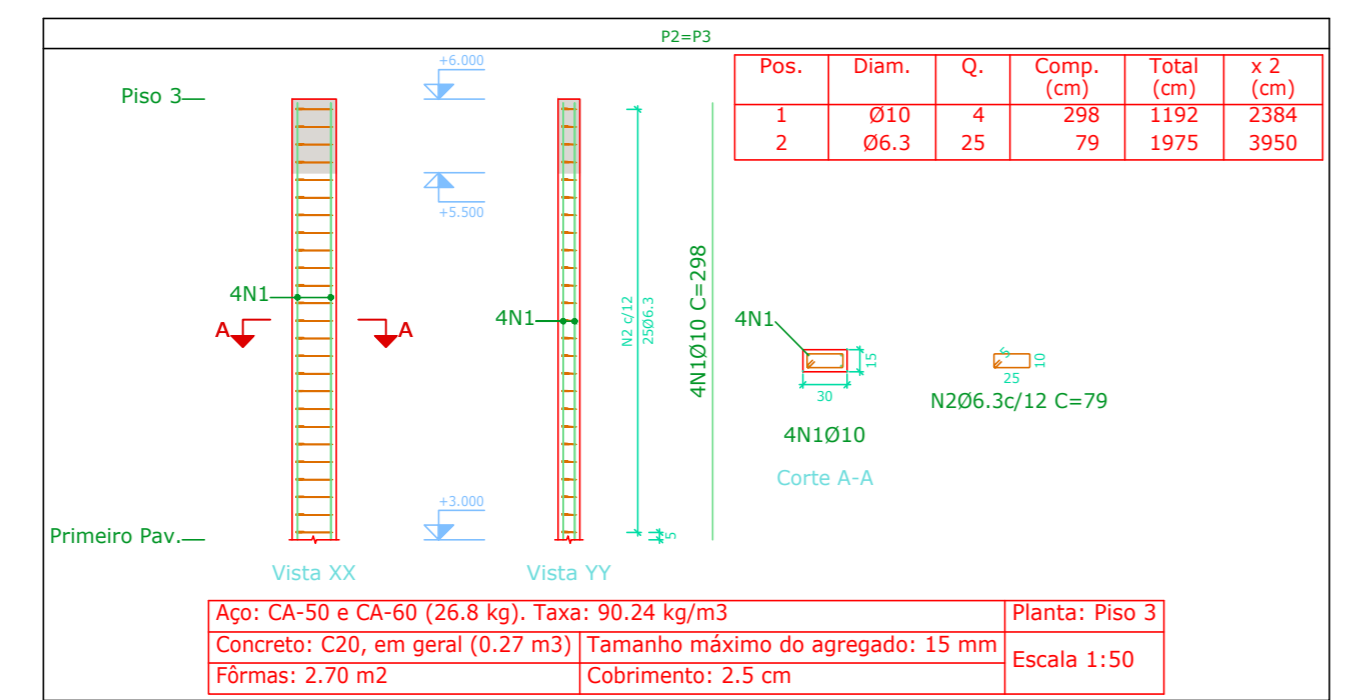
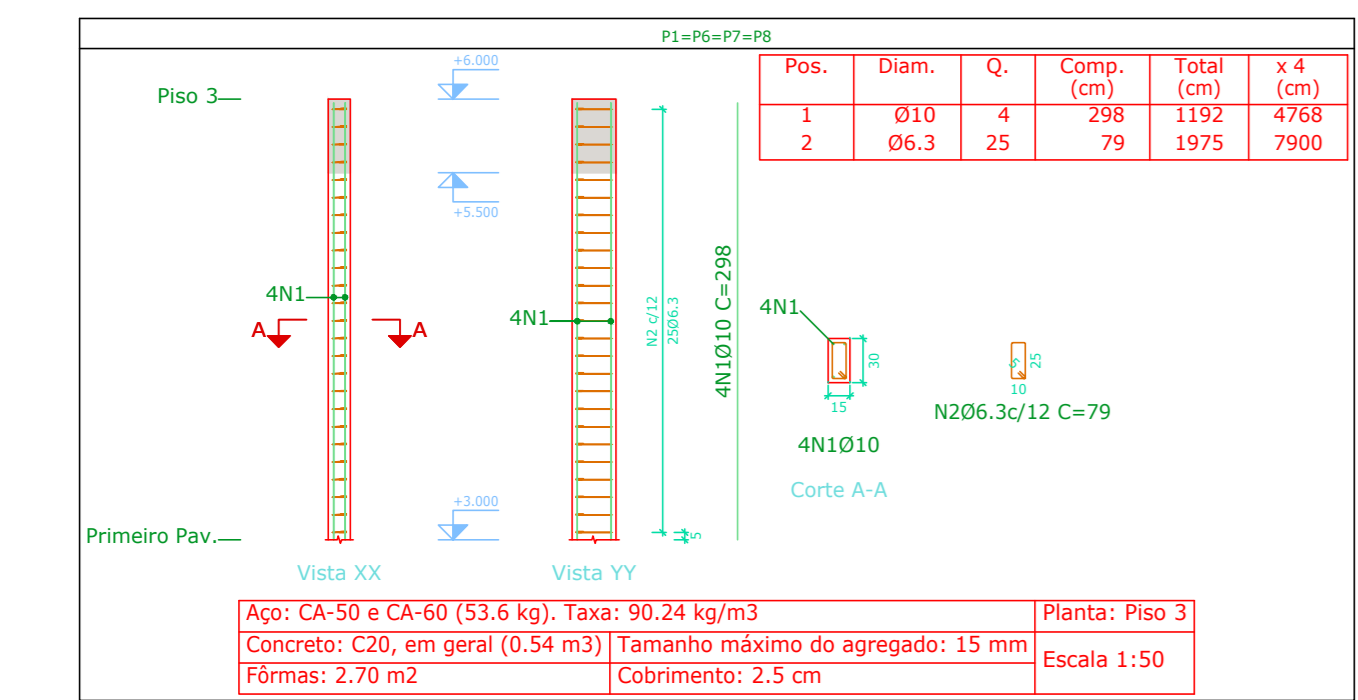
Table listing column elements (Elemento) with columns for position, diameter, quantity, cross-section, component volume, and total weight. Includes sub-totals for each group and an overall total.



DETALHAMENTO PILARES 1º PAV.

Planta: Primeiro Pav.
Concreto: C20, em geral
Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Table listing column elements at the 1st floor with columns for position, diameter, quantity, cross-section, component volume, and total weight. Includes sub-totals and an overall total.



DETALHAMENTO PILARES COBERTURA

Planta: Cobertura
Concreto: C20, em geral
Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Table listing column elements at the roof with columns for position, diameter, quantity, cross-section, component volume, and total weight. Includes sub-totals and an overall total.

