

**FAAT FACULDADES**

**ENGENHARIA CIVIL**

**Alison da Silva Mafra**

**Felipe Augusto Bueno Mutti Ferreira**

**José Henrique de Oliveira**

**Reginaldo Dias Grunwald Neto**

**CONDOMINIO VILA COM 5 CASAS EM SISTEMA CONSTRUTIVO  
LIGHT STEEL FRAMING**

**ATIBAIA – 2017**

**FAAT FACULDADES**

**ENGENHARIA CIVIL**

**Alison da Silva Mafra**

**Felipe Augusto Bueno Mutti Ferreira**

**José Henrique de Oliveira**

**Reginaldo Dias Grunwald Neto**

**CONDOMINIO VILA COM 5 CASAS EM SISTEMA CONSTRUTIVO  
LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção do grau de Bacharel em Enge-  
nharia Civil pela FAAT FACULDADES,  
sob orientação do professor Alexandre  
Magno Dias Azevedo

**ATIBAIA – 2017**

## **AGRADECIMENTOS**

Partindo da premissa que a gratidão é a memória do coração, não poderíamos deixar de agradecer por todo cuidado e carinho recebido nesses últimos 5 anos.

De forma especial queremos agradecer a Deus por ter suprido todas as nossas necessidades, aos nossos pais e familiares por todo o apoio não somente durante os 5 anos de graduação mas por todo suporte anterior a essa conquista.

Agradecemos em especial aos professores Ribamar de Jesus Gomes, Carolina A. C. Raymundo, Henrique Raymundo, Fernanda Rocha Pereira, Adélia M. Masulo e ao nosso orientador Alexandre.

Por fim, agradecemos aos amigos de classe e todos os professores e profissionais da FAAT.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BDI	Bonificação e Despesa Indireta
CAD	Desenho Auxiliado por Computador
CBCA	Centro Brasileiro da Construção do Aço
CUB	Custo Unitário Básico
CP	Carga Permanente
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
FAAT	Faculdades Atibaia
MU	Máximo de Unidade
OSB	Oriented Strand Board
PFF	Perfil Formado a Frio
SC	Sobrecarga
SPT	Standard Penetration Test
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VAU	Valor Anual Uniforme
VFL	Valor Futuro Líquido
VPL	Valor Presente Líquido

## RESUMO

A crise financeira que o Brasil enfrenta, afeta diretamente o ramo da construção civil. Devido a esta situação, soluções construtivas enxutas e rápidas se apresentam como uma boa alternativa de investimento. Neste sentido, este trabalho consiste em elaborar um projeto de Condomínio Vila – com 5 casas na cidade de Atibaia/SP, considerando a utilização do sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF). A utilização desse sistema proporciona rapidez na execução, versatilidade do projeto, quase não gera desperdício e propõe uma redução do peso próprio da construção. No desenvolvimento deste trabalho, procurou-se demonstrar as especificidades de cada etapa da obra, como a determinação e análise do tipo de fundação, os projetos de instalações prediais, análise estrutural, infraestrutura do condomínio vila, bem como uma comparação do custo de obra em relação a sistemas construtivos tradicionais ou convencionais, a fim de se verificar se o sistema é viável no aspecto financeiro. Pode-se concluir então que o sistema LSF apesar de apresentar um valor unitário (m<sup>2</sup>) mais elevado, se demonstra mais viável, pois além do aspecto ambiental, evitando desperdícios, o tempo de obra é menor, fazendo com que o retorno do investimento seja mais rápido, tornando um VPL mais atrativo.

**Palavras chaves:** *Light Steel Framing*, viabilidade de projeto.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema construtivo Wood Frame .....	19
Figura 2: Sistema construtivo Wood Frame .....	21
Figura 3: Peça de reforço na ancoragem da estrutura à fundação por meio de barra roscada. .....	22
Figura 4: Ancoragem por expansão tipo parabol.....	23
Figura 5: Pannel típico, apresentando guias em perfil U e montantes em perfis Ue.....	25
Figura 6: Parafusos auto-atarraxantes. ....	26
Figura 7: Ponta broca e chapas conectadas. ....	27
Figura 8: Desenho esquemático de laje úmida .....	29
Figura 9: Tipos de treliças planas e foto ilustrativa da sua utilização.....	29
Figura 10: Treliças plana .....	30
Figura 11: Vigas de Piso.....	31
Figura 12: Estrutura de piso em LSF.....	31
Figura 13: Aberturas nos perfis para passagem de tubulações. ....	32
Figura 14: Planta de estrutura de piso em LSF .....	33
Figura 15: Esquema de laje úmida e Fôrma de aço para contrapiso. ....	34
Figura 16: Placas de OSB utilizadas para laje seca.....	34
Figura 17: Vigas de piso apoiadas em montantes de painéis do pavimento térreo. ....	35
Figura 18: Vigas compostas para aumentar a resistência.....	36
Figura 19: Travamento horizontal da laje de piso por meio de bloqueadores e fitas metálicas. .....	37
Figura 20: Bloqueador .....	37
Figura 21: Montagem método Stick.....	38
Figura 22: Montagem por painéis.....	39
Figura 23: Montagem por Construção Modular .....	39
Figura 24: Montagem por Ballon Frame .....	40
Figura 25: Reforço para instalação de bancada em divisória drywall. ....	42

Figura 26: Proteção plástica para instalações.....	43
Figura 27: Distribuição de esforços .....	45
Figura 28: Relação entre VPL e TIR.....	51
Figura 29: Diagrama de Fluxo de Caixa .....	51
Figura 30: Localização do terreno. ....	52
Figura 31: Sondagem SPT .....	56
Figura 32: Cargas em um dos montantes da fila E próximo ao eixo 7 que recebe vigas de 3,15m de vão. ....	59
Figura 33: Cargas Pontuais .....	60
Figura 34: Armadura transversal e longitudinal inferior. ....	61
Figura 35: Armadura transversal e longitudinal superior. ....	62
Figura 36: Projeto da residência.....	64
Figura 37: Projeto do condomínio.....	65
Figura 38: Modulação. ....	66
Figura 39: Terreno. ....	66
Figura 40: Radier. ....	67
Figura 41: Estrutural em Steel Framing.....	67
Figura 42: Estrutural em Steel Framing.....	68
Figura 43: Lã de vidro.....	68
Figura 44: Placa OSB.....	69
Figura 45: Membrana de impermeabilização. ....	69
Figura 46: Placa cimentícia. ....	70
Figura 47: Placa cimentícia com esquadrias. ....	70
Figura 48: Maquete residência. ....	71
Figura 49: Maquete condomínio.....	71
Figura 50: Maquete condomínio fachada. ....	72
Figura 51: Maquete condomínio vista aérea. ....	72
Figura 52: Projeto elétrico.....	74

Figura 53: Instalações hidrossanitarios .....	75
Figura 54: Compatibilização do projeto – Painel térreo 21 .....	76
Figura 55: Micro drenagem.....	77



---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões Nominais Usuais dos perfis de Aço para LSF .....	24
Tabela 2: Bitolas e diâmetros dos parafusos auto-atarraxantes. ....	27
Tabela 3: Dimensões para as operações de furar e rosquear. ....	28
Tabela 4: Comprimentos dos parafusos auto-atarraxantes.....	28
Tabela 5: Densidade superficial de massa de alguns materiais para o LSF .....	44
Tabela 7: Vãos máximos para vigas de forro (mm). Vigas contínuas, sem enrijecedores de alma nos apoios. Peso próprio do sistema de forro = 0,12 kN/m <sup>2</sup> .Aço 230 MPa .....	46
Tabela 8: Montantes para pé-direito de 2800 mm, com bloqueador à meia-altura, suportando somente telhado e forro. Residência de um pavimento ou o segundo andar de uma residência de dois pavimentos. Vento $V_0 = 40$ m/s Aço 230 Mpa .....	47
Tabela 9: Restrições de uso do solo .....	53
Tabela 10: Categoria uso Residencial.....	53
Tabela 11: Restrições de ocupação do solo.....	54
Tabela 12: Carga permanente e sobrecarga adotadas para o exemplo de dimensionamento. ....	58
Tabela 13: Planilha EAP completa. (Parte 1) .....	78
Tabela 14: Planilha EAP completa. (Parte 2) .....	79
Tabela 15: Planilha EAP completa. (Parte 3) .....	80
Tabela 16: Planilha orçamentaria resumida .....	81
Tabela 17: Exemplo de composição de preço.....	81
Tabela 18: Comparação por m <sup>2</sup> LSFxCUB.....	82
Tabela 19: Análise financeira CUB – Parte 1 .....	83
Tabela 21: Análise financeira LSF.....	85

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
3.1	Objetivo Geral.....	16
3.2	Objetivos Complementares.....	16
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
5.1	Definição.....	18
5.2	História do Light Steel Frame .....	18
5.3	Condomínios vilas e suas características .....	20
5.4	Projetos.....	20
5.5	Fundações .....	20
5.6	Fixação de Painéis na Fundação.....	22
5.7	Elementos estruturais .....	23
5.8	Travamentos.....	25
5.9	Coberturas Planas .....	28
5.10	Estabilização da Cobertura Estruturada com Caibros e Vigas .....	30
5.11	Lajes .....	30
5.12	Tipos de Laje .....	33
5.13	Vigamento de Piso.....	35

5.14 Travamento Horizontal.....	36
5.15 Método de construção - Stick .....	38
5.16 Método de construção - Painéis.....	38
5.17 Método de construção - Construção Modular .....	39
5.18 “Balloon Framing” e “Platform Framing” .....	40
5.19 Painéis .....	40
5.20 Instalações Prediais e Reforços.....	42
5.21 Premissas De Análise Estrutural.....	43
5.22 Custo Benefício.....	47
5.23 Desperdícios .....	48
5.24 O Valor Presente Líquido (VPL).....	48
5.25 A Taxa Interna De Retorno (TIR) .....	50
5.26 O Fluxo De Caixa Descontado (FCD) .....	51
<b>6    DENVOVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>52</b>
6.1 Análise Do Plano Diretor Da Cidade De Atibaia/SP.....	52
6.2 Fundação.....	55
6.2.1 Análise do solo.....	55
6.2.2 Radier.....	57
6.3 Análise Estrutural.....	63
6.4 Etapas Da Concepção Do Projeto .....	63
6.5 Instalações Prediais.....	73

6.5.1 Projeto elétrico.....	74
6.5.2 Projetos hidrossanitarios.....	75
6.6 Compatibilização Do Projeto.....	76
6.7 Microdrenagem.....	77
6.8 Análise Orçamentaria .....	78
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>86</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>
Anexo A – Zoneamento da cidade de Atibaia/SP.....	93
Anexo B - Memorial Instalações Elétricas. ....	95
Anexo C - Memorial Instalações Hidrosanitarias.....	105
Anexo D – Curva S.....	120
Anexo E – Manual de Montagem Compatibilizado.....	122

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o mercado da construção civil, busca incessantemente corrigir diversos problemas. Dentre os mais impactantes podem-se destacar o custo e o prazo. Nos sistemas convencionais de construção, é comum se deparar com problemas que afetam diretamente o seu andamento, devido a diversos fatores como intemperes do clima, mão de obra desqualificada, problemas com fornecedores, entre outros que impedem que o planejado inicialmente seja cumprido. Além disso, a insegurança enfrentada pela população brasileira devido a violência acaba fazendo com que cada vez mais condomínios sejam construídos, principalmente do tipo vila, que pode facilmente ser instalado em terrenos de menor dimensão e que traz uma maior sensação de segurança.

Muitas tecnologias vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Uma dessas tecnologias é o sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF), uma tecnologia muito difundida em países como Japão e Estados Unidos, e que no Brasil começa a ser mais utilizada. O LSF é um sistema construtivo onde na sua estrutura, são utilizados perfis de aço galvanizado, formados a frio e de várias medidas, que se ligam entre si tornando-se autoportante. Segue a tendência das obras enxutas, nas quais têm na sustentabilidade um de seus pilares, reduzindo desperdícios devido à eficiência produtiva, redução de impactos ambientais, fidelidade orçamentária, e velocidade da construção. Com a crise financeira que afeta o Brasil, a rapidez e eficiência das obras são cada vez mais exigidas, e este sistema se demonstra apto a ser utilizado, uma vez que é capaz de reduzir o tempo na construção da edificação, trazendo aos investidores, uma possibilidade de retorno dos investimentos mais rápida.

O trabalho tem como objetivo principal demonstrar as etapas de construção deste sistema baseado nas bibliografias disponíveis, apresentando os projetos de cada etapa, desde a concepção do projeto arquitetônico até a avaliação de viabilidade de investimento do projeto.

Os capítulos 2, 3 e 4 apresentam a justificativa deste trabalho, seus objetivos e a metodologia utilizada para sua elaboração.

O quinto capítulo traz a revisão bibliográfica referente ao sistema LSF, explicando o conceito do sistema LSF, bem como cada etapa que compõe sua construção e as ferramentas utilizadas para se avaliar a viabilidade econômica deste sistema.

O sexto capítulo, é dedicado ao desenvolvimento do projeto do condomínio vila com 5 casas em LSF. Apresenta o estudo do plano diretor da cidade de Atibaia, a concepção do projeto arquitetônico, a modulação necessária para este sistema, o tipo de fundação utilizado bem como seu dimensionamento, as instalações prediais (elétricas, hidráulicas e pluviais), a análise estrutural deste sistema, a compatibilização dos projetos que é um grande problema encontrado no canteiro de obras, e por fim a análise orçamentária com a sua avaliação financeira deste projeto.

Por fim, é possível concluir que é indicada a utilização deste sistema para quem procura uma opção de construção mais eficiente, pois como será demonstrado ao longo do trabalho, este sistema possibilita um maior controle na fase de projeto, uma economia em etapas normalmente de alto valor como no caso da fundação, e que mesmo que seu valor unitário ( $m^2$ ) seja superior ao sistema convencional, este sistema se demonstra mais viável, devido ao menor prazo de execução, possibilitando um retorno do investimento mais rápido, além de um maior controle em todas as etapas da construção.

## 2 JUSTIFICATIVA

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de aço do mundo, porém seu uso quase não tem sido aproveitado na construção civil, tendo em vista o grande potencial industrial que o país tem. Nos dias atuais, com a busca incessante de obras enxutas, com a preocupação com o meio ambiente e a busca pelo cumprimento dos prazos e redução de custos, surgiram novas utilidades para o aço. O *Light Steel Framing* (LSF) surge neste cenário como um sistema que utiliza perfis de aço galvanizados na construção de edificações por meio de uma armação estrutural desses perfis, trazendo para o projeto maior controle das etapas e da qualidade, devido a ser fabricado em indústrias com alto grau de controle, e eliminando os problemas da aplicação do que foi projetado para o que realmente é construído, uma vez que sua utilização é especificada em projeto e levada a obra com as paredes montadas, restando apenas a fixação deste elemento na fundação. Esse sistema possui uma grande versatilidade na concepção do projeto proporcionando uma grande liberdade de criação, além disso, apresenta um menor índice de desperdício, sem contar que, o aço é um material que pode ser reciclada inúmeras vezes sem perder suas propriedades mecânicas.

No Brasil esse sistema ainda é novo, o que demonstra a importância de trabalhos como este, desenvolvendo projetos e demonstrando os caminhos para se construir neste tipo de sistema. Diferente do que acontece nos EUA, Japão e outros países, no Brasil a população ainda possui o preconceito de outras tecnologias que não a alvenaria. Muito se deve pelo que se vê em programas e séries de pessoas que “atravessam” as paredes, demonstrando muitas vezes fragilidade destes sistemas. Outro fator também é o desconhecimento da técnica, que como em muitas tecnologias novas, sofre com a desconfiança também em relação ao seu custo, sendo pré-julgado como caros e posteriormente descartados nos estudos de projetos. Neste trabalho é também apresentado o estudo financeiro deste sistema, demonstrando que apesar de ter um valor unitário maior, traz um retorno bem maior, muito devido a sua agilidade de construção e economia em componentes de alto custo na obra, como por exemplo fundação.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é apresentar o sistema construtivo LSF e como é o desenvolvimento de um projeto neste sistema, por meio de um projeto de Condomínio Vila com 5 residências unifamiliares, buscando compreender como esse método pode ser produtivo e capaz de atender a uma crescente demanda no setor da construção civil no Brasil.

#### **3.2 Objetivos Complementares**

Apresentar a teoria do sistema LSF encontrada no Brasil nos dias atuais;

Demonstrar a elaboração de projeto arquitetônico e a modulação em LSF;

Dimensionar a fundação e realizar a análise estrutural deste sistema, com base no Manual disponibilizado pela CBCA;

Desenvolver os projetos de instalações prediais e de compatibilização de projeto;

Elaborar o orçamento do projeto e comparar os custos com um sistema convencional representado pelo CUB;

Verificar a viabilidade econômico-financeira deste projeto, por meio de ferramentas de análise de projeto de investimento.



## 4 METODOLOGIA

O método de pesquisa desenvolvido neste trabalho é do tipo descritivo e exploratório.

A revisão bibliográfica foi realizada por meio de fontes encontradas em artigos, revistas acadêmicas, livros técnicos, manuais oficiais e páginas da internet. Sempre buscando veículos oficiais, como a CBCA (Centro Brasileiro da Construção do Aço), o qual serviu de base para o desenvolvimento dos projetos, pois possuem Manuais técnicos com estudos completos das etapas para construção em LSF, sendo eles: Manual Steel Framing: Arquitetura e Manual Steel Framing: Engenharia, ambos disponíveis na página da CBCA na internet.

Os resultados são apresentados de forma quantitativa, pois demonstra os resultados dos cálculos de cada etapa da obra, e também na análise orçamentária e na avaliação de viabilidade do projeto.

O projeto foi desenvolvido baseado nas orientações encontradas nos Manuais disponibilizados pela CBCA. O cálculo do radier foi utilizado um software específico que é destacado no item 6.2 deste trabalho.

Para o orçamento, foram utilizadas as composições de preços da TCPO 14 e do site Gerador de Preços Brasil. A viabilidade econômica foi obtida com o auxílio da ferramenta MS Excel, utilizou-se a Curva S padrão 50%x50% para a obtenção dos desembolsos semanais na simulação, finalizando com a análise financeira com as ferramentas VPL e TIR.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Definição

O sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF), segundo Campos (2016), é uma proposta de construção que alia rapidez, qualidade construtiva e habitacional, além de apresentar características mercadológicas e de negócios diferenciadas das construções tradicionais. É um sistema construtivo aberto, que possibilita a utilização de diversos materiais de revestimento; flexível, devido à facilidade de reformas e ampliação; racionalizado, aperfeiçoa a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizado, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável.

Ainda segundo Campos (2016) o LSF pode ser definido como um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. Em parte, o crescimento do mercado pode ser atribuído às características intrínsecas desse sistema. Entre elas pode-se citar: a velocidade na execução, proporcionando maior retorno do capital investido, excelente conforto termo-acústico obtido com a combinação dos produtos de isolamento e revestimento, flexibilidade arquitetônica, baixos índices de desperdício devido à industrialização dos elementos e redução no custo com a mão de obra.

### 5.2 História do Light Steel Frame

Segundo Rodrigues (2016), a origem do LSF remonta ao século XIX, entre os anos de 1810, quando os Estados Unidos começaram a conquista do território americano e 1860, quando a imigração chegou à Costa Oeste, ou seja, ao Oceano Pacífico. Nesta ocasião, para atender à forte demanda por habitação, devido ao grande crescimento da população em um período curto de tempo, recorreu-se à utilização dos materiais existentes no local (madeira) utilizando conceitos de praticidade, velocidade e produtividade originados na revolução industrial e adaptada às construções industrializadas. Este método consistia na utilização de estrutura constituída por peças de madeira serrada de pequena seção transversal conhecida por "*Balloon Fra-*

---

*ming*” e fechados por peças de madeira, originando o sistema construtivo “*Wood Frame*” que se tornou a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: Sistema construtivo Wood Frame



Fonte: Atos Arquitetura (2017)

Segundo Fraga (2016), com a abundância na produção de aço no período pós Segunda Guerra Mundial, e o crescimento da economia americana, aos poucos os perfis leves foram substituindo os de madeira, conseqüentemente tornando-se mais vantajosos, devido a maior resistência e eficiência estrutural. Outro aspecto muito importante para o crescimento deste sistema foi à capacidade da estrutura resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões. Estima-se que até o final dos anos 90, cerca de 25% das residências construídas nos Estados Unidos utilizavam este sistema.

No Brasil o LSF, chegou no início da década de 90, sendo aplicado em residências. Desde então, os sistemas vêm ganhando mercado e, sua aplicação superou as construções residenciais. Hoje, já se pode ver o LSF sendo empregado em

obras comerciais, escolas, hospitais, edifícios de até 4 pavimentos, galpões, armazéns, restaurantes, hotéis e coberturas. (CAMPOS, 2016)

### **5.3 Condomínios vilas e suas características**

O condomínio horizontal, instituído com o advento da Lei nº 4.591/64, ocorre quando as edificações ou conjunto de edificações, ou ainda, construção de casas etc, de um ou mais pavimentos, construídos sob a forma de unidades isoladas entre si, destinadas a fins residenciais ou não residenciais, possuem todos os serviços, equipamentos, vias de circulação, praça, *play ground* etc., como propriedade privada dos comunistas. No condomínio horizontal tradicional, as unidades autônomas são as casas, os apartamentos, lojas, salas, boxes etc., que deverão estar construídos para que se institua o regime condominial da propriedade horizontal.

Segundo a definição do Plano Diretor da cidade de Atibaia-SP, conjunto ou condomínio vila é o conjunto de edifício destinado à atividade residencial, caracterizado por um conjunto de edificações com possibilidade de acesso de pedestres e veículos a cada uma delas a partir de vias internas ao empreendimento, por meio das quais se dá o acesso comum ao logradouro público.

### **5.4 Projetos**

De acordo com Vargas (2009) projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade. Como para qualquer sistema construtivo é necessário à execução de todos os projetos preliminares, sendo eles: estrutural, elétrico, hidráulico, arquitetônico, gás etc.

### **5.5 Fundações**

Uma fundação é o resultado da necessidade de transmissão de cargas ao solo pela construção de uma estrutura. Seu comportamento em longo prazo pode ser afetado por inúmeros fatores, iniciando por aqueles decorrentes do projeto propriamente dito, que envolve o conhecimento do solo, passando pelos procedimentos

---

construtivos e finalizando por efeitos de acontecimentos pós-implantação, incluindo sua possível degradação (MILITITSKY, 1995).

Por se tratar de uma construção de peso reduzido, as fundações no sistema LSF são solicitadas em magnitude menor do que uma construção convencional, eliminando a necessidade de fundações que suportem cargas muito elevadas. Há ainda a preocupação com a velocidade na execução das mesmas, ratificando uma das características do sistema que é o tempo reduzido de construção. Nesse contexto, aparecem como opções de fundações para essas construções os radier e as vigas baldrame (OLIVEIRA, 2012).

Judice (2012) define radier (figura 2) como um tipo de fundação rasa, executada como uma laje em concreto armado ou protendido, que abrange todos os pilares de uma construção ou carregamentos distribuídos dela. Como não há pilares nas construções em LSF, a concentração das tensões na fundação fica sob as paredes estruturais. Em virtude dessa concentração, existem vigas que ficam sob essas paredes em todo o seu perímetro, com o objetivo de elevar a rigidez da estrutura da fundação (OLIVEIRA, 2012).

Figura 2: Sistema construtivo Wood Frame



Fonte: Nossa Engenharia (2017)

---

## 5.6 Fixação de Painéis na Fundação

Para evitar o movimento da edificação devido à ação do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. O tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamento são definidos segundo o cálculo estrutural. Os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química com barra roscada (Figura 3); a expansível com parabolts (Figura 4) e a ancoragem provisória (SCHARFF, 1996).

A escolha da ancoragem mais eficiente depende do tipo de fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido às cargas, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos (CONSUL STEEL, 2002).

Figura 3: Peça de reforço na ancoragem da estrutura à fundação por meio de barra roscada.



Fonte: Apostila Construção Industrializada – Brasilit, 2017.

Figura 4: Ancoragem por expansão tipo parabol



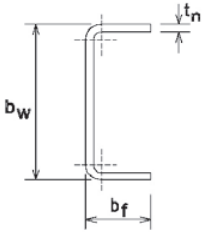
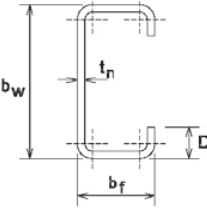
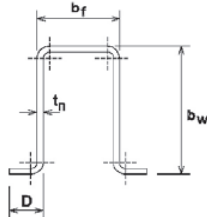
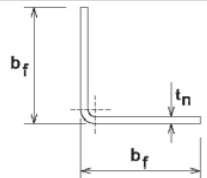
Fonte: Rodrigues, 2016.

## 5.7 Elementos estruturais

Os perfis são utilizados na composição de painéis estruturais de paredes, vigas de piso, vigas secundárias, treliças, tesouras de telhado, entre outros componentes. As montagens mais usuais de LSF utilizam combinações de seções transversais “U” enrijecido (Ue) e “U” simples, mas há sistemas de montagem que empregam apenas seções Ue. (BELIVAQUA, 2005).

A tabela 1 apresenta as seções transversais dos perfis utilizados e suas aplicações. A seção do perfil U (guia) possui alma (bw) e mesa (bf) que também pode ser chamado de aba, porém não possui a borda (D) que se encontra no montante, permitindo o encaixe deste na guia. As guias não devem transmitir nem absorver os esforços, sendo isto feito pelos montantes, vigas e eventuais pilares presentes na estrutura. Pode se verificar ainda na tabela 1, outros perfis que são necessários para a estrutura, sendo tiras planas, cantoneiras e cartolas. (FREITAS,2006).

Tabela 1: Dimensões Nominais Usuais dos perfis de Aço para LSF

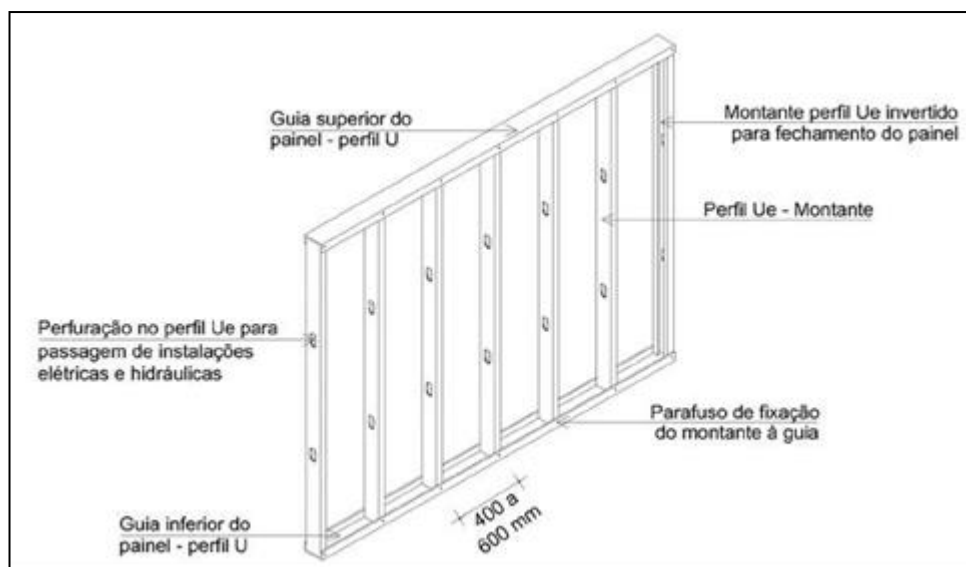
SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253: 2014

As guias em perfis U ou perfis Ue no sistema de encaixes estampados devem ser usadas na horizontal para formar a base e o topo dos painéis de parede, de piso e de cobertura. São também utilizadas - combinadas ou não com as fitas - para o travamento lateral de vigas e de montantes, e montagem das vergas. A figura 5 demonstra os componentes da estrutura (FREITAS, 2012).



Figura 5: Painel típico, apresentando guias em perfil U e montantes em perfis Ue.



Fonte: Freitas, 2012

Para as guias das paredes internas e externas, o dimensionamento é realizado para solicitação de compressão. Para a ligação de painéis de entrepiso, deve-se considerar para o dimensionamento a seção transversal constituída por dois perfis U simples ligados pela alma, formando um perfil I não enrijecido. Para a ligação do painel à fundação, deve-se considerar para o dimensionamento a seção transversal constituída por um perfil U simples (RODRIGUES, 2016).

Ainda de acordo com Rodrigues (2016), deve-se considerar que os anteprojetos de estrutura, fundações e instalações devem ser desenvolvidos simultaneamente, e as interferências entre os subsistemas já devem ser consideradas. O projeto estrutural deve ser compatibilizado com as dimensões dos componentes de fechamento a fim de aperfeiçoar a modulação horizontal e vertical dos mesmos. Deve-se ainda considerar a especificação das esquadrias, formas de fixação e as folgas necessárias para tal, compatibilizando a paginação dos componentes de fechamento com as aberturas de esquadrias. A localização dos montantes deve considerar a modulação adotada e a posição das aberturas da edificação.

## 5.8 Travamentos

A Norma ABNT NBR 14762:2010 estabelece que, os componentes de uma ligação devem ser dimensionados de forma que os esforços resistentes de cálculo sejam

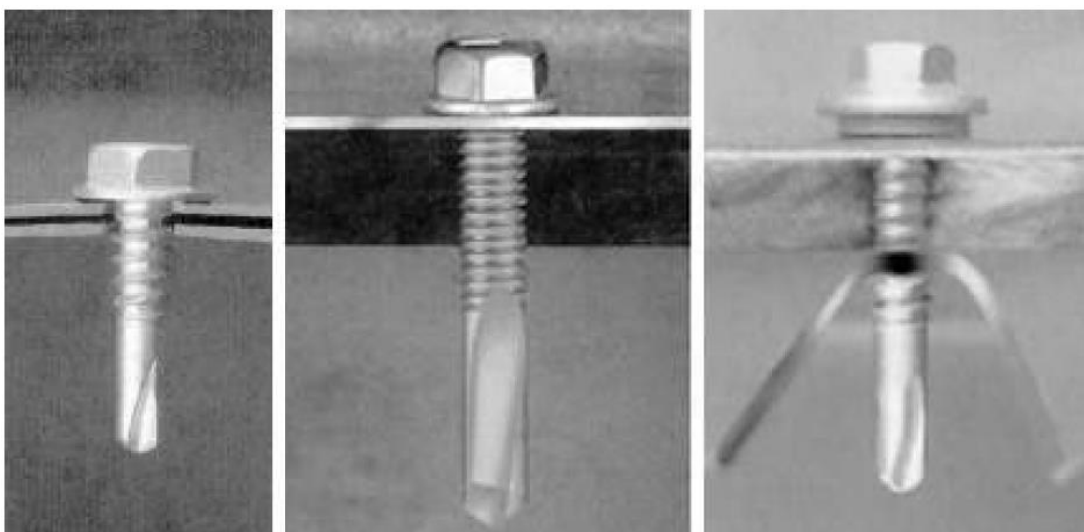
iguais ou superiores aos máximos esforços solicitantes de cálculo, determinados com base nas combinações de ações para os estados-limites últimos conforme sua tabela 6.7.2.

Em geral, em todas as ligações de maior responsabilidade estrutural, cujo colapso pode conduzir à ruína da estrutura como um todo, é necessário usar parafusos de alta resistência. Desta forma, o emprego de parafusos comuns fica limitado às ligações de barras com função localizada, como por exemplo, as barras pertencentes aos sistemas de vedação e tapamento (RODRIGUES, 2016).

A Norma ABNT NBR 8800:2008 estabelece que devem ser usados parafusos de alta resistência em qualquer ligação especificada nos desenhos da estrutura.

Rodrigues (2016) destaca que conforme necessidade de instalação, os parafusos auto-atarraxantes são fabricados com diversos tipos de cabeça e ponta. Nos parafusos mais utilizados em ligações do LSF, as cabeças podem ser dos tipos lenticular, sextavada, panela ou trombeta, sendo as pontas dos tipos broca ou agulha. A ABNT NBR 14762:2010 apresenta em seu item 10.5 as prescrições para o dimensionamento das ligações com os parafusos auto-atarraxantes, tendo como base a norma americana AISI S100-2007. A Figura 6 apresenta alguns detalhes do parafuso com cabeça sextavada e ponta broca.

Figura 6: Parafusos auto-atarraxantes.



Fonte: Rodrigues, 2016

A Tabela 2 apresenta algumas características importantes para o dimensionamento do parafuso auto-atarraxante estrutural, com a denominação por bitola e os respectivos diâmetros.

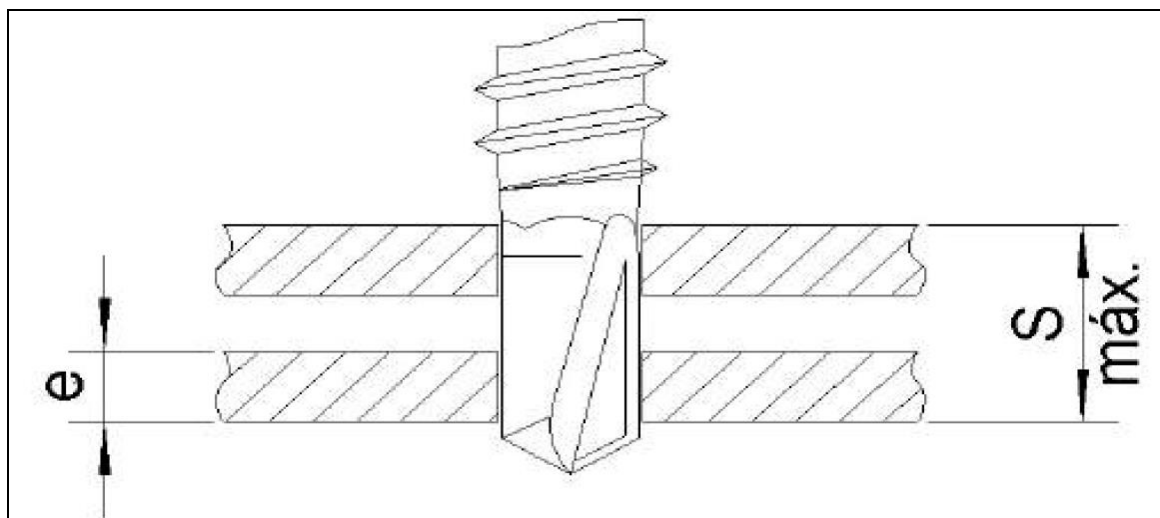
Tabela 2: Bitolas e diâmetros dos parafusos auto-atarraxantes.

Bitola	Diâmetro (in)	Diâmetro (mm)
ø8	0,164	4,2
ø10	0,190	4,8
ø12	0,216	5,5
¼	0,250	6,3

Fonte: Rodrigues, 2016

Segundo recomendações do fabricante (CISER, 2005), o comprimento da ponta broca deverá ser suficiente para evitar execução simultânea das operações de furar e rosquear. Para evitar bloqueio ou espanamento da rosca, a ponta broca deverá ter saído da chapa base quando estiver sendo iniciada a formação da rosca. Após concluído o rosqueamento, no mínimo três filetes deverão ultrapassar a chapa base para conferir o caráter auto-atarraxante do parafuso. Para isto, deve-se respeitar as dimensões apresentadas na Figura 7 e na Tabela 3.

Figura 7: Ponta broca e chapas conectadas.



Fonte: Rodrigues, 2016

Tabela 3: Dimensões para as operações de furar e rosquear.

Bitola	Ponta N°	e (mm)	S máx. (mm)
ST 4,2	3	1,2 – 1,6	3,5
ST 4,8	3	1,4 – 3	4,5

Fonte: Rodrigues, 2016

A tabela 4 apresenta os comprimentos dos parafusos auto-atarraxantes comumente utilizados na fixação chapa-chapa do LSF, relacionando-os com os diâmetros apresentados na Tabela 2.

Tabela 4: Comprimentos dos parafusos auto-atarraxantes.

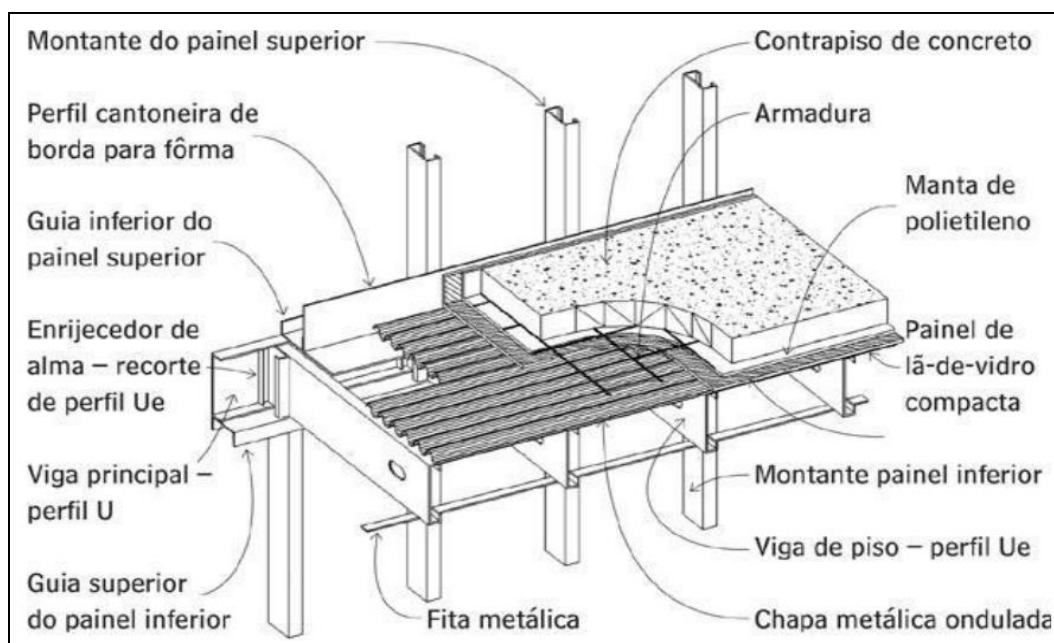
Bitola (#)	Comprimento (in)	Comprimento (mm)
8	½" a 1"	12,7 a 25,4
10, 12	½" a 1½"	12,7 a 38,1

Fonte: Rodrigues, 2016

## 5.9 Coberturas Planas

As coberturas planas são, na maioria dos casos, resolvidas como uma laje úmida onde a inclinação para o caimento de água é obtida variando espessura do contrapiso de concreto, como mostra a Figura 8. (CONSUL STEEL, 2002).

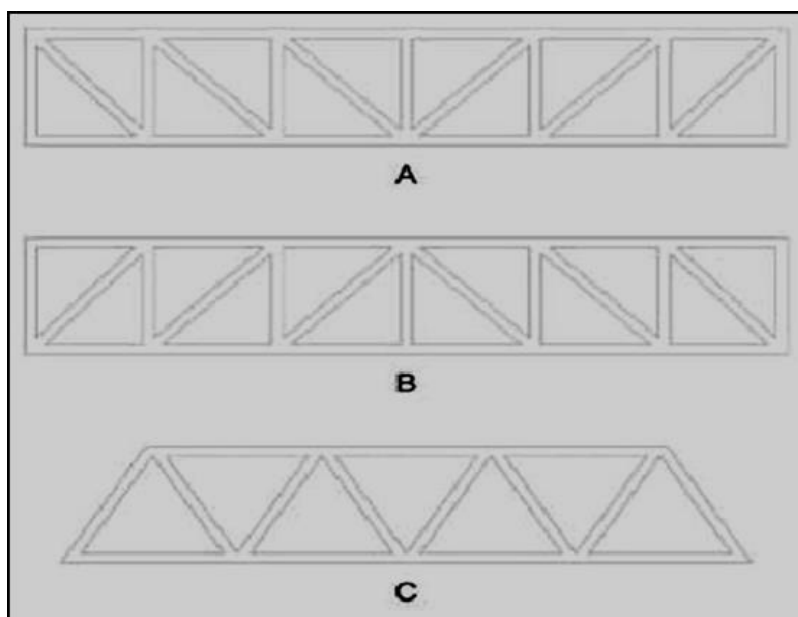
Figura 8: Desenho esquemático de laje úmida



Fonte: ConsulSteel, 2002

Para vãos maiores sem apoios intermediários, é possível o uso de treliças planas confeccionadas com perfis Ue galvanizados. As figuras 9 e 10 mostram dois tipos de treliças muito utilizadas e uma foto da utilização destas.

Figura 9: Tipos de treliças planas e foto ilustrativa da sua utilização



Fonte: Rodrigues, 2016

Figura 10: Treliças plana



Fonte: Rodrigues, 2016

### **5.10 Estabilização da Cobertura Estruturada com Caibros e Vigas**

Cargas laterais de vento podem provocar deslocamento e deformações na estrutura do telhado, uma vez que trabalhando isolados, os caibros são instáveis lateralmente. Para evitar tais fenômenos e possibilitar o contraventamento da estrutura, são usados alguns elementos (ELHAJJ BIELAT, 2000).

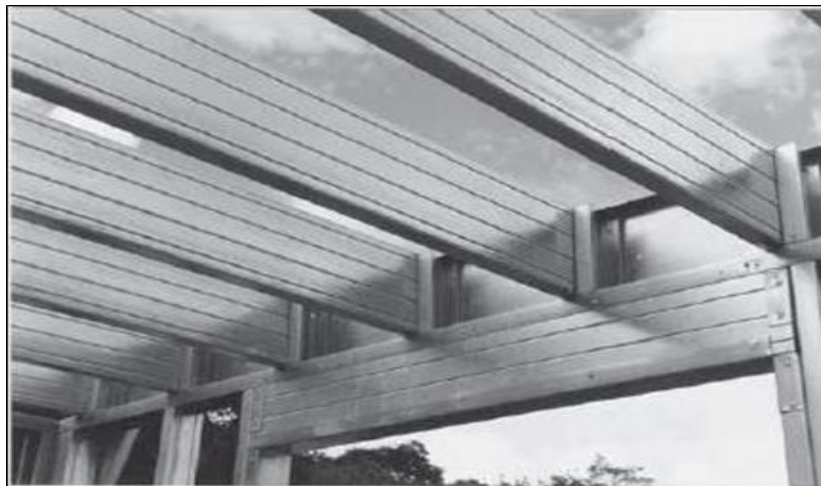
- Perfis U ou Ue ou fitas de aço galvanizado fixados perpendicularmente aos caibros em sua mesa inferior ou superior de acordo com a cobertura do telhado. Estes perfis podem, também, ser fixados na mesa superior das vigas de teto.
- Placas estruturais, capazes de atuar como diafragma rígido, fixadas nas mesas superiores dos caibros.

### **5.11 Lajes**

A estrutura de laje em LSF (Figura 11) emprega o mesmo princípio dos painéis, constituídos por perfil galvanizado espaçados igualmente de acordo com as

cargas a que cada perfil está submetido. Essa modulação, na maioria dos casos, é a mesma para toda a estrutura: painéis, lajes e telhados. (FREITAS, 2012)

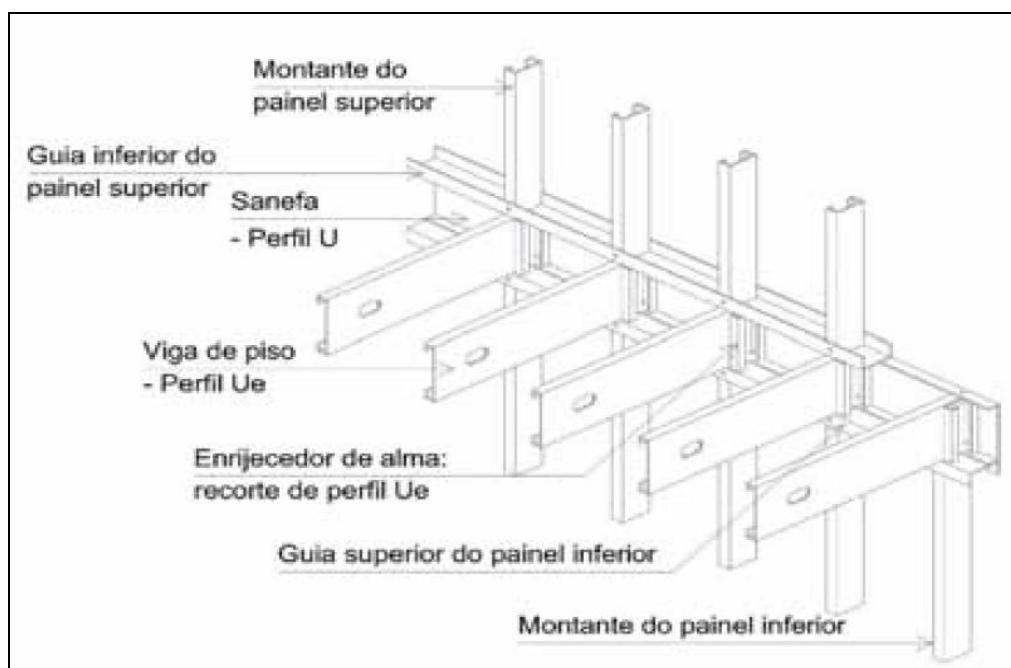
Figura 11: Vigas de Piso



Fonte: Freitas, 2012

Esses perfis denominados vigas de piso utilizam perfis de seção Ue como mostrado na Figura 12. Eles devem ser suficientemente resistentes e enrijecidos para suportar as cargas e evitar deformações acima das exigidas por norma. (FREITAS, 2012)

Figura 12: Estrutura de piso em LSF

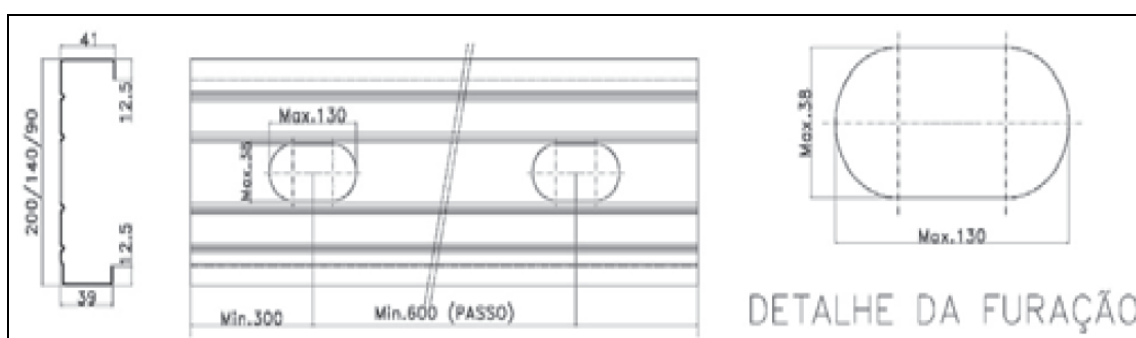


Fonte: Freitas, 2012

Segundo Freitas (2012), não é recomendável se cortar ou furar os perfis. A norma NBR 15253:2014 prevê que:

Aberturas sem reforços podem ser executadas nos perfis, desde que devidamente consideradas no dimensionamento e que o maior eixo da furação coincida com o eixo longitudinal central da alma do perfil e a geometria dos furos esteja de acordo com a Figura 13. A distância entre centros de furos sucessivos deve ser no mínimo igual a 600 mm; a distância entre a extremidade do perfil e o centro do primeiro furo deve ser no mínimo de 300mm; a distância entre a extremidade de uma abertura e a face lateral do apoio da viga deve ser de no mínimo 250mm.

Figura 13: Aberturas nos perfis para passagem de tubulações.



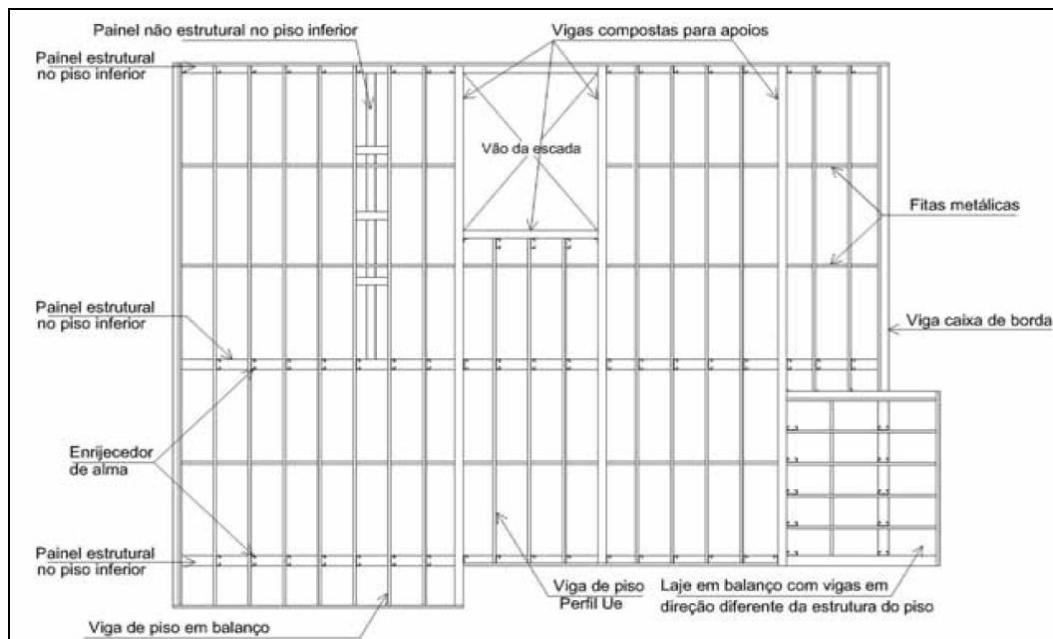
Fonte: NBR 15253:2014

As vigas de piso são responsáveis pela transmissão das cargas a que estão sujeitas para os painéis, além de apoio para o contrapiso. Estes quando estruturais podem trabalhar como diafragma horizontal desde que devidamente conectados as vigas de piso, uma vez que a resistência e o espaçamento das ligações definem, a capacidade do mesmo de ser considerado como diafragma. (ELHAJJ; CRADELL, 1999).

A Figura 14 mostram outros elementos além das vigas do piso essenciais na constituição de uma laje em um sistema LSF.



Figura 14: Planta de estrutura de piso em LSF



Fonte: Rodrigues, 2016

Os elementos essenciais são:

- Sanefa ou guia: perfil U que fixa as extremidades das vigas para dar forma à estrutura.
- Enrijecedor de alma: recorte de perfil Ue, que fixado através de sua alma à alma da viga no apoio da mesma, aumenta a resistência no local evitando o esmagamento da alma da viga.
- Viga caixa de borda: formada pela união de perfis U e Ue encaixados. Possibilita a borda da laje paralela às vigas, principalmente quando ocorre de servir de apoio a um painel.
- Viga composta: combinação de perfil U e Ue a fim de aumentar a resistência da viga.

## 5.12 Tipos de Laje

As lajes podem ser do tipo úmido, quando se utiliza uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas e preenchida em concreto que serve de base ao contrapiso como pode-se observar na Figura 15. (FREITAS, 2012)

Figura 15: Esquema de laje úmida e Fôrma de aço para contrapiso.



Fonte: Freitas, 2012

A laje pode ser também do tipo seca quando placas rígidas, cimentícias e outras são aparafusadas à estrutura do piso, como mostrado na Figura 16.

Figura 16: Placas de OSB utilizadas para laje seca.



Fonte: Freitas, 2012

### 5.13 Vigamento de Piso

As vigas de piso que formam a laje se apoiam nos montantes onde suas almas estão em coincidência, dão origem ao conceito de estrutura alinhada (Figura 17). Porém, existem situações em que outros elementos estruturais como funcionam como apoio. Elas podem apoiar diretamente na alvenaria, concreto ou fundação. (RODRIGUES, 2016)

Figura 17: Vigas de piso apoiadas em montantes de painéis do pavimento térreo.



Fonte: Rodrigues, 2016

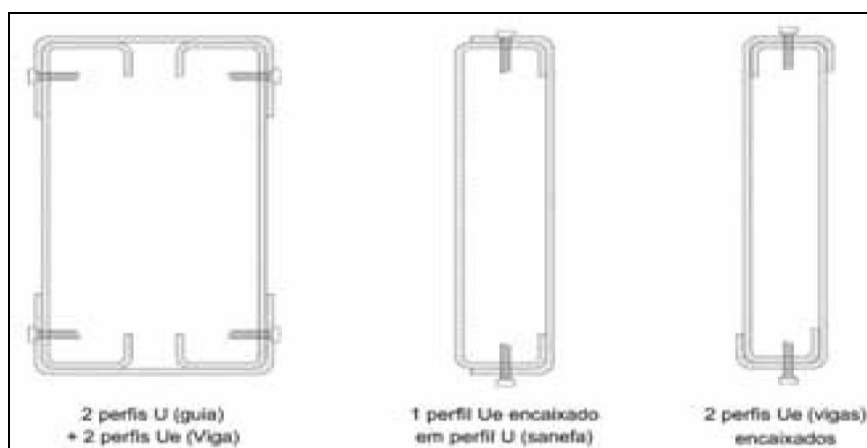
Para as lajes em balanço, prolongam-se as vigas de apoio criando uma alavanca para balancear a distribuição das cargas. Quando existe um desnível que impossibilite prolongar as vigas, utilizam-se vigas de alturas diferentes a fim de criar o desnível de projeto. (RODRIGUES, 2016)

Deve-se ter atenção especial em se reproduzir o mais fielmente possível as condições de apoio que foram supostas no projeto estrutural como também a adequada fixação das vigas a fim de garantir a transferência dos carregamentos que atuam sobre a laje aos apoios e conseqüentemente às fundações (SCHARFF, 1996). Conciliar os aspectos estruturais e arquitetônicos são importantes a fim que

não ocorra interferência na altura final ou pé-direito dos ambientes e não apresente patologias.

Vários fatores contribuem para a escolha de um determinado perfil ou de uma solução estrutural: carga de utilização da edificação, comprimento do vão, modulação do projeto estrutural, apoios intermediários, comprimentos das vigas do piso, etc. Para isto é essencial que ocorra a interação do engenheiro calculista e o arquiteto durante a criação do projeto. (RODRIGUES, 2016). Para vãos maiores, onde não se podem utilizar apoios intermediários, existem os perfis compostos (Figura 18) que suportam maiores cargas e vencem maiores vãos.

Figura 18: Vigas compostas para aumentar a resistência



Fonte: Rodrigues, 2016

#### 5.14 Travamento Horizontal

O travamento horizontal da estrutura de piso é um recurso para se evitar fenômenos como flambagem lateral por torção, deslocamentos e vibrações nas vigas. Estas fitas metálicas de travamento poder ser observadas na Figura 19.

Figura 19: Travamento horizontal da laje de piso por meio de bloqueadores e fitas metálicas.



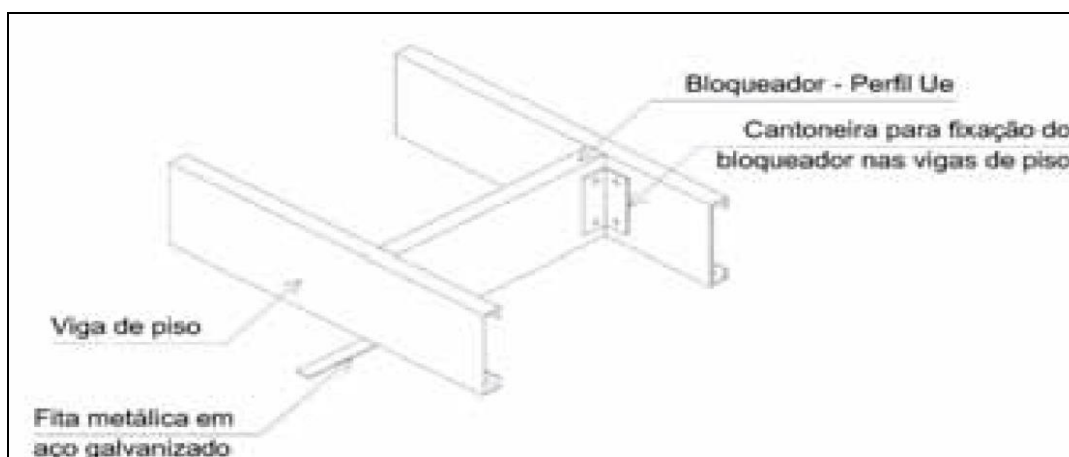
Fonte: Rodrigues, 2016

Enrijecer o sistema reduz os esforços nas vigas e distribui melhor o carregamento (SCHARFF, 1996).

São empregados os seguintes tipos de travamentos:

Bloqueador: consiste em usar um perfil Ue de mesmas características das vigas de piso, entre estas, conectores através de cantoneiras como indicado na Figura 20, ou de um corte no próprio perfil.

Figura 20: Bloqueador



Fonte: Rodrigues, 2016

---

Fita de aço galvanizado, usados em conjunto com o bloqueador, consiste em conectar uma fita em aço galvanizado perpendicular as mesas inferiores das vigas de piso, já que nas mesas superiores o contrapiso já possibilita este travamento. (RODRIGUES, 2016)

### 5.15 Método de construção - Stick

Os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, coluna, contra-ventamentos e tesouras de telhados são montados no local, figura 21. Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais sub-sistemas são instalados posteriormente à montagem da estrutura. Esta técnica é usada quando a pré-fabricação não é viável. (FREITAS, 2012)

Figura 21: Montagem método Stick



Fonte: Freitas, 2012

### 5.16 Método de construção - Painéis

Painéis estruturais ou não, contra-ventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro de montados no local, como se mostra na Figura 22.

Figura 22: Montagem por painéis



Fonte: Freitas, 2012

### 5.17 Método de construção - Construção Modular

São unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas, etc. As unidades podem ser estocadas lado a lado, ou uma sobre as outras já na forma da construção final. (Figura 23).(RODRIGUES, 2016).

Figura 23: Montagem por Construção Modular



Fonte: Rodrigues, 2016

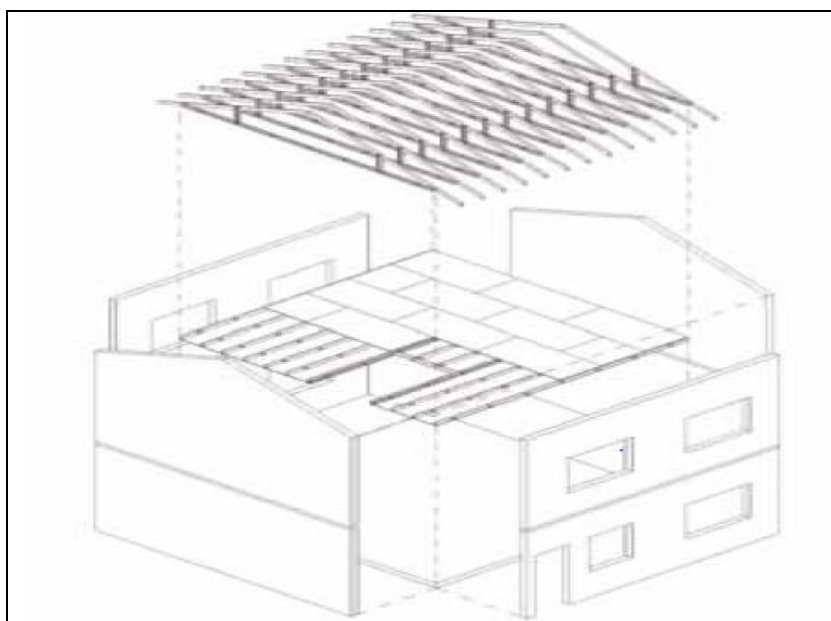


### 5.18 “Balloon Framing” e “Platform Framing”

Construções tipo “stick” ou por painéis podem ser montadas na forma “balloon” ou “platform”. Na construção “balloon”, a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis são geralmente muito grandes e vão além de um pavimento (Figura 24).(RODRIGUES, 2016)

Na construção “platform”, pisos e paredes são construídos sequencialmente, – um pavimento por vez –, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As cargas de piso são descarregadas axialmente aos montantes. Por ser bastante utilizado nas construções atuais, é o método que será abordado neste trabalho.

Figura 24: Montagem por Balloon Frame



Fonte: Rodrigues, 2016

### 5.19 Painéis

Os painéis no sistema Light Steel Frame podem não só compor as paredes de uma edificação como também funcionar como o sistema estrutural da mesma. Os painéis associados a elementos de vedação exercem a mesma função das paredes das construções convencionais. (RODRIGUES, 2016)



Os painéis são estruturais ou autoportantes quando compõem a estrutura, suportando as cargas da edificação, e podem ser tanto internos quanto externos. E são não estruturais quando funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem ter função estrutural. Atualmente, no sistema construtivo LSF, utilizam-se três tipos de painéis não estruturais: as placas cimentícias, os painéis de madeira, comercialmente denominados OSB, e as placas de gesso acartonado. (RODRIGUES, 2016)

De acordo com Junior (2004), as placas cimentícias são placas delgadas de concreto, fabricadas a partir de argamassas especiais contendo aditivos e uma elevada porcentagem de cimento. Geralmente são confeccionadas a partir de moldes metálicos, utilizando a mesma tecnologia do concreto pré-moldado.

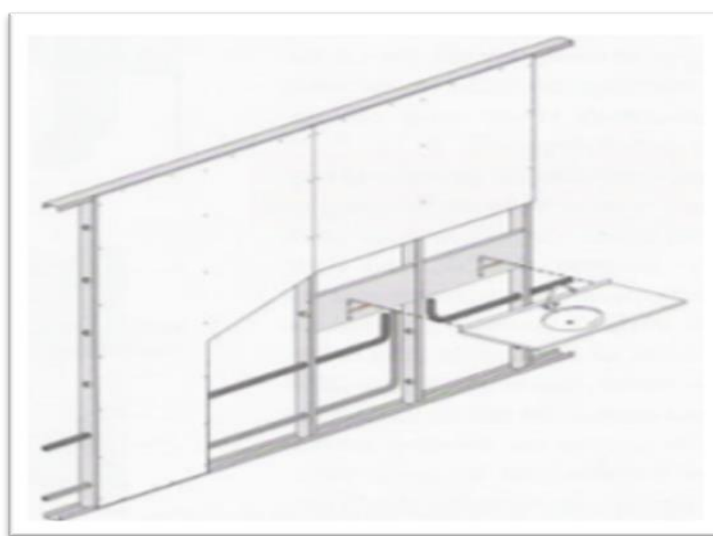
As placas OSB são mais utilizadas como componente dos fechamentos externos consiste em um tipo de painel de madeira fabricado com três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada, cruzadas perpendicularmente, prensadas e unidas com resinas (TECHNE, 2009). Placas de OSB, quando utilizadas como fechamento externo, necessitam de revestimentos e impermeabilização que garantam a estanqueidade dos painéis. A impermeabilização das placas é feita por uma membrana de polietileno de alta densidade, que reveste toda a área externa das placas evitando a entrada da água, porém permitindo a passagem da umidade da parte interna dos painéis para o exterior, evitando a condensação dentro dos mesmos.

O gesso acartonado é fabricado a partir do minério de gesso ou gipsita, em duas fases: na primeira é feita a moagem e calcinação da gipsita; na segunda fase é que se dá a conformação dos painéis, agregando à massa de gesso cartões nas duas faces para a composição da placa. Quanto ao emprego, existem três tipos de placas: as normais, para uso em ambientes internos; as hidrófugas, para áreas molhadas, tais como banheiros, cozinhas e áreas de serviço e as resistentes ao fogo, para paredes com exigências especiais de resistência ao fogo (AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE, 1996).

## 5.20 Instalações Prediais e Reforços

Segundo a Abragesso (2004) havendo a necessidade de executar instalações elétricas e hidráulicas e reforços para a fixação de peças suspensas pesadas (Figura 25), estes elementos devem ser aplicados preferencialmente antes da colocação das chapas, para facilitar a execução. Certificar-se do correto posicionamento dos elementos conforme projeto e testar a estanqueidade das instalações hidráulicas antes do fechamento dos painéis.

Figura 25: Reforço para instalação de bancada em divisória drywall.



Fonte: Abragesso, 2004.

Os reforços podem ser travessas metálicas ou de madeira, e o espaçamento mínimo entre os pontos de fixação deve ser de 40 cm. As tubulações hidráulicas quando são de cobre ou bronze devem ser isoladas dos perfis galvanizados para se evitar a corrosão por pares galvânicos, inclusive quando passarem pelos furos existentes nos montantes. Fios e cabos elétricos devem ser colocados dentro de eletrodutos ou conduítes corrugados, e nos furos dos montantes, deve-se utilizar peças plásticas de proteção para evitar danos na instalação elétrica, uma vez que esses furos possuem arestas cortantes (Figura 26). (ABRAGESSO, 2004)

Figura 26: Proteção plástica para instalações.



Fonte: Abragesso, 2004.

### 5.21 Premissas De Analise Estrutural

Neste subitem, todas as informações apresentadas, foram retiradas do Manual Steel Frame: Engenharia, do autor Rodrigues (2016), recomendado pelo Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), sendo então utilizado como base para todo o desenvolvimento do projeto. O projeto de estruturas de aço envolve a especificação e o cálculo das ligações entre os seus diversos componentes. Os meios comumente utilizados para estas ligações são os parafusos e as soldas. Os elementos de ligação são os enrijecedores, cobrejuntas, cantoneiras de assento, consoles, etc.

As tabelas de pré-dimensionamento não substituem a participação de profissionais especialistas necessários no dimensionamento e projeto da estrutura em LSF e seus elementos constituintes, inclusive nas edificações com 1 ou 2 pavimentos.

A tabela 5 apresenta a densidade superficial de massa de alguns materiais utilizados no sistema construtivo LSF.

Tabela 5: Densidade superficial de massa de alguns materiais para o LSF.

Material	Espessura (mm)	Densidade superficial de área (kN/m <sup>2</sup> )
Gesso acartonado (1)	12,50	0,08 a 0,12
Lã de vidro para isolamento acústico (1)	50,00	0,01 a 0,02
Placas de OSB (2)	8,00	0,05
	12,00	0,08
	15,00	0,10
	18,00	0,12
	25,00	0,15
Placa cimentícia Super-board (3)	6,00	0,08
	8,00	0,11
	10,00	0,13
	15,00	0,20

Fonte: Rodrigues, 2016

De acordo com os dados fornecidos pelo fabricante (MASISA, 2006), a densidade do OSB para as placas com espessura de 6mm a 18mm é de 6,40 kN/m<sup>3</sup> +/- 0,40 kN/m<sup>3</sup>. Para as placas com espessura de 19 mm a 38 mm a densidade é de 6,00 kN/m<sup>3</sup> +/- 0,40 kg/m<sup>3</sup>.

As tabelas apresentadas neste capítulo foram verificadas considerando as prescrições da ABNT NBR14762:2010 e das demais normas brasileiras aplicáveis, com as seguintes premissas de cálculo:

*1 - Cargas permanentes:*

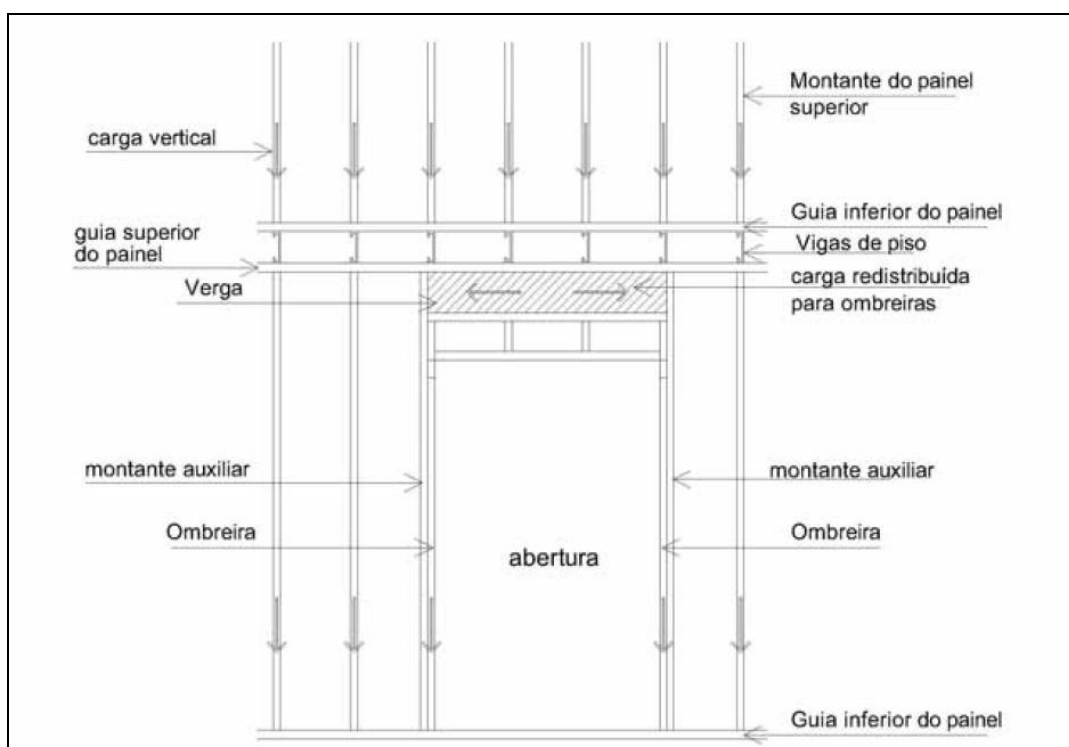
- a. Telhado: 0,18 kN/m<sup>2</sup> (estrutura de aço e painéis de vedação);*
- b. Laje de forro: forro de gesso acartonado com 12,5 mm de espessura e estrutura de aço;*
- c. Laje de piso: 2,62 kN/m<sup>2</sup> (forro de gesso acartonado com 12,5 mm de espessura, estrutura de aço do entrepiso, piso úmido - constituído por uma camada com espessura média de 6 cm de concreto moldada sobre fôrma de aço, e os revestimentos usuais de piso).*

*2 – Sobrecargas:*

- a. *Telhado: 0,25 kN/m<sup>2</sup>*
- b. *Laje de forro: 0,50 kN/m<sup>2</sup>*
- c. *Laje de piso: 1,50 kN/m<sup>2</sup>*
- 3 – Vento
  - a. *Velocidade básica do vento: V0 = 40 m/s*
  - b. *S1=1,0; S2 = (Categoria IV - Classe A) e S3= 1,0*
- 4 – Material

Os Perfis Formados a Frio (PFF) devem ser fabricados a partir de bobinas de aço com resistência ao escoamento,  $f_y$ , não inferior a 230 MPa e revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente (ABNT NBR 15253:2014). A figura 27 demonstra como são distribuídas os esforços. (RODRIGUES, 2016).

Figura 27: Distribuição de esforços



Fonte: Rodrigues, 2016

As tabelas 6 a 8 apresentam os resultados das diversas simulações numéricas que podem ser utilizados para o pré-dimensionamento estrutural.

Tabela 6: Vãos máximos para vigas de piso (mm). Vigas contínuas, sem enrijecedores de alma nos apoios. Peso próprio do sistema de piso = 2,62 kN/m<sup>2</sup>. Aço 230 Mpa

Designação	Sobrecarga de 1,5 kN/m <sup>2</sup>	
	Espaçamento entre vigas (mm)	
	400	600
Ue 90 x 40 x 1,25	2500	NA
Ue 90 x 40 x 1,55	2500	2500
Ue 140 x 40 x 0,95	2500	2500
Ue 140 x 40 x 1,25	3000	2500
Ue 140 x 40 x 1,55	3000	3000
Ue 140 x 40 x 2,25	4000	3500
Ue 140 x 40 x 2,46	4000	3500
Ue 200 x 40 x 1,25	3500	3000
Ue 200 x 40 x 1,55	4000	3500
Ue 200 x 40 x 2,25	4000	4000
Ue 200 x 40 x 2,46	4000	4000

Fonte: Rodrigues, 2016

Onde N.A.: Não aplicável, por não apresentar força resistente de cálculo suficiente.

Tabela 7: Vãos máximos para vigas de forro (mm). Vigas contínuas, sem enrijecedores de alma nos apoios. Peso próprio do sistema de forro = 0,12 kN/m<sup>2</sup>. Aço 230 MPa

Designação	Sobrecarga de 0,5 kN/m <sup>2</sup>	
	Espaçamento entre vigas (mm)	
	400	600
Ue 90 x 40 x 0,95	3500	3000
Ue 90 x 40 x 1,25	4000	3500
Ue 90 x 40 x 1,55	4000	4000
Ue 140 x 40 x 0,95	4000	4000
Ue 140 x 40 x 1,25	4000	4000
Ue 140 x 40 x 1,55	4000	4000
Ue 140 x 40 x 2,25	4000	4000
Ue 140 x 40 x 2,46	4000	4000
Ue 200 x 40 x 1,25	4000	4000
Ue 200 x 40 x 1,55	4000	4000
Ue 200 x 40 x 2,25	4000	4000
Ue 200 x 40 x 2,46	4000	4000

Fonte: Rodrigues, 2016

Tabela 8: Montantes para pé-direito de 2800 mm, com bloqueador à meia-altura, suportando somente telhado e forro. Residência de um pavimento ou o segundo andar de uma residência de dois pavimentos. Vento  $V_0 = 40$  m/s Aço 230 Mpa

Designação	Espaçamento (mm)	Espessura dos perfis (mm)				
		Dimensões da edificação (m x m)				
		8 x 20	8 x 22	9 x 22	9 x 24	9 x 25
Ue 90 x 40 x 12 x t	400	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
	600	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Ue 140 x 40 x 12 x t	400	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
	600	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Fonte: Rodrigues, 2016

## 5.22 Custo Benefício

Em uma análise superficial, pode-se concluir erroneamente que um edifício estruturado em aço tenha o seu custo final superior ao do mesmo edifício estruturado convencionalmente, porque o preço de sua Estrutura Metálica é superior ao preço das estruturas de concreto armado. (DINIZ,2008)

Diniz (2008) ainda salienta que a síntese do planejamento de uma obra é o seu cronograma físico-financeiro, que consiste em relacionar no tempo as várias tarefas que compõem o ato de construir, assim como os seus respectivos custos. É também imprescindível que o planejamento de aporte de recursos seja compatível com o desenvolvimento rápido da obra.

Outro fator relevante observado por diversas empresas de LSF diz respeito à redução de tempo na obra, como destaca a empresa CS do Brasil em sua página na internet, chegando até 60% no tempo da obra em comparação a processos convencionais

Segundo Freire (2016), além da redução no prazo outro fator importante é a precisão de Orçamento. Com as Estruturas de Aço, a construção, transforma-se em uma simples tarefa de montar. A precisão das estruturas transmite-se aos demais itens, seja na regularização das lajes, seja nos revestimentos das alvenarias, instalações de tubulações de utilidades, esquadrias, elevadores etc. Dessa maneira, não havendo desvios a cobrir, improvisações de canteiro a fazer, não existirão mais as

justificativas entre o orçado e o realizado. Por outro lado, as Estruturas de Aço são entregues ao construtor, montadas, a preço firme, o que vem reduzir substancialmente a dispersão orçamentária.

### **5.23 Desperdícios**

A construção convencional utiliza altas quantidades de recursos naturais, sendo que a maior parte desta utilização está diretamente ligada ao alto desperdício de material que ocorre nos empreendimentos, principalmente devido às obras de reparos e adaptações das edificações existentes. “A fase de execução de uma obra é a que apresenta perdas de materiais mais visíveis. Nas diversas etapas envolvidas, elas podem ocorrer no transporte até o canteiro, no descarregamento, no transporte interno, na produção e até mesmo após a sua aplicação” (BRAGA e TRZESNIAK, 2017). As perdas podem ser entendidas como sendo "qualquer ineficiência que reflita no uso de equipamentos, materiais e mão de obra em quantidades superiores necessárias à produção da edificação" (SANTOS et al.,1996).

Segundo Pinto (1999), a massa estimada das edificações executadas predominantemente pelo sistema convencional é de 1.200 kg/m<sup>2</sup>, 25% deste valor é o percentual de perda média de materiais em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obras, isso significa que a cada metro quadrado construído são gerados 300 quilos de resíduo/ desperdício. No Brasil, Lucena (2005) constatou que os resíduos de construção civil são compostos, principalmente, de tijolos, areias e argamassas (em torno de 80%). Numa menor proporção foram encontrados ainda restos de concreto (9%), pedras (6%), cerâmica (3%), gesso (2%) e madeira (1%).

### **5.24 O Valor Presente Líquido (VPL)**

Assaf Neto (2009) define que:

O método do valor presente líquido para análise dos fluxos de caixa é obtido pela diferença entre o valor presente dos benefícios (ou pagamentos) previstos de caixa, e o valor presente do fluxo de caixa inicial (valor do investimento, do empréstimo ou do financiamento).



Conforme Santos (2001), valendo-se da matemática financeira, é possível fazer uma análise da viabilidade de um projeto. Para tanto, é necessário que seja feita uma “previsão” de todos os fluxos de caixa do projeto para os “ $n$ ” períodos futuros, nos quais o projeto estará em vigor. Esta previsão deve ser feita com o máximo de precisão, levantando-se quais serão os desembolsos e recebimentos nos próximos “ $n$ ” períodos, descontando-os, então, a certa taxa predeterminada, a TMA, para se obter o valor daquele projeto na data zero, em que estes valores são somados ao investimento inicial.

O método do valor presente líquido tem sua forma básica sintetizada pela equação 1:

Equação 1 - VPL

$$VPL = \frac{\sum_{i=0}^n FC_i}{(1+r)^i}$$

Onde:

- $FC_i$  = Fluxo de Caixa esperado para o período  $i$ ;
- $r$  = taxa de desconto
- $i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  (períodos).

Em princípio, cada projeto possui seu próprio custo de capital (TMA). Na prática, as empresas agrupam projetos similares em classes e usam o mesmo custo de capital para projetos de uma mesma classe. Laponi (1996) ressalta que VPL positivo indica que o capital investido será recuperado e remunerado na taxa de juros que mede o custo do capital do projeto, gerando assim um ganho extra.

A existência de VPL positivo é definida como o critério básico de aceitação ou rejeição de determinado projeto, e a ordenação de VPL's é o critério de escolha entre diversas alternativas de investimento (se existirem opções). Tais critérios são comumente comparados a outros, como por exemplo, a taxa interna de retorno

(TIR), sendo o VPL apontado como o critério, financeiramente mais correto. (ROSS *et al*, 2002).

Outros métodos conhecidos como valor futuro líquido (VFL) e valor anual uniforme (VAU) podem ser considerados como variações do método do valor presente líquido (VPL), sendo que a única diferença é a referência temporal, ou seja, para onde os fluxos de caixa são deslocados (ou nivelados, no caso do VAU).

### **5.25 A Taxa Interna De Retorno (TIR)**

Para Assaf Neto (2009) “a taxa interna de retorno é a taxa de juros (desconto) que iguala, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas com os das saídas previstas de caixa”.

Segundo Santos (2001), quando todo o fluxo de caixa previsto para um determinado projeto é trazido à data zero, fazendo com que o valor presente líquido esperado se iguale a zero, obtém-se a “Taxa Interna de Retorno” (TIR) para o projeto. A esta taxa, caso o projeto seja empreendido, significa que o mesmo não irá gerar ganhos para o investidor, ou seja, os recebimentos irão apenas compensar os desembolsos. Desta forma, o investidor não irá leva-lo adiante.

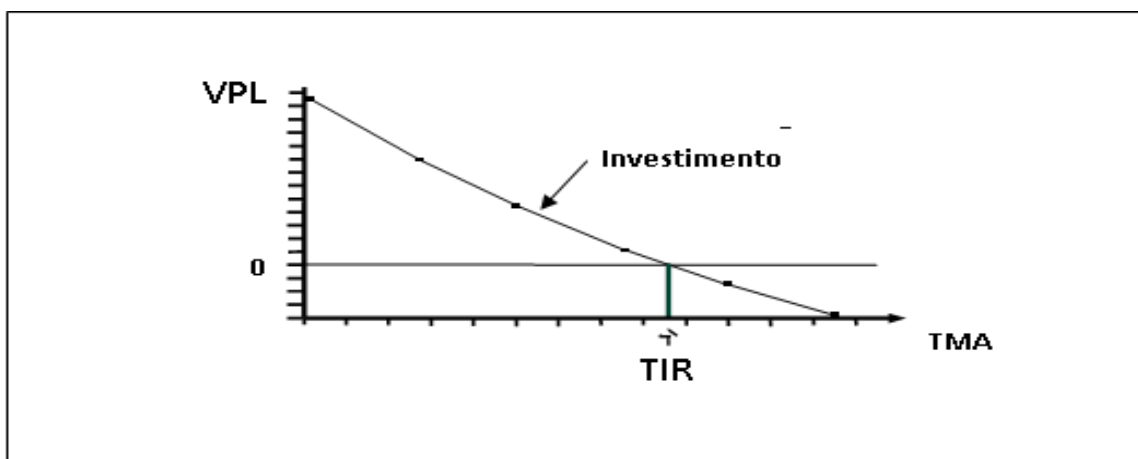
Na análise da viabilidade de um projeto, a TIR é sempre comparada à TMA, devendo a primeira ser sempre maior que a segunda para que o projeto seja viável. Um dos erros clássicos do uso de técnicas do fluxo de caixa descontado é a utilização de *rankings* de taxas internas de retorno, em lugar de VPL (SANCHES, 2004).

Por serem expressas em porcentagem, as TIR's não representam o valor absoluto do empreendimento, como ocorre nos VPL's, podendo, com isso, mascarar a informação.

Projetos de longa duração e intensivos em capital tendem a serem descartados pelo critério da TIR, mesmo apresentando considerável VPL (SANCHES, 2004).

A Figura 28 ilustra a relação entre VPL e TIR e mostra que ambas levam ao mesmo resultado, quanto à aceitação de um projeto, apesar de tomarem enfoques distintos.

Figura 28: Relação entre VPL e TIR

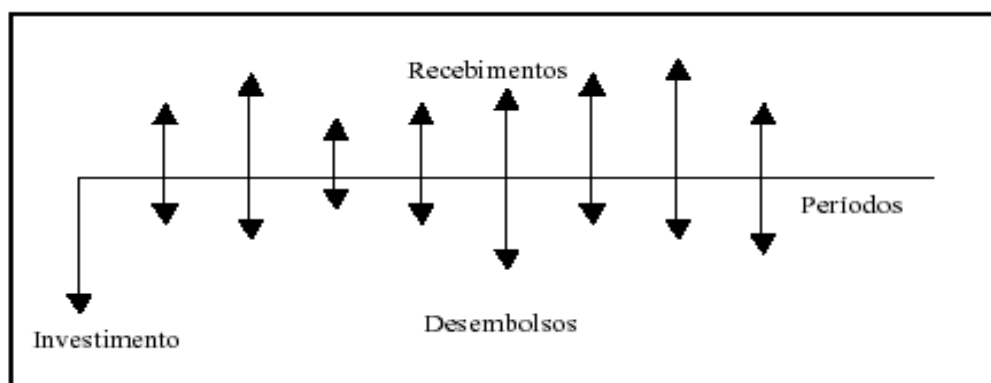


Fonte: (PAMPLONA ; MONTEVECHI, 1995)

### 5.26 O Fluxo De Caixa Descontado (FCD)

A questão da análise para aprovação de projetos, ou numa perspectiva mais ampla, da aceitação ou não de uma opção de empreendimento disponível para um investidor, é uma das questões cruciais da teoria econômica aplicada. Cabe aos administradores sempre buscar aquele projeto que venha gerar uma maior riqueza para a empresa. (SANCHES, 2004). O fluxo de caixa da empresa deve considerar todas as despesas e receitas para certo projeto nos próximos “*n*” períodos. A análise deve levar em consideração todos os fatores que possam influenciar os resultados, procurando sempre a mais acurada previsão dos fluxos futuros. Um exemplo de fluxo de caixa genérico para um projeto é dado na Figura 29.

Figura 29: Diagrama de Fluxo de Caixa



Fonte: (PAMPLONA ; MONTEVECHI, 1995)

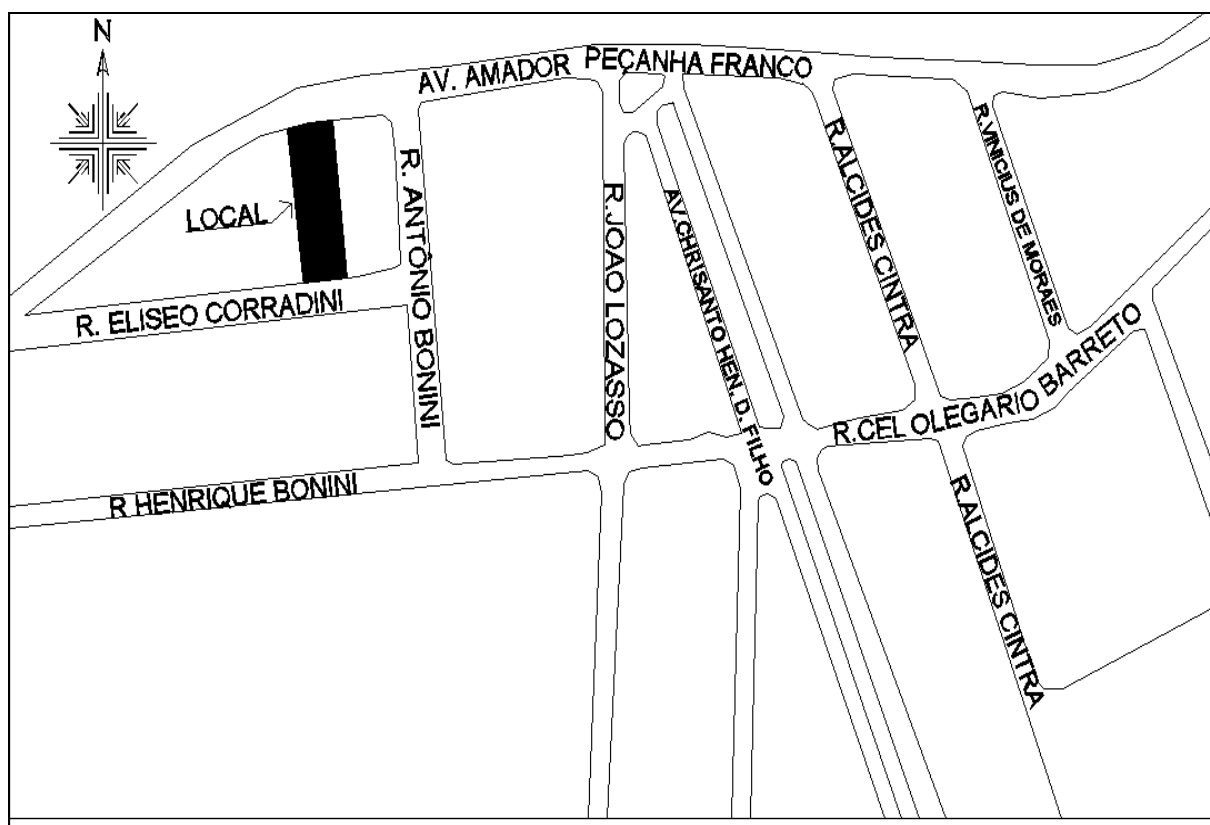
## 6 ENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi desenvolvido para a cidade de Atibaia/SP. A seguir são apresentadas as principais etapas do projeto, bem como sua análise orçamentaria.

### 6.1 Análise Do Plano Diretor Da Cidade De Atibaia/SP

O terreno situado na cidade de Atibaia-SP, de acordo com o plano diretor da cidade, está situado na zona ZR2 conforme Anexo A, o qual permite a construção do empreendimento conjunto Vila, conforme demonstrado nas tabelas 9 e 10. Na figura 30 é demonstrada a localização do terreno bem como suas ruas adjacentes para melhor entendimento.

Figura 30: Localização do terreno.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Tabela 9: Restrições de uso do solo

Empreendimentos e Atividades Permitidos (1) (9)					
ZR1	ZR2	ZR3	ZR4	ZR5	ÁREA RURAL
UR 01	UR 01 a UR 02	UR 01 a UR 02	UR 01 a UR 02	UR 01	UR 01
UR 03 (3)	UR 03 (4)	UR 03 (4)	UR 03 (4)	UR 03 (4)	UC 01 (8)
UE 07	US 01 (5)	UR 04 a UR 05	UR 04 a UR 05	UC 01	US 01 (6)
UE 14	UE 07	UC 01 a UC 02	UC 01 a UC 02	US 01 (5)	US 02 (6)
UE 18 a 20	UE 14	US 01 (5)	US 01 (5)	US 02 a US 03	US 03 (6)
	UE 16	US 02 a US 03	US 02 a US 03	UE 06 a UE 07	UI 01 (7)
	UE 18 a 20	UI 01	UI 01 a UI 02	UE 14	UI 02 (7)
		UE 06 a UE 07	UE 06 a UE 07	UE 16	UE 06 a UE 07
		UE 14	UE 14	UE 18 a 20	UE 14
		UE 16	UE 16		UE 15
		UE 18 a 20	UE 18 a 20		UE 16
					UE 18 a 20

ZM1	ZM2	ZM3	EE1	EE2	EE3
UR 01 a UR 02	UR 01 a UR 02	UR 01 a UR 02	UR 01	UR 01	UR 01
UR 03 (4)	UR 03 (4)	UR 03 (4)	UC 01 a UC 02	UC 01 a UC 02	UC 01 a UC 02
US 01 (5)	UR 04 a UR 05	UR 04 a UR 05	US 01 a US 03	US 01 a US 03	US 01 a US 03
<b>US 02 a US 03</b>	UC 01 a UC 02	UC 01 a UC 02	UI 01 a UI 05	UI 01 a UI 05	UI 01 a UI 05
UE 07	US 01 (5)	US 01 (5)	UE 01 a UE 07	UE 01 a UE 07	UE 01 a UE 07
UE 14	US 02 a US 03	US 02 a US 03	UE 10 a UE 17	UE 10 a UE 17	UE 10 a UE 17
UE 16	UI 01 a UI 02	UI 01 a UI 05	UE 18 a 21	UE 18 a 21	UE 18 a 20
UE 18 a 20	UE 07	UE 01 a UE 04			
	UE 14	UE 06 a UE 07			
	UE 16	UE 10 a UE 16			
	UE 18 a 20	UE 18 a 21			

Fonte: Plano diretor de Atibaia (Anexo 6, pg. 105), 2006

Tabela 10: Categoria uso Residencial

Subcats.	Atividades	Empreendimentos	Porte
	Descrição	Descrição	Quant.
UR 01	residencial unifamiliar	casa	01 unid.
UR 02	residencial multifamiliar	casas geminadas	02 unid.
UR 03	residencial multifamiliar	conjunto vila	-
UR 04	residencial multifamiliar	edifício de apartamentos	-
UR 05	residencial multifamiliar	grupo de edifícios de apartamentos	-

Fonte: Plano diretor de Atibaia (Anexo 2, pg. 32), 2006

O projeto atendeu todas as especificações do Plano Diretor da cidade, a seguir serão demonstrados os resultados dos cálculos que comprovam o enquadramento do empreendimento nas regras do Plano. A tabela 11 apresenta os valores limites admitidos e a figura 30 apresenta os valores do projeto.

Tabela 11: Restrições de ocupação do solo

Zonas (11)	Restrições								
	Índices Urbanísticos		Dimensionamento mínimo do lote		Recuos mínimos (m) (1) (10)			Taxa de Permeabilidade (Tp) (%)	Altura Máxima (m) (4)
	To (%) (3)	Io (2)	Lote (m <sup>2</sup> )	Frente (m)	Frente (6) (19)	Lado(s) (7)	Fundo (5)		
ZR2 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,50 (8)	4,00	20	10,00

Fonte: Plano diretor de Atibaia (Anexo, pg. 105), 2006 – Adaptado pelo autor

Os valores destas restrições obtidas no projeto são:

*TAXA DE PERMEABILIDADE = 36,14%*

*COEFICIENTE DE ELEVAÇÃO - Ie - 1,99*

*COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO - Io - 0,2418*

*TAXA DE OCUPAÇÃO - TO - 24,18%*

Para que o conjunto Vila se enquadre no Plano, deve seguir a seguinte premissa disposta na pg.105 Item 4 do Plano Diretor:

*O empreendimento conjunto vila deverá ser integrado por casas isoladas, com um afastamento mínimo de 3,00 (três) metros, entre os corpos edificados que apresentem aberturas para ventilação e/ou iluminação junto às divisas laterais entre as unidades autônoma, permitindo o afastamento de 1,50 (um vírgula cinquenta) metros entre os corpos edificados, desde que não haja aberturas para ventilação e/ou iluminação junto às divisas laterais entre as unidades autônomas. O número máximo de unidades autônomas definido pela divisão da área total do terreno a se empreender pelo valor correspondente a 80% do lote mínimo exigido pela Zona.*

Calculo do número máximo de unidades (MU):

$$\text{MU} = 1.547,92 \text{ m}^2 / (360\text{m}^2 \times 80\%)$$

$$\text{MU} = 5,47 \text{ unidades}$$

Como visto, o empreendimento que contem 5 casas está adequado de acordo com o Plano Diretor da cidade de Atibaia.

## **6.2 Fundação**

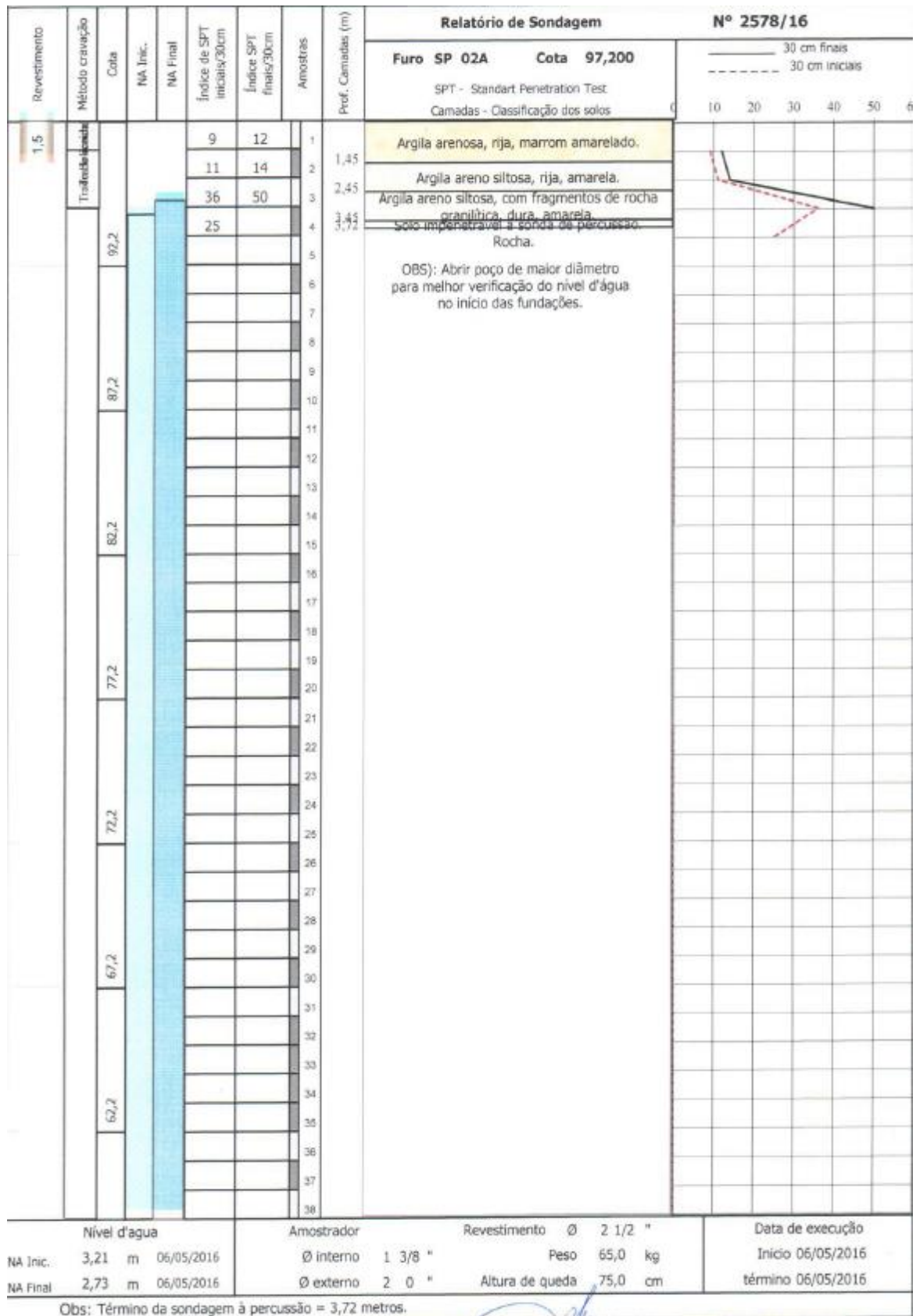
Neste subitem será demonstrado a análise e o dimensionamento da fundação do tipo radier, juntamente com a análise do solo.

### **6.2.1 Análise do solo**

Para a avaliação do terreno, utilizou-se o Critério semi empírico de Teixeira, baseado no método de estudo de solo SPT. O critério consiste em analisar os bulbos de tensão atuantes a profundidade equivalente a 2 e 3 vezes a largura do radier (2b e 3b). Após definidas as profundidades, coleta-se o resultado de número de golpes a cada metro de cada um dos intervalos calculando sua média, em seguida multiplica-se as médias por 20, resultando na tensão admissível. (Gomes,2016)

O ensaio SPT do terreno é demonstrado na Figura 31, observa-se que a 3 metros de profundidade o solo já ofereceu uma resistência maior que a capacidade do equipamento de perfura-lo, sendo assim impossibilitou-se a aplicação do método uma vez que os dados disponíveis só chegam até os 3 primeiros metros e de acordo com os cálculos considerando as medidas de 2b e 3b, necessitaria dos dados até a profundidade 29,10m, uma vez que o b da casa tem valor de 9,70.

Figura 31: Sondagem SPT



Fonte: Adaptado pelo autor.



Sendo assim, de acordo com Gomes (2016), considerou-se como tensão admissível o número de golpes do primeiro metro do ensaio (12 golpes) e o mínimo de tensão necessária é de 8 golpes. Isso demonstra que a fundação do tipo radier pode ser utilizada com segurança.

### **6.2.2 Radier**

Serão apresentados os procedimentos de análise estrutural automatizada de radier em concreto armado, empregando-se o método de cálculo de acordo com o modelo de Winkler (método do coeficiente de mola), onde considera-se a fundação sobre um solo elástico. Esses procedimentos consistem na modelagem da geometria, aplicação de carregamentos e definição dos parâmetros elásticos do solo. Nesse trabalho, foi empregado o Sistema Cypecad para concreto estrutural que consiste num programa bastante utilizado no projeto de edifícios e que possibilita meios de cálculo de fundação do tipo radier em concreto armado utilizando O modelo de Winkler, considerando o radier sobre base elástica. Por não ser uma ferramenta específica para este tipo de elemento estrutural e sim um sistema geral para análise de estruturas, faz-se necessário algumas adaptações na geração do modelo. Apresenta-se neste capítulo uma sequência de procedimentos a ser seguida permitindo a aplicação do programa na análise de fundação tipo radier.

O programa funciona da seguinte forma: primeiro define-se o modelo estrutural, que contém informações referentes ao radier, como dimensões (largura, comprimento e espessura da placa) e carregamentos (no caso carregamentos pontuais provenientes dos perfis estruturais, cargas acidentais e permanentes). Para se obter o processamento da planta de forma, gerando o modelo do radier para o lançamento da malha de barras se faz necessário inserir as cargas pontuais referentes aos perfis, calculadas levando-se em consideração as cargas descritas na tabela 12 conforme o Manual *Steel Framing* (2016). Para a análise da estrutura foram consideradas as seguintes ações:

- a) Carga permanente e sobrecarga conforme tabela 12

Tabela 12: Carga permanente e sobrecarga adotadas para o exemplo de dimensionamento.

	<b>Carga Permanente (CP)</b>	<b>Sobrecarga (SC)</b>
Laje de cobertura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa de OSB com espessura de 14mm: 0,014 x 6,4 = 0,0896 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso com espessura de 12 mm: 0,12 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Manta asfáltica: 0,04 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Vermiculita expandida com espessura de 50 mm<sup>d</sup>: 0,05 x 1,6 = 0,08 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Total = 0,3356 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em toda a cobertura: 0,5 kN/m<sup>2</sup></li> <li>Caixas d'água ao longo de 4 m do painel que divide as unidades residenciais (eixo 5, a partir da fila D), totalizando 40 kN</li> </ul>
Vedações (paredes) externas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa cimentícia com espessura de 12 mm: 0,012 x 17 = 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso com espessura de 12 mm: 0,12 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro<sup>b</sup> com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>Total = 0,33 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>	
Vedações internas ou externas com re-vestimento em uma das faces (paredes da cozinha e banheiro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa cimentícia com espessura de 12 mm: 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Revestimento de porcelanato: 0,3 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso ou cimentícia: 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro<sup>b</sup> com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>Total = 0,714 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>	
<p>Notas:</p> <p><sup>a</sup> peso específico da placa de OSB: 6,4 kN/m<sup>3</sup>;</p> <p><sup>b</sup> peso específico da lã de vidro: 0,12 kN/m<sup>3</sup>;</p> <p><sup>c</sup> peso específico considerando o pior caso entre porcelanato (0,30 kN/m<sup>2</sup>) e piso flutuante (0,07 kN/m<sup>2</sup>) mais 0,20 kN/m<sup>2</sup> para regularização ou impermeabilização, onde necessário;</p> <p><sup>d</sup> peso específico da vermiculita expandida: 1,6 kN/m<sup>3</sup>;</p> <p><sup>e</sup> peso específico da placa cimentícia: 17 kN/m<sup>3</sup>.</p>		

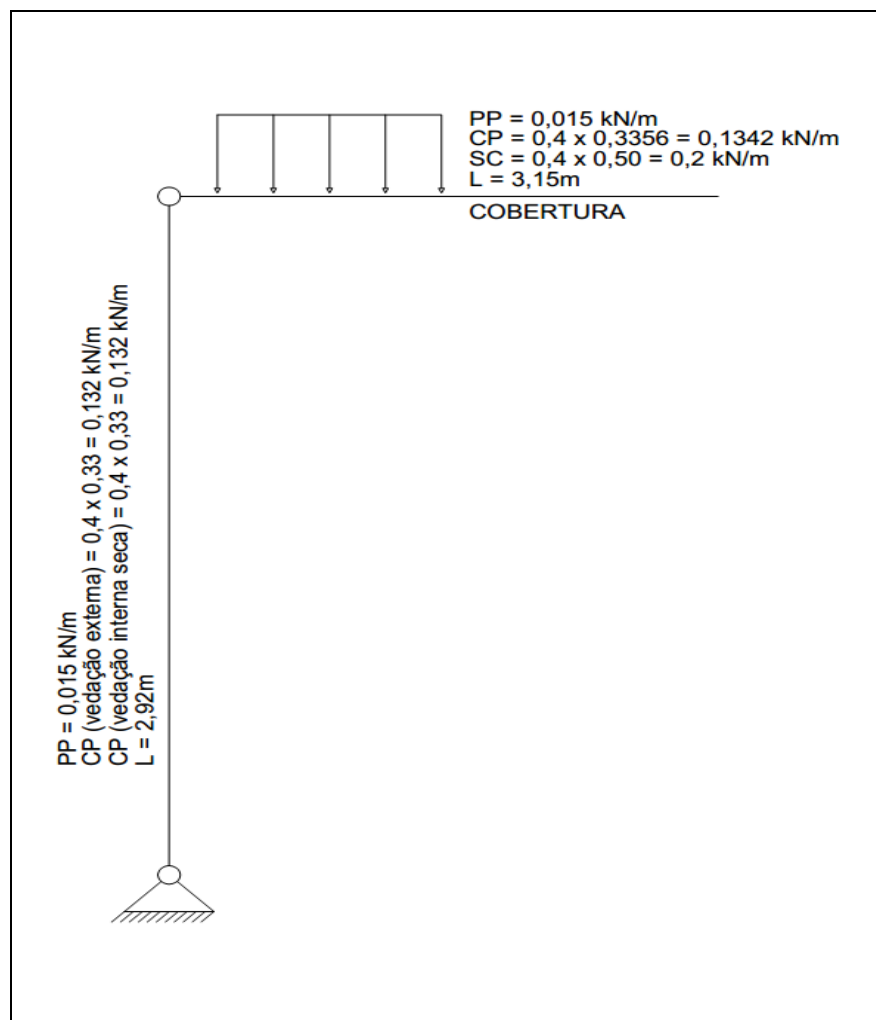
Fonte: Rodrigues, 2016

O peso próprio dos elementos estruturais foi tomado igual a 0,015kN/m (equivalente a um perfil Ue 140x40x12x0,08, considerado como uma estimativa inicial para os montantes e vigas). (Figura 32)

Para o pré-dimensionamento dos montantes, em geral, tomou-se um elemento, da fila E próximo ao eixo 7 que recebe vigas de 3,15m de vão. De acordo com o

modelo estrutural adotado (modelo sugerido no manual de LSF), os perfis foram dispostos espaçados a cada 400mm.

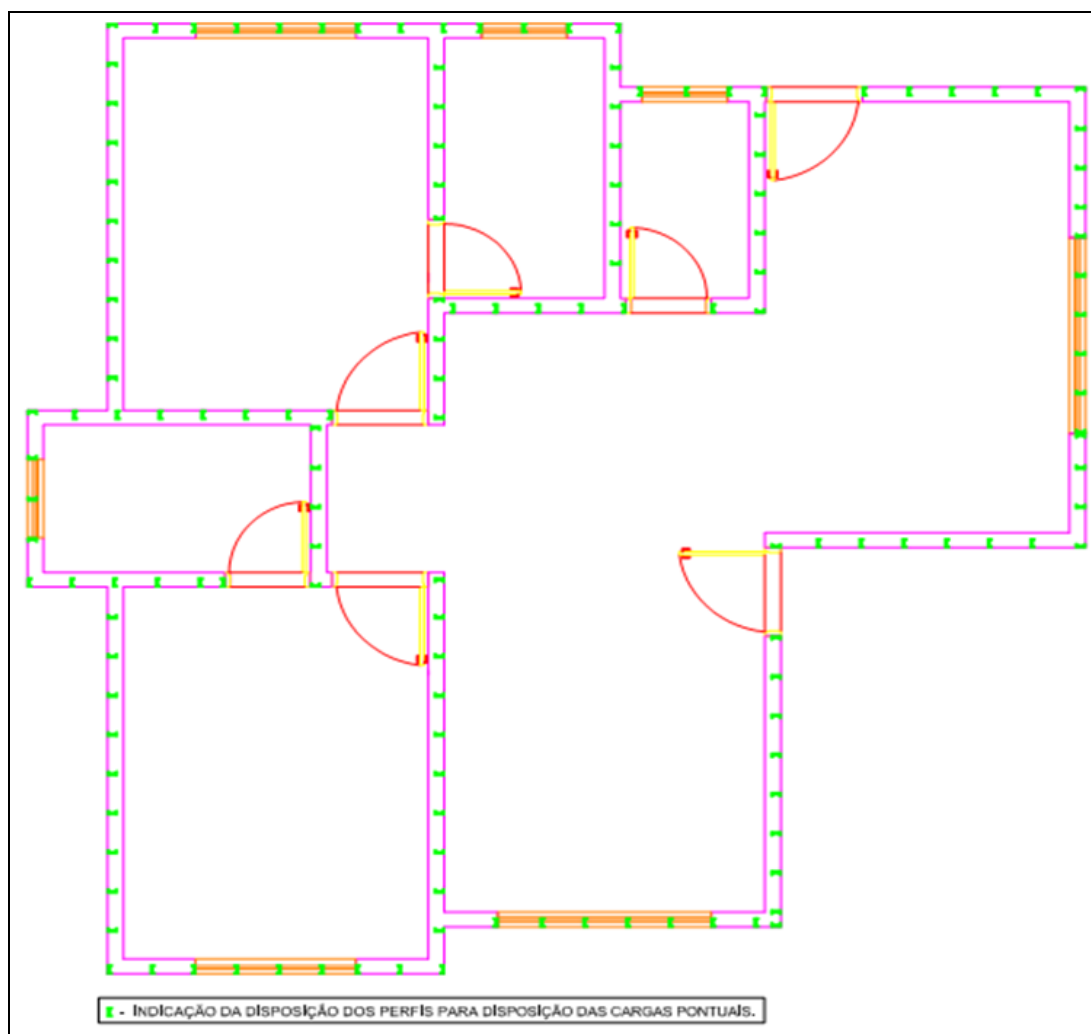
Figura 32: Cargas em um dos montantes da fila E próximo ao eixo 7 que recebe vigas de 3,15m de vão.



Fonte: Rodrigues, 2016

A figura 33 apresenta as como ficam alocadas as cargas pontuais devido a modulação em LSF.

Figura 33: Cargas Pontuais



Fonte : Elaborado pelo autor, 2017.

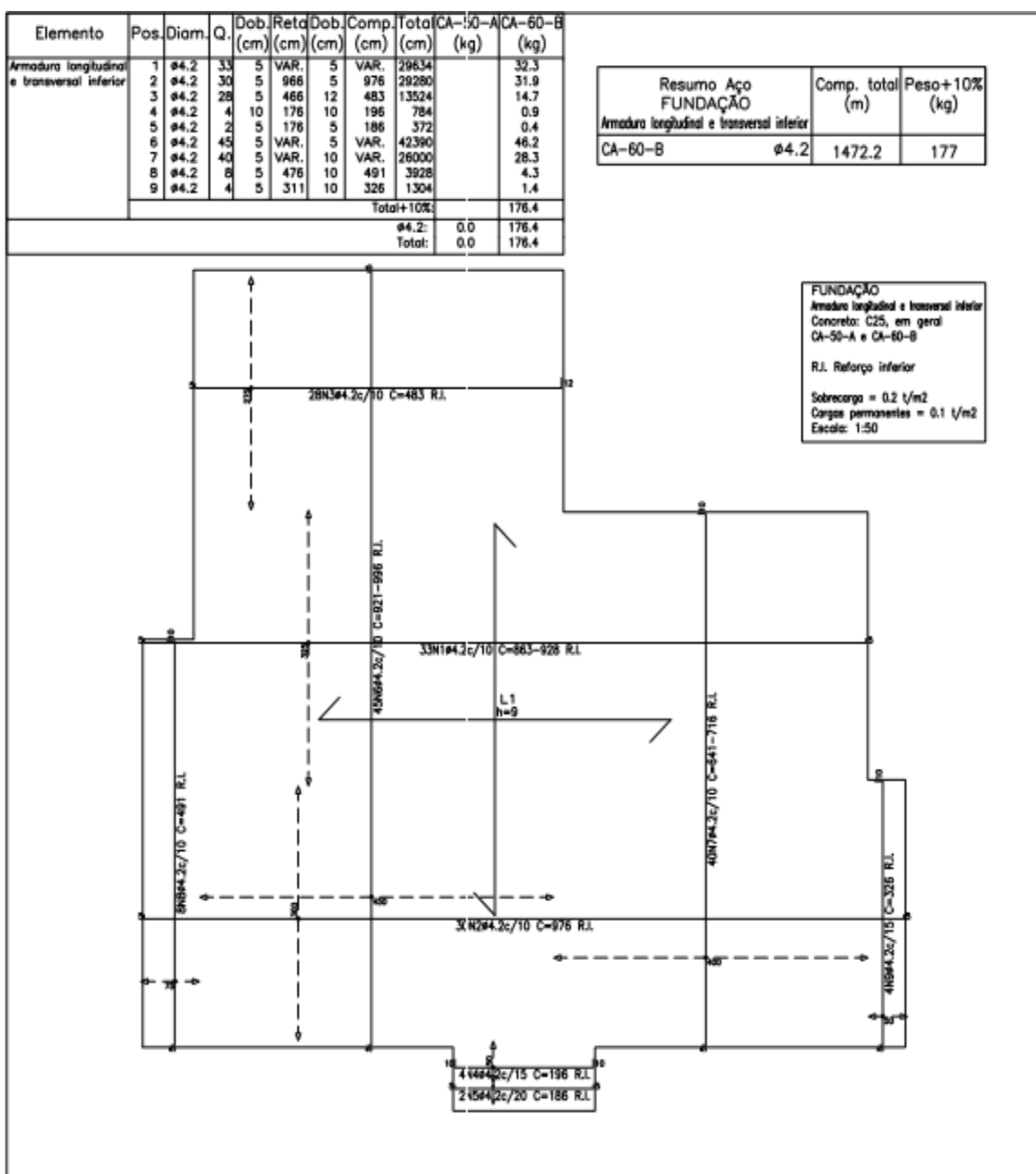
Um critério de fundamental importância é a determinação da espessura do radier. Inicialmente adota-se uma espessura e processa-se o modelo, depois se analisa os resultados, se estes forem satisfatórios, mantém-se a espessura, se não é necessário aumentar ou diminuir a espessura da placa. Depois que o modelo foi definido, executa-se o processamento da planta de forma e gera-se o desenho desta planta de forma.

O programa tem por objetivo o detalhamento automático de lajes maciças, planas, calculadas por processo simplificado. O cálculo de esforços em lajes, normalmente, resulta numa variedade de esforços e de armaduras teóricas para suportá-los. É possível distribuir armaduras automaticamente, mas isto tornaria as armaduras excessivas ou de difícil execução. Sendo assim é possível definir faixas de

distribuição de armaduras homogêneas, que ao mesmo tempo sejam econômicas e de fácil execução na obra.

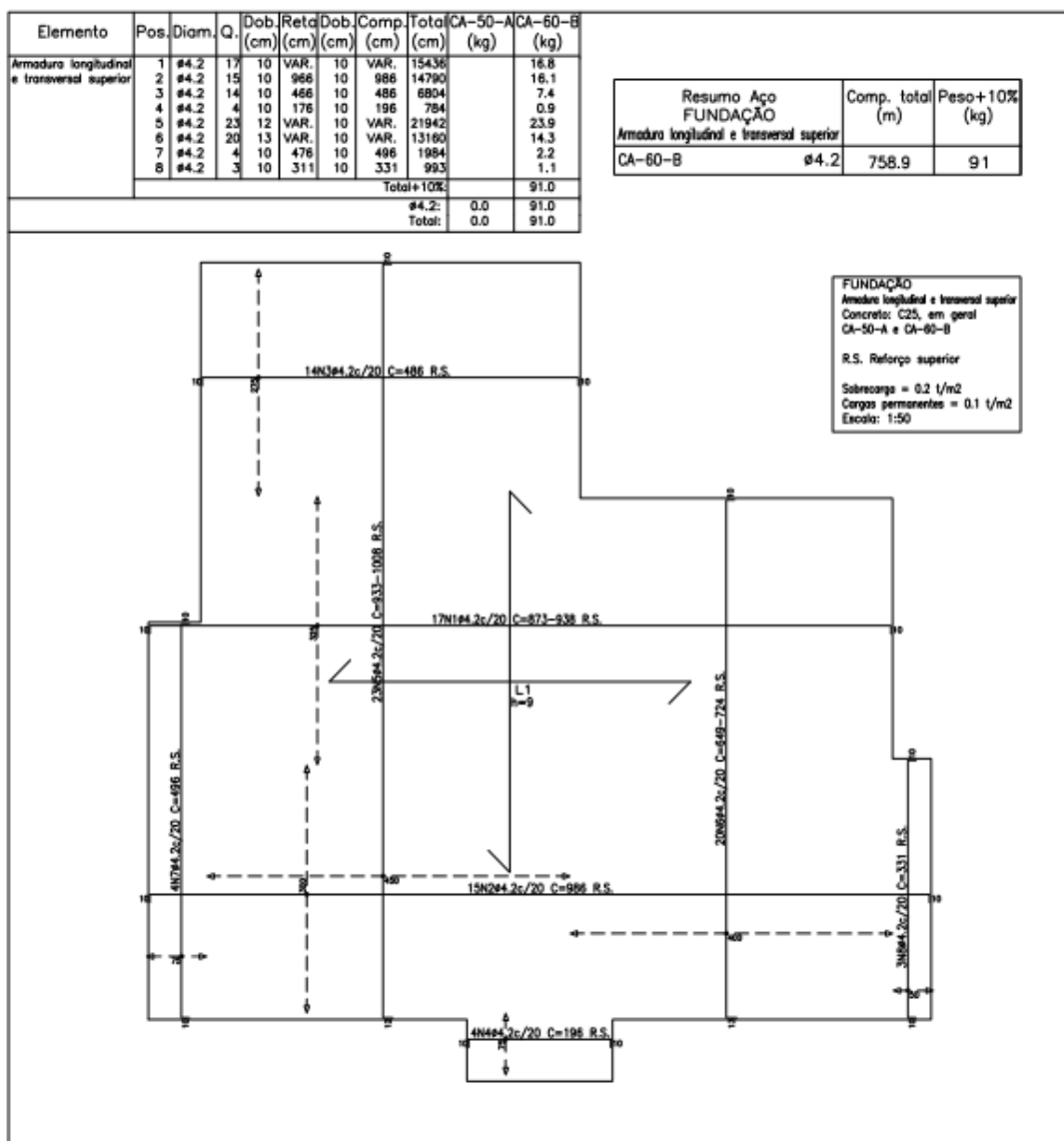
Definidas as faixas de distribuição de esforços, o detalhamento de armaduras é automático dentro dos critérios adotados segundo a NBR 6118:2014. As armaduras geradas podem ser editadas antes do desenho final a ser gravado. (Figuras 34 e 35).

Figura 34: Armadura transversal e longitudinal inferior.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 35: Armadura transversal e longitudinal superior.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

No caso do exemplo modelado em concreto armado, obtêm-se os seguintes resultados:

- esforços atuantes na placa para cada tipo de carregamento;
- cálculo das armaduras positivas e negativas;
- tabela de ferro, com a quantidade detalhada;
- desenhos com o detalhamento das armaduras.

### **6.3 Análise Estrutural**

A análise estrutural seguiu as tabelas de pré-dimensionamento disponível no Manual de engenharia: STEEL FRAMING. Não foi utilizado nenhum programa específico para dimensionamento, isso se deve ao fato de que a edificação se enquadrou nos limites de dimensões descritos nas tabelas.

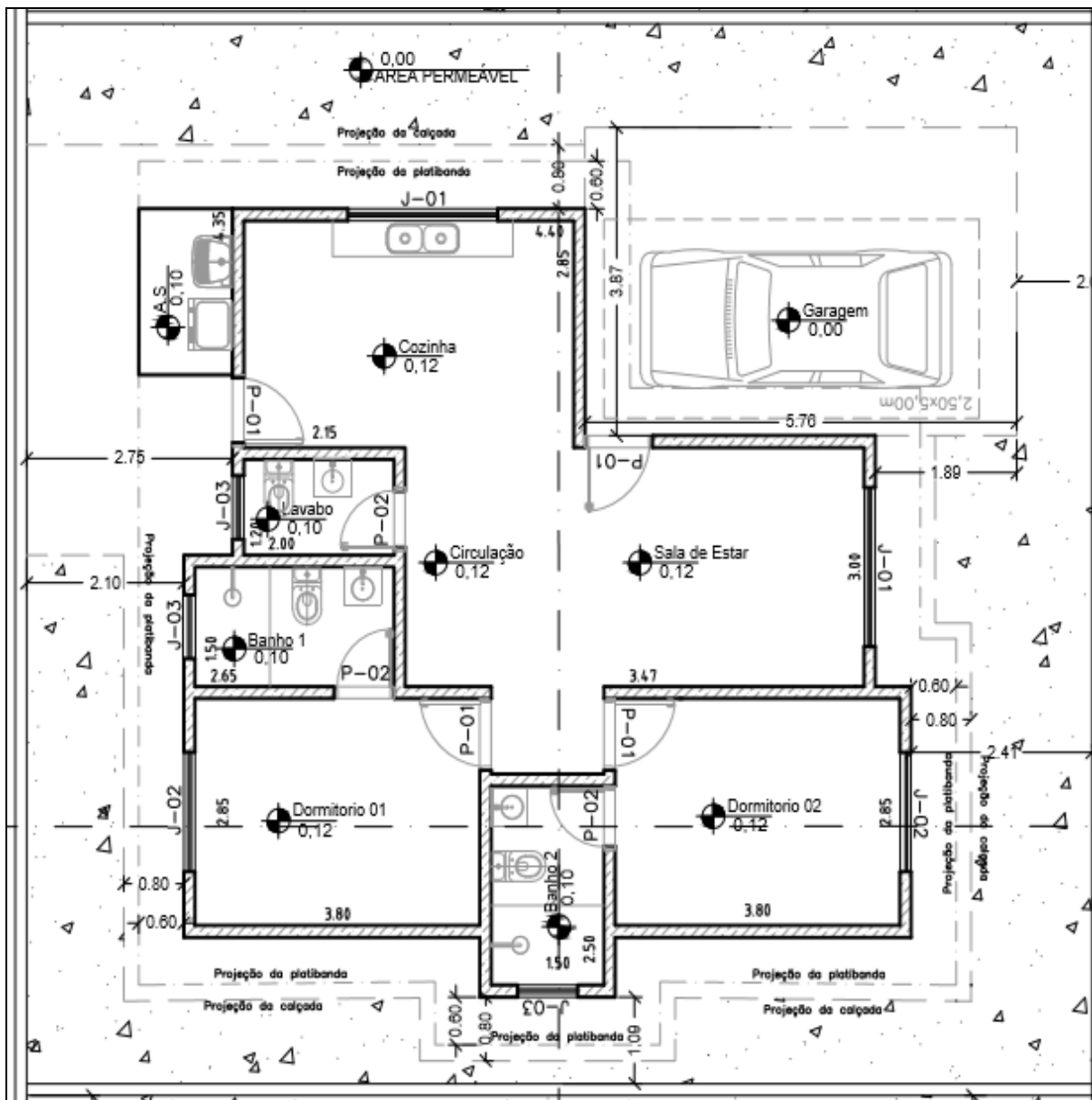
Assim, foram analisadas as tabelas disponíveis que resultou que os montantes utilizados são do tipo Ue-90x40x1,25, pois se enquadra no vão de até 4000mm (4 metros) como verificado na tabela x deste trabalho. Já as guias são do tipo U-90x40x1,25, diferenciando-se dos montantes apenas na questão dos enrijecedores que são obrigatórios no montante para vencer as ações de diafragmas entre outros esforços. O espaçamento entre os perfis adotado foi o de 400mm, sendo um fator determinante para o dimensionamento dos perfis.

O contraventamento fica a cargo da placa OSB, que para casas térreas com pé direito de até 3,00 metros, pois agem da mesma forma que os travamentos de fitas metálicas.

### **6.4 Etapas Da Concepção Do Projeto**

De acordo com a análise efetuada sobre o Plano Diretor de Atibaia já apresentada no item 6.1, foram elaborados os projetos arquitetônicos com o auxílio dos softwares AutoCad 2017 (2D) e Scketchup 2017 (3D). Nas figuras 36 até 51, são demonstradas as etapas de construção do sistema LSF, contendo a planta em 2D, a modulação do steel frame, as etapas construtivas até a concepção do condomínio em 3D. Os projetos completos se encontram nos anexos.

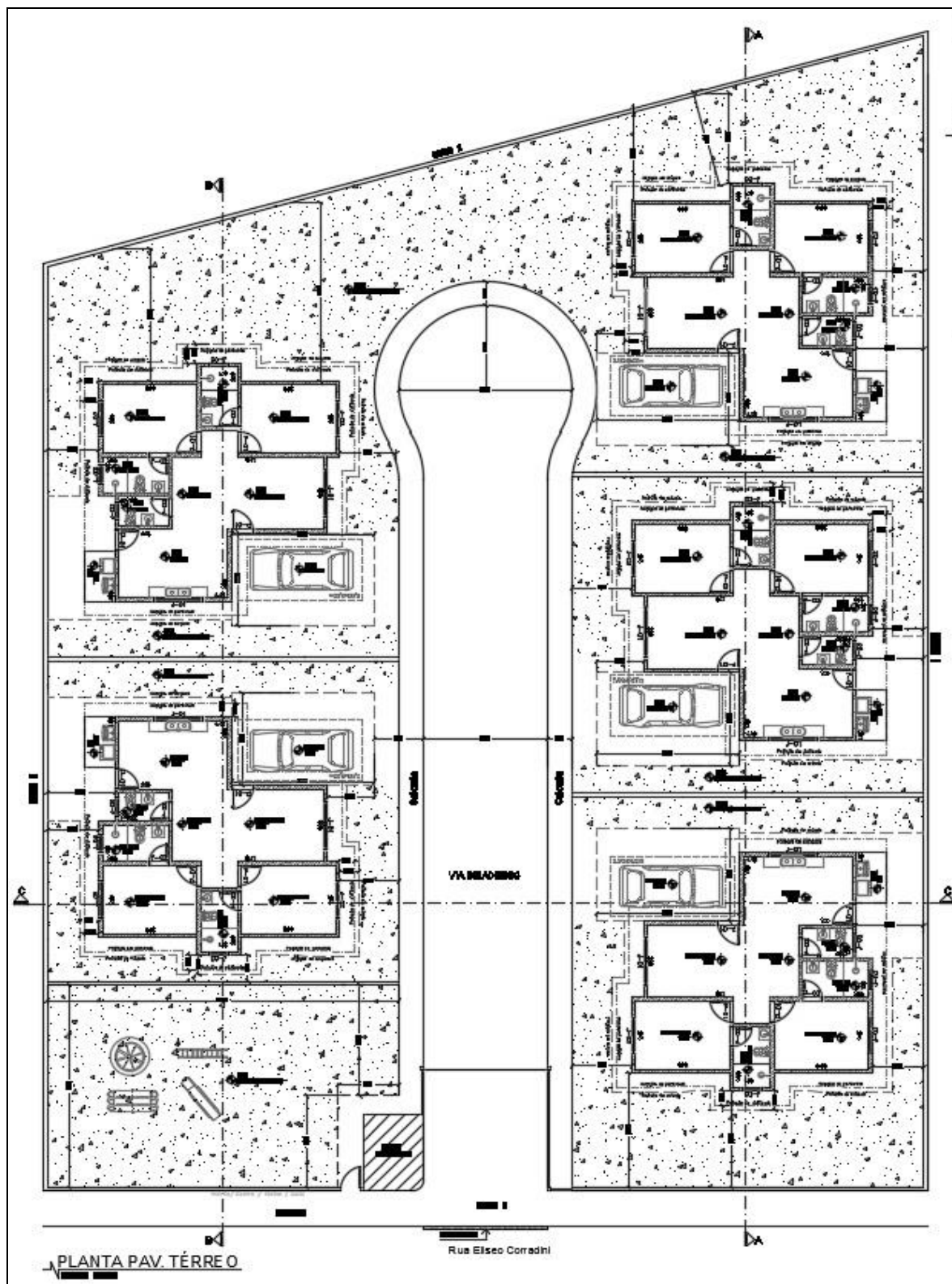
Figura 36: Projeto da residência.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

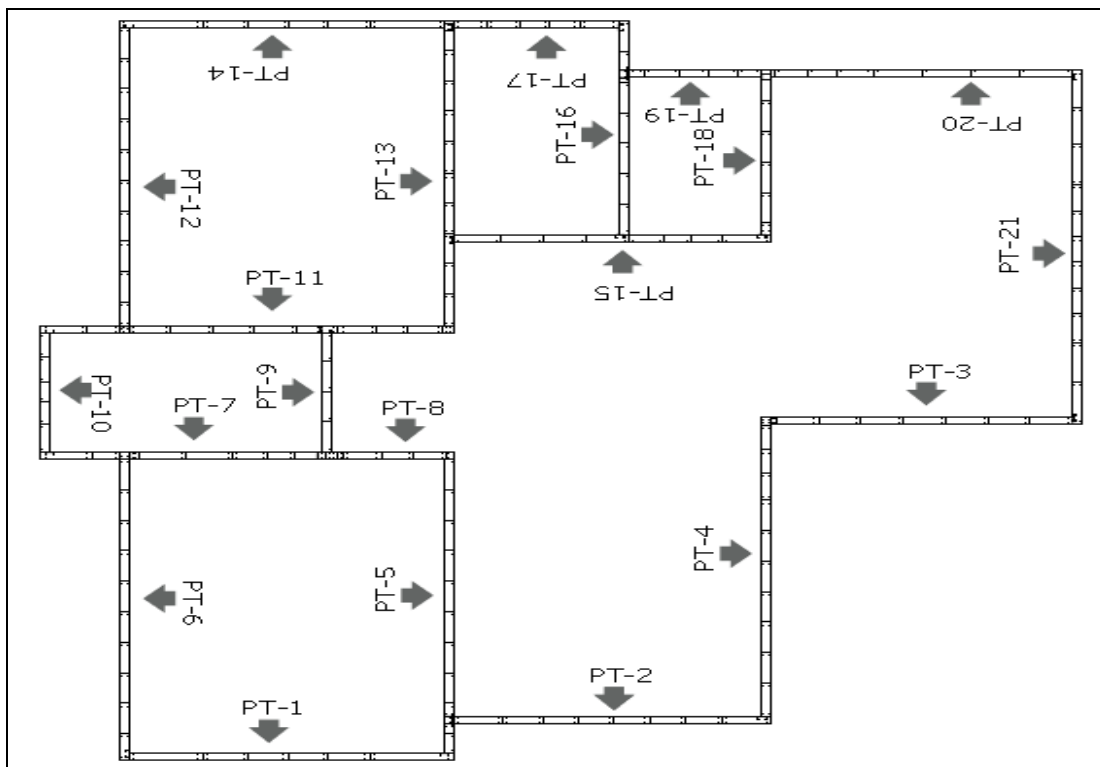


Figura 37: Projeto do condomínio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 38: Modulação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 39: Terreno.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 40: Radier.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 41: Estrutural em Steel Framing.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



---

Figura 42: Estrutural em Steel Framing.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 43: Lã de vidro



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 44: Placa OSB.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 45: Membrana de impermeabilização.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



---

Figura 46: Placa cimentícia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 47: Placa cimentícia com esquadrias.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 48: Maquete residência.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 49: Maquete condomínio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



Figura 50: Maquete condomínio fachada.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 51: Maquete condomínio vista aérea.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017



## 6.5 Instalações Prediais

Segundo artigo da empresa Renato Massono Solução em Hidráulica, é de conhecimento dos profissionais da área de engenharia a importância dos projetos de Instalações prediais. O dimensionamento dos projetos elétrico, hidro sanitário, de água fria e pluvial trazem conforto e economia ao usuário final. Aspectos como otimização de custos tem sido cada vez mais procurado por diversas pessoas e/ou empresas, através dos projetos de instalações prediais é possível diminuir os custos. Isto se dá pelo fato de que o consumo de materiais elétricos durante a execução pode ultrapassar em até 50% dos orçamentos originais pela ausência de um projeto de instalações bem elaborado.

Outro aspecto relevante dos projetos de instalações é o impacto positivo gerado nos prazos de entregar de uma edificação. Os prazos de execução são extremamente importantes tanto para a construtora quanto para o cliente final. Para que se tenha o desenvolvimento necessário no canteiro de obra é imprescindível planejamento atrelado a projetos bem elaborados. Através dos projetos de instalações é possível ter exatidão em relação à localização das instalações facilitando e trazendo segurança em futuras manutenções ou reforma.

As instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas realizadas no sistema de construção *Light Steel Frame*, são executadas com tubulações de mesmos materiais empregados nas edificações de alvenaria convencional, sendo as medidas ou alturas extraídas dos projetos.

Por se tratar de um sistema industrializado, permite um planejamento prévio que possibilita deixar preparadas todas as furações necessárias para a passagem de condutores e canos, ou até mesmo vir montado de fábrica.

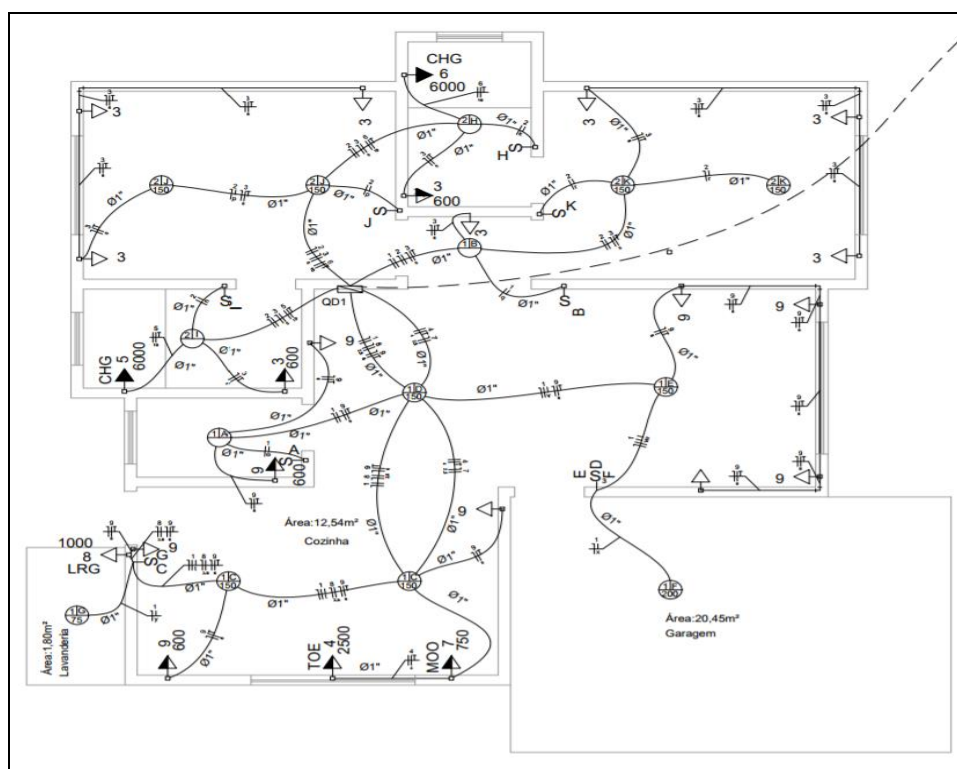
Quanto as instalações sanitárias devem ser executadas antes da concretagem do Radier para que não seja preciso quebrar a laje depois de concretada, evitando assim danos estruturais, aluguéis de equipamentos, mão de obra, entre outros.

Em relação as instalações elétricas e hidráulicas, uma outra vantagem do Steel Frame é que são executadas antes do fechamento das paredes, evitando o desperdício e quebra-quebra, e caso seja preciso a modificação de algum ponto, essa alteração é feita sem muito esforço, além da possibilidade de efetuar uma manutenção posterior ao término da obra rápida e baixo custo com reposição de revestimentos.

### 6.5.1 Projeto elétrico

O projeto de instalações elétrico foi em conformidade com às normas vigentes da ABNT, leis e decretos municipais, estaduais e federais para as edificações. Os projetos de maneira geral visão proporcionar conforto e atender as necessidades do contratante. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os softwares AutoCAD-2016 da empresa AutoDesk e Lumine-V4 da empresa AutoQi. O software Lumine-V4 foi utilizado para o dimensionamento e desenho das instalações, enquanto o programa AutoCAD-2016 foi utilizado para realização de ajustes nos desenhos. (Figura 52)

Figura 52: Projeto elétrico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

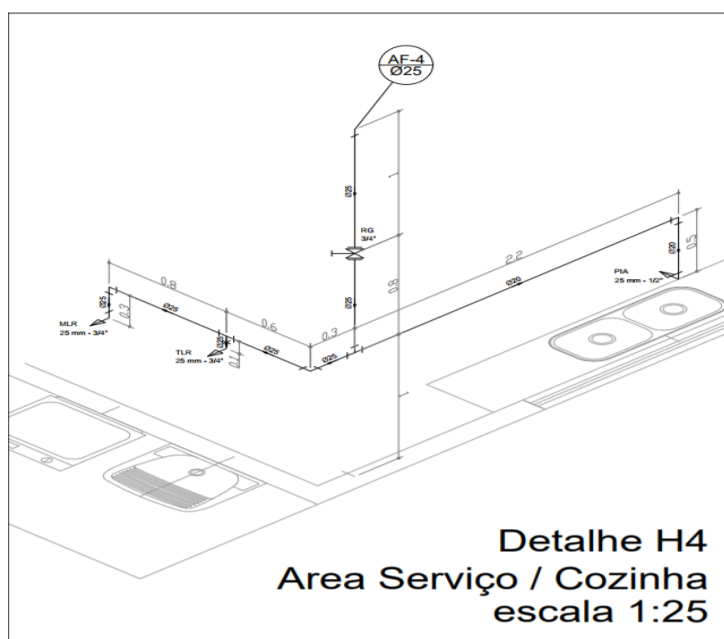
O dimensionamento realizado pelo software foi devidamente conferido e ajustado conforme as normas pertinentes. As especificações e cálculos estão expostos no memorial descritivos (Anexo B).

### 6.5.2 Projetos hidrossanitarios

Os projetos de instalações hidráulicas foram feitos em conformidade com às normas vigentes da ABNT, leis e decretos municipais, estaduais e federais para as edificações. Os projetos de maneira geral visão proporcionar conforto e atender as necessidades do contratante.

Para o desenvolvimento dos projetos foram utilizados os softwares AutoCAD-2016 da empresa AutoDesk e Hydros-V4 da empresa AutoQi. O software Hydros-V4 foi utilizado para o dimensionamento e desenho das instalações, enquanto o programa AutoCAD-2016 foi utilizado para realização de ajustes nos desenhos. (Figura 53)

Figura 53: Instalações hidrossanitarios



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Os dimensionamentos realizados pelo software Hydros-V4 foram devidamente conferidos e ajustados com base nas normas pertinentes. As especificações e cálculos estão expostos no memorial descritivos nos anexo C.

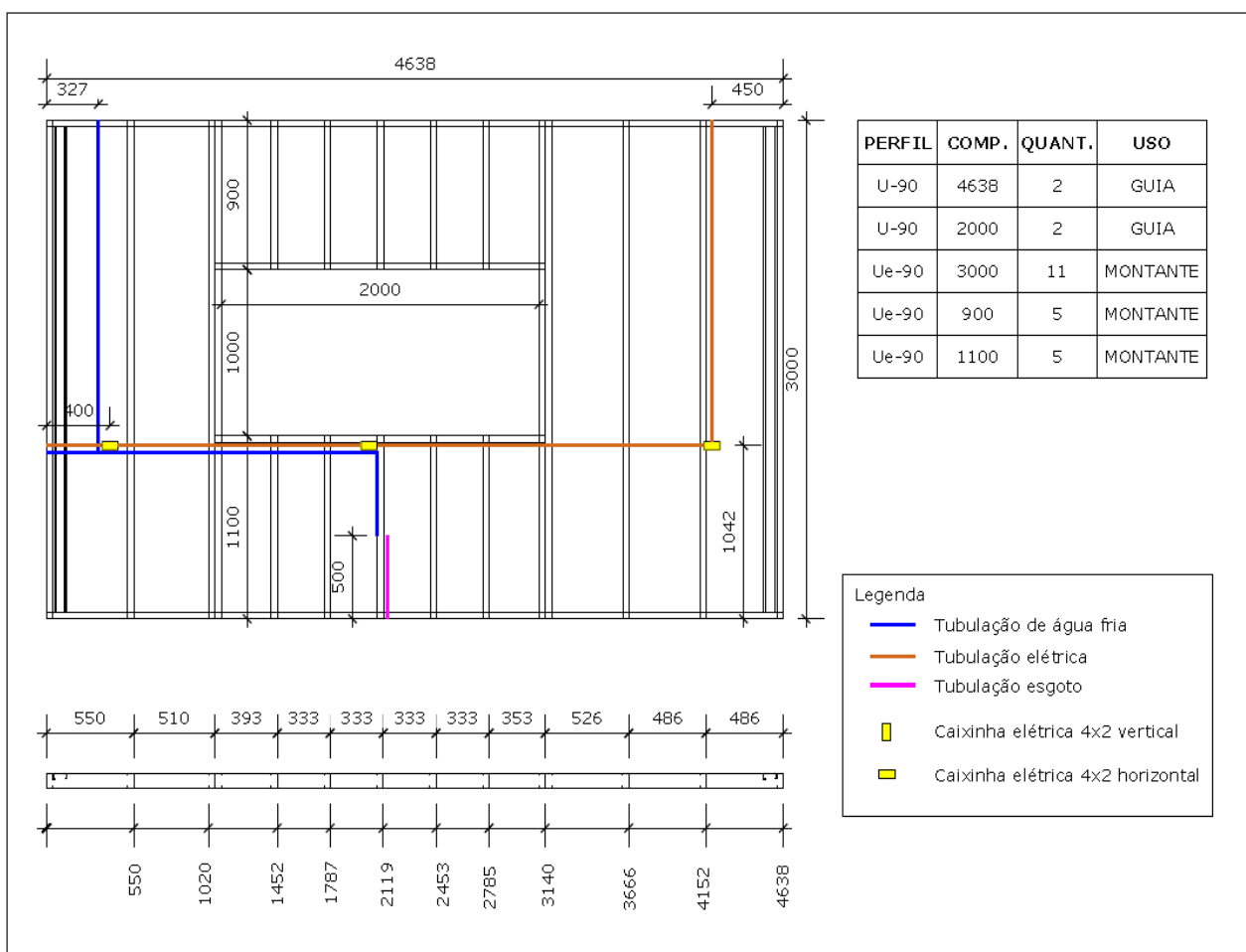
## 6.6 Compatibilização Do Projeto

Como visto no referencial teórico, uma das vantagens do sistema LSF é a liberdade de projeto, porém há outra vantagem de grande importância para o canteiro de obras, relacionado a compatibilização do projeto.

Por se tratar de peças industrializadas, logo no projeto, já é possível identificar por onde as tubulações hidráulicas e elétricas irão passar, com isso se torna possível já perfurar os locais indicados no projeto, evitando o trabalho manual no canteiro de obras, e acima de tudo servindo como orientador para os instaladores, pois contém todo o caminho da tubulação em cada parede da residência.

Na figura 54 é demonstrado um exemplo de compatibilização de uma parede. O software utilizado foi o Layout 2017.

Figura 54: Compatibilização do projeto – Painel térreo 21



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

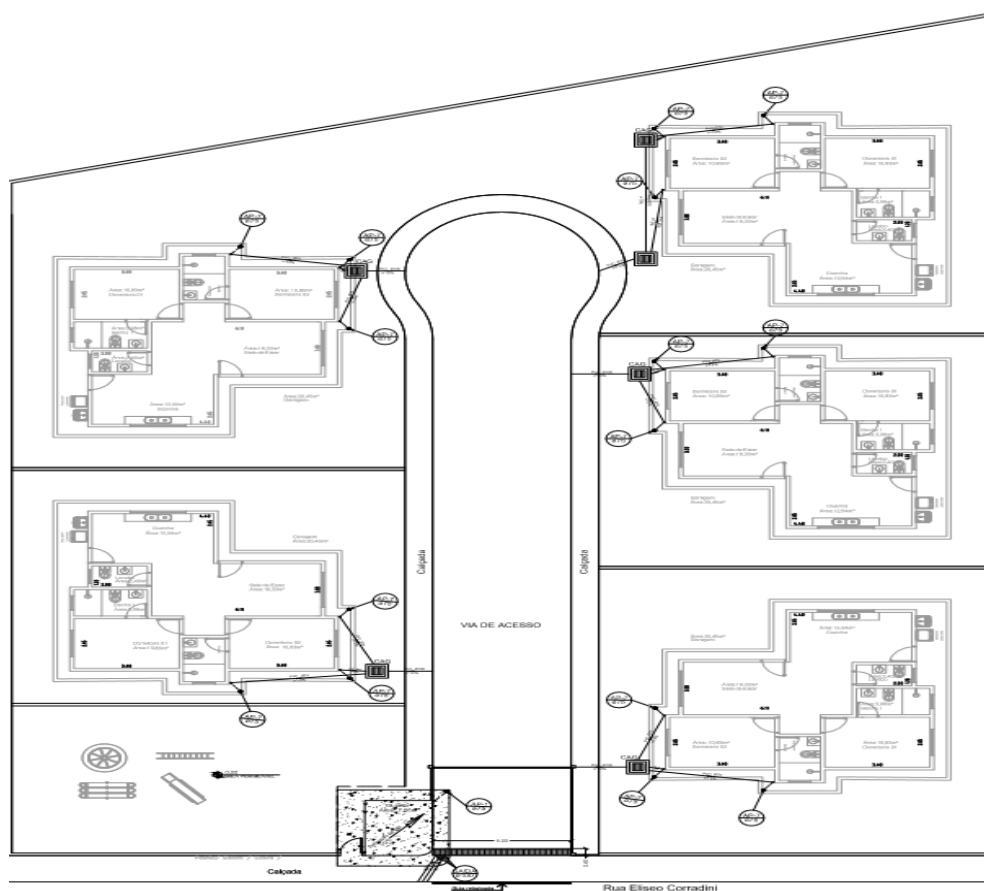
No anexo E, é apresentado um manual de montagem do LSF, que serve como base para a execução no canteiro de obras. É válido salientar que consta nesse manual cada parede da edificação baseado na modulação elaborada, constando todas as tubulações (água fria, elétrica e esgoto), proporcionando maior segurança e orientação para que estiver executando a obra.

## 6.7 Microdrenagem

O dimensionamento da microdrenagem foi feita a partir da equação da chuva da cidade de Bragança-PTA / SP. O escoamento da água proveniente das áreas impermeáveis tais como cobertura, calçamento e leito carroçável, é direcionado a sarjeta e posteriormente descartados em rede pública.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o software AutoCAD-2016 da empresa Autodesk no qual foram realizados os desenhos. (Figura 55)

Figura 55: Micro drenagem



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O dimensionamento realizado foi feito conforme as normas pertinentes. As especificações e cálculos estão expostos no memorial descritivos no anexo C.

## 6.8 Análise Orçamentaria

Com base nos projetos elaborados, realizou-se o orçamento com a técnica de composição de preços, com o auxílio da composição de custo da TCPO 14 (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) da empresa PINI e o sistema Gerador de preços Brasil (disponível na internet de forma gratuita) da empresa Cype Ingenieros S.A. O resultado obtido é apresentado de forma resumida na tabela 16, e sua EAP completa se encontra nas Tabelas 13,14 e 15. As premissas utilizadas para leis sociais e BDI foram respectivamente 120% e 30%, valores estes já considerados nas contas de cada composição, como observado na tabela 17.

Tabela 13: Planilha EAP completa. (Parte 1)

Código	Descrição	Un.	Qtde	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)	Peso (%)
<b>01</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>R\$ 3.546,35</b>	
02.001.000010.SER	Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	un	1,00	1563,51	R\$ 1.563,51	1,29%
02.001.000009.SER	Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	un	1,00	1982,84	R\$ 1.982,84	1,63%
<b>02</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>				<b>R\$ 7.517,93</b>	
02.004.000001.SER	Locação da obra, execução de gabarito	m²	77,00	5,86	R\$ 451,22	0,37%
esc radier	Sistema de escoramento e fôrmas para radier	m³	6,93	33,52	R\$ 232,29	0,19%
radier	FUNDAÇÃO (RADIÉR h=9cm)	m³	6,93	986,21	R\$ 6.834,42	5,63%
<b>03</b>	<b>SUPERESTRUTURA</b>				<b>R\$ 24.055,11</b>	
05.125.8.15_1.SER	STEEL FRAME para parede interna , fechamento em gesso acartonado para ambiente seco	m²	13,83	88,14	R\$ 1.218,96	1,00%
05.125.8.15_2.SER	umido	m²	52,83	107,55	R\$ 5.681,90	4,68%
05.125.8.15_3.SER	STEEL FRAME para parede externa , fechamento em placa cimenticia	m²	117,54	116,91	R\$ 13.741,65	11,32%
NAP021	Isolamento térmico em parede de placas de gesso acartonado.	m²	184,20	18,53	R\$ 3.412,60	2,81%
<b>04</b>	<b>COBERTURA</b>				<b>R\$ 22.574,06</b>	
05.125.8.15_3.SER	STEEL FRAME para parede externa , fechamento em placa cimenticia - platibanda	m²	23,52	116,91	R\$ 2.749,73	
<b>RTC015</b>	Forro contínuo de placas de gesso acartonado.	m²	77,00	59,83	R\$ 4.606,60	3,79%
11.002.000005.SER	Isolamento térmico em laje ou piso empregando vermiculita aglomerada	m²	77,00	51,77	R\$ 3.986,38	3,28%
10.006.000008.SER	IMPERMEABILIZAÇÃO de floreira com manta asfáltica à base de polímeros especiais, espessura da manta: 4mm - VIAPOL LAJE POLIÉSTER	m²	77,00	47,03	R\$ 3.621,62	2,98%
11.002.000009.SER	Isolamento térmico em laje ou piso empregando manta de fibra de vidro, e=5 cm	m²	77,00	23,24	R\$ 1.789,59	1,47%
11	Placa OSB Forro	m²	77,00	75,59	R\$ 5.820,13	4,79%
<b>05</b>	<b>ESQUADRIAS</b>				<b>R\$ 9.731,85</b>	
12.003.000031.SER	Janela de alumínio 1,00 x 1,50 m, de correr, com três folhas, com vidro liso	un	2,00	967,16	R\$ 1.934,32	1,59%
12.003.000020.SER	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	un	2,00	1385,91	R\$ 2.771,82	2,28%
12.003.000024.SER	Janela de alumínio 0,80 x 0,80 m, basculante (vitro) com uma seção, com vidro cancelado	un	3,00	127,16	R\$ 381,48	0,31%
12.004.000027.SER	Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un	3,00	659,57	R\$ 1.978,71	1,63%
12.004.000028.SER	Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un	4,00	666,38	R\$ 2.665,52	2,20%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 14: Planilha EAP completa. (Parte 2)

Código	Descrição	Un.	Qtde	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)	Peso (%)
<b>06</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				<b>R\$ 15.890,27</b>	
<b>06.01</b>	<b>ÁGUA FRIA</b>				<b>R\$ 1.984,07</b>	
13.005.000001.SER	Reservatório d'água cilíndrico de fibra de vidro capacidade 500 litros	un	1,00	737,28	R\$ 737,28	0,61%
13.007.000099.SER	Tubo de PVC soldável Ø 20 mm	m	25,91	5,06	R\$ 131,16	0,11%
13.007.000100.SER	Tubo de PVC soldável Ø 25 mm	m	6,19	6,32	R\$ 39,09	0,03%
13.002.000538.SER	Joelho 90° soldável de PVC azul com rosca metálica Ø 20 mm x 1/2"	un	14,00	11,03	R\$ 154,45	0,13%
13.002.000142.SER	Joelho 90° de CPVC Ø 22 mm	un	8,00	6,75	R\$ 54,02	0,04%
13.002.000143.SER	Joelho 90° de CPVC Ø 28 mm	un	2,00	9,74	R\$ 19,48	0,02%
13.002.000540.SER	Joelho 90° soldável de PVC azul com rosca metálica Ø 25 mm x 3/4"	un	2,00	12,24	R\$ 24,48	0,02%
13.002.000643.SER	Joelho 90° soldável/rosca de PVC marrom Ø 25 mm x 3/4"	un	1,00	8,90	R\$ 8,90	0,01%
13.004.000001.SER	Registro de esfera em PVC roscável, Ø 1/2"	un	2,00	21,39	R\$ 42,78	0,04%
13.004.000013.SER	Registro de gaveta bruto Ø 15 mm (1/2")	un	1,00	56,07	R\$ 56,07	0,05%
13.002.000563.SER	Adaptador soldável de PVC marrom, curto para registro Ø 20 mm x 1/2"	un	13,00	4,23	R\$ 54,99	0,05%
13.002.000564.SER	Adaptador soldável de PVC marrom, curto para registro Ø 25 mm x 3/4"	un	2,00	4,23	R\$ 8,46	0,01%
13.002.000549.SER	Adaptador soldável de PVC marrom com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	un	1,00	11,37	R\$ 11,37	0,01%
13.002.000603.SER	Cap (tampão) soldável de PVC marrom Ø 20 mm	un	3,00	2,09	R\$ 6,27	0,01%
13.002.000604.SER	Cap (tampão) soldável de PVC marrom Ø 25 mm	un	1,00	2,42	R\$ 2,42	0,00%
13.002.000670.SER	Luva soldável/rosca de PVC marrom Ø 20 mm x 1/2"	un	2,00	5,58	R\$ 11,16	0,01%
13.002.000686.SER	Tê 90° soldável de PVC marrom Ø 20 mm	un	8,00	6,93	R\$ 55,41	0,05%
13.002.000687.SER	Tê 90° soldável de PVC marrom Ø 25 mm	un	2,00	7,24	R\$ 14,48	0,01%
13.004.000014.SER	Registro de gaveta com canopla Ø 15 mm (1/2")	un	3,00	91,56	R\$ 274,68	0,23%
13.004.000015.SER	Registro de gaveta com canopla Ø 20 mm (3/4")	un	1,00	98,04	R\$ 98,04	0,08%
13.004.000031.SER	Registro de pressão com canopla Ø 15 mm (1/2")	un	2,00	89,55	R\$ 179,09	0,15%
<b>06.02</b>	<b>ESGOTO</b>				<b>R\$ 5.744,46</b>	
13.008.000094.SER	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 50 mm	m	35,00	28,98	R\$ 1.014,30	0,84%
13.008.000098.SER	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 100 mm	m	32,00	96,52	R\$ 3.088,64	2,54%
14.002.000103.SER	Adaptador roscável de PVC para sifão, Ø 40 mm x 1 1/4"	un	5,00	20,32	R\$ 101,61	0,08%
14.001.000005.SER	Caixa de gordura de polietileno, Ø 50 x 100 mm	un	1,00	338,60	R\$ 338,60	0,28%
14.001.000006.SER	Caixa de inspeção de polietileno, Ø 100 mm	un	4,00	259,37	R\$ 1.037,48	0,85%
14.001.000009.SER	Caixa sifonada de PVC com grelha branca, 100 x 100 x 50 mm	un	3,00	30,73	R\$ 92,19	0,08%
14.001.000026.SER	Ralo de PVC rígido seco, 100 x 50 x 40 mm	un	3,00	23,88	R\$ 71,64	0,06%
<b>06.03</b>	<b>PLUVIAL</b>				<b>R\$ 2.237,63</b>	1,84%
09.001.000011.SER	Calha de chapa galvanizada n° 24 desenvolvimento 25 cm	m	15,00	47,17	R\$ 707,55	0,58%
09.001.000025.SER	Rufo de chapa de aço galvanizado n° 24 desenvolvimento 25 cm	m	15,00	30,00	R\$ 450,00	0,37%
14.001.000018.SER	Grelha hemisférica de ferro fundido Ø 100 mm (4")	un	1,00	18,36	R\$ 18,36	0,02%
13.008.000098.SER	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 100 mm	m	11,00	96,52	R\$ 1.061,72	0,87%
<b>06.04</b>	<b>LOUÇAS, METAIS E APARELHOS</b>				<b>R\$ 5.924,11</b>	4,88%
26.001.000004.SER	Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios	un	3,00	338,46	R\$ 1.015,38	0,84%
26.010.000013.SER	Lavatório de louça de embutir (cuba), com torneira de pressão e acessórios	un	3,00	459,78	R\$ 1.379,34	1,14%
26.018.000017.SER	Saboneteira de louça 7,5 x 15 cm	un	3,00	48,81	R\$ 146,43	0,12%
26.015.000014.SER	Porta-papel de louça branca ou em cores	un	3,00	59,28	R\$ 177,84	0,15%
26.016.000015.SER	Porta-toalha de louça branca ou em cores	un	3,00	62,26	R\$ 186,78	0,15%
26.013.000001.SER	Pia de cozinha de aço inoxidável, cuba dupla, 2,00 x 0,54 m	un	1,00	1391,94	R\$ 1.391,94	1,15%
26.019.000004.SER	Tanque de louça com coluna	un	1,00	632,08	R\$ 632,08	0,52%
26.020.000019.SER	Torneira de pressão metálica para pia	un	2,00	311,79	R\$ 623,58	0,51%
26.020.000020.SER	Torneira de pressão metálica para uso geral	un	3,00	123,58	R\$ 370,74	0,31%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 15: Planilha EAP completa. (Parte 3)

Código	Descrição	Un.	Qtd	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)	Peso (%)
<b>7</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				<b>R\$ 10.039,89</b>	<b>8,27%</b>
16.001.000009.SER	Entrada de energia em poste particular da edificação com potência instalada de 10 a 15 KW	un	1,00	1167,37	R\$ 1.167,37	0,96%
16.009.000007.SER	Quadro de distribuição de luz em PVC de embutir, até 8 divisões modulares, dimensões externas 160 x 240 x 89 mm	un	1,00	160,26	R\$ 160,26	0,13%
16.007.000011.SER	Interruptor, uma tecla simples 10 A - 250 V	un	6,00	12,28	R\$ 73,68	0,06%
16.007.000009.SER	Interruptor, uma tecla dupla bipolar simples 10 A - 250 V	un	1,00	33,39	R\$ 33,39	0,03%
16.007.000007.SER	Interruptor, três teclas simples 10 A - 250 V	un	1,00	24,01	R\$ 24,01	0,02%
16.007.000019.SER	Placa (espelho) para caixa, 4x2	un	20,00	4,81	R\$ 96,15	0,08%
16.007.000022.SER	Tomada universal dois pólos 10 A - 250 V	un	20,00	12,89	R\$ 257,71	0,21%
16.008.000021.SER	Pendente ou plafonier com globo leitoso e lâmpada de 100 W	un	14,00	38,27	R\$ 535,78	0,44%
16.008.000013.SER	Luminária fluorescente completa comercial com 2 lâmpada de 40 W, tipo calha de sobrepor	un	10,00	120,21	R\$ 1.202,10	0,99%
16.007.000021.SER	Tomada dois pólos mais terra 20 A - 250 V	un	20,00	25,18	R\$ 503,60	0,41%
16.011.000059.SER	Eletroduto de PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m	150,00	6,73	R\$ 1.009,50	0,83%
16.006.000108.SER	Fio isolado de PVC seção 2,5 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C	m	39,40	4,45	R\$ 175,33	0,14%
16.006.000109.SER	Fio isolado de PVC seção 4 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C	m	29,50	5,36	R\$ 158,12	0,13%
16.006.000107.SER	Fio isolado de PVC seção 1,5 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C	m	149,10	4,39	R\$ 655,15	0,54%
16.006.000110.SER	Fio isolado de PVC seção 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C	m	262,80	5,99	R\$ 1.574,28	1,30%
16.006.000111.SER	Fio isolado de PVC seção 10 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C	m	38,90	8,56	R\$ 332,98	0,27%
16.003.000062.SER	Caixa de ligação de PVC para eletroduto flexível, retangular, dimensões 4 x 2"	un	20,00	6,84	R\$ 136,86	0,11%
16.003.000066.SER	Caixa de ligação de PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante, dimensões 3 x 3"	un	11,00	8,56	R\$ 94,21	0,08%
16.002.000051.SER	Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	un	1,00	82,29	R\$ 82,29	0,07%
16.002.000044.SER	Disjuntor monopolar termomagnético de 10 A em quadro de distribuição	un	4,00	20,30	R\$ 81,20	0,07%
16.002.000047.SER	Disjuntor monopolar termomagnético de 25 A em quadro de distribuição	un	3,00	20,34	R\$ 61,02	0,05%
16.002.000046.SER	Disjuntor monopolar termomagnético de 20 A em quadro de distribuição	un	2,00	20,30	R\$ 40,60	0,03%
16.002.000011.SER	Chave seccionadora tripolar 25 A, manobra com carga, acionamento frontal rotativo, montado na porta do quadro de distribuição	un	9,00	176,03	R\$ 1.584,30	1,30%
<b>8</b>	<b>REVESTIMENTO</b>				<b>R\$ 17.506,52</b>	
<b>08.01</b>	<b>PISOS</b>				<b>R\$ 16.728,82</b>	
04.012.000007.SER	Lastro de concreto, incluindo preparo de caixa, e = 5 cm	m <sup>2</sup>	133,00	33,52	R\$ 4.458,16	3,67%
22.014.000006.SER	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia peneirada espessura: 3 cm / traço: 1:3	m <sup>2</sup>	133,00	26,32	R\$ 3.500,56	2,88%
22.003.000003.SER	Piso cerâmico esmaltado assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante dimensão: 30 x 30 cm	m <sup>2</sup>	77,00	45,02	R\$ 3.466,54	2,86%
22.003.000009.SER	Rodapé cerâmico assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante (altura: 8 cm)	m	64,53	20,30	R\$ 1.309,96	1,08%
23.001.000001.SER	Azulejo assentado com cola especial à base de PVA, juntas a prumo	m <sup>2</sup>	80,00	49,92	R\$ 3.993,60	3,29%
<b>08.02</b>	<b>TEIO</b>				<b>R\$ 777,70</b>	<b>0,64%</b>
24.003.000007.SER	Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m <sup>2</sup>	77,00	10,10	R\$ 777,70	0,64%
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>				<b>R\$ 9.360,63</b>	<b>7,71%</b>
24.003.000019.SER	Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	193,59	15,60	R\$ 3.020,00	2,49%
24.003.000007.SER	Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m <sup>2</sup>	193,59	10,10	R\$ 1.955,26	1,61%
24.003.000011.SER	Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	m <sup>2</sup>	137,13	13,29	R\$ 1.822,46	1,50%
24.003.000001.SER	Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	137,13	16,37	R\$ 2.244,82	1,85%
24.101.000090.SER	Pintura com verniz em esquadria de madeira, com três demãos	m <sup>2</sup>	11,13	28,58	R\$ 318,10	0,26%
<b>10</b>	<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>				<b>R\$ 1.196,86</b>	<b>0,99%</b>
32.109.000200.SER	Limpeza geral da edificação	m <sup>2</sup>	77,00	13,02	R\$ 1.002,54	0,83%
32.003.000001.SER	Carga manual de entulho em caminhão basculante	m <sup>3</sup>	7,00	27,76	R\$ 194,32	0,16%
<b>Valor total da obra</b>					<b>R\$ 121.419,48</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



Tabela 16: Planilha orçamentaria resumida

<b>Planilha Orçamentaria - Steel frame</b>		
<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Preço total</b>
01	Serviços Preliminares	<b>3.546,35</b>
02	Infraestrutura	<b>7.517,93</b>
03	Superestrutura	<b>24.055,11</b>
04	Cobertura	<b>22.574,06</b>
05	Esquadrias	<b>9.731,85</b>
06	Instalação Hidráulica	<b>15.890,27</b>
07	Instalação Elétrica	<b>10.039,89</b>
08	Revestimento	<b>17.506,52</b>
09	Pintura	<b>9.360,63</b>
10	Serviços Complementares	<b>1.196,86</b>
<b>Valor total da obra (R\$)</b>		<b>121.419,48</b>
<b>Preço do m<sup>2</sup> (R\$)</b>		<b>1.576,88</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 17: Exemplo de composição de preço

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade de Medida</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unit (R\$)</b>	<b>Total parcial (R\$)</b>	<b>Consumo (R\$)</b>
05.125.8.15._1 SER	<i>STEEL FRAME para parede interna , fechamento em gesso acartonado para ambiente seco, espaçamento entre os perfis verticais de 40 cm</i>	m <sup>2</sup>					88,14
01270.0.1.1	Ajudante Steel Frame	h	MOD	0,10	4,85	0,49	0,10
01270.0.33.1	Montador Steel Frame	h	MOD	0,50	5,90	2,95	0,50
04840.3.2.6	Painel de gesso acartonado - com bordas rebaixadas para locais secos (espessura: 12,5mm/comp. 2,40m/larg 1,20m)	un	MAT	2,06	10,37	21,36	2,06
04840.3.5.2	Parafuso GN 25, autoperfurante e auto-atarraxante para gesso acartonado	un	MAT	30,00	0,02	0,60	30,00
04840.3.6.2	Massa em pó para tratamento de juntas em chapas de gesso acartonado	Kg	MAT	0,87	1,10	0,96	0,87
05060.3.76._1	Perfil tipo "U", guia em aço galvanizado para STEEL FRAME (largura montante 90mm)	m	MAT	0,80	9,63	7,70	0,80
05060.3.76._2	Perfil tipo "C", guia em aço galvanizado para STEEL FRAME (largura montante 90mm)	m	MAT	2,75	10,43	28,68	2,75
09780.3.5.1	Fita de papel microperfurado para tratamento de junta em gesso acartonado (larg fita 50mm)	m	MAT	3,00	0,30	0,90	3,00
09780.3.6.1	Fita para isolamento acustico á base de resina auto-adesiva para paredes de gesso acartonado	m	MAT	1,83	0,02	0,04	1,83
<b>Total s/ Taxa (Unit.) :</b>							<b>63,68</b>
<b>Valor LS (120%) :</b>							<b>4,12</b>
<b>Valor BDI (30%) :</b>							<b>20,34</b>
<b>Valor Total c/ Taxa :</b>							<b>88,14</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Com o objetivo de comparar o desempenho econômico do LSF, foi utilizado o CUB (Custo Unitário Básico da Construção Civil) de setembro de 2017. Levando-se em consideração as particularidades da composição do CUB constantes na Norma ABNT NBR 12721:2006, podem ser destacados a exclusão do valor do terreno, o valor do BDI e a fundação.

Sendo assim, para se aproximar de uma comparação mais justa, foi incorporado ao CUB o valor da fundação, que de acordo com o apresentado no item de fundação, foi considerado um Radier de 15 cm, sendo utilizado para o LSF 9 cm. Há uma orientação de não se utilizar o CUB por si só como orçamento para as edificações, porém pode ser utilizado como um primeiro valor para estudo de viabilidade a título de comparação. Sendo assim, os valores a serem comparados são descritos na tabela 18.

Tabela 18: Comparação por m<sup>2</sup> LSFxCUB

LSF (R\$)	CUB + Fundação (R\$)
1.576,88	1.383,26

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O resultado demonstra que o custo do LSF possui uma diferença superior de 12,28% em relação ao CUB, ficando com valor total de R\$ 982.555,10 para o CUB e R\$ 1.057.098,80 para o LSF. Porém é preciso realizar uma análise econômica mais aprofundada para poder evidenciar sua aplicabilidade em um projeto de investimento. Para isso realizou-se um quadro comparativo com o valor do investimento dentre os dois sistemas e buscou-se analisar com as ferramentas financeira VPL e TIR os resultados dessa análise.

Para a simulação dos desembolsos mensais, foi utilizado a curva S 50% para os dois casos, conforme anexo D. A unidade de medida de tempo utilizada foi semanal, a fim de se distribuir de uma forma melhor perante a curva S. A determinação do prazo de LSF se deu baseada em estudos já realizados e descritos no referencial teórico, utilizando assim 60% de economia no prazo em relação a uma obra convencional. O valor de venda do projeto final é o mesmo para os dois sistemas, fixados no valor de R\$1.350.000,00 (R\$ 270.000,00 por residência) com recebimento integral ao final da construção. Este valor de venda é superior ao colocado no orçamen-

to devido ao valor do terreno, e também a infraestrutura do condomínio que não foi calculada. Outras premissas adotadas são a construção de uma residência quando a anterior estiver em 50% do seu cronograma para ambos os sistemas e taxa de retorno admitida é de 1%. Nas tabelas 19, 20 e 21 são demonstradas a simulação realizada.

Tabela 19: Análise financeira CUB – Parte 1

Análise viabilidade de projeto - Sistema Convencional (CUB)						
Semana	Previsão de desembolso Casa 1	Previsão de desembolso Casa 2	Previsão de desembolso Casa 3	Previsão de desembolso Casa 4	Previsão de desembolso Casa 5	Desembolso Total Semanal (R\$)
0	450.000,00					- 450.000,00
1	426,04					- 426,04
2	1.065,11					- 1.065,11
3	2.023,71					- 2.023,71
4	3.195,33					- 3.195,33
5	4.579,97					- 4.579,97
6	6.390,66					- 6.390,66
7	8.414,37					- 8.414,37
8	10.012,03					- 10.012,03
9	10.757,61					- 10.757,61
10	10.864,12	426,04				- 11.290,16
11	10.544,58	1.065,11				- 11.609,69
12	9.692,50	2.023,71				- 11.716,20
13	8.201,34	3.195,33				- 11.396,67
14	6.497,17	4.579,97				- 11.077,14
15	4.792,99	6.390,66				- 11.183,65
16	3.514,86	8.414,37				- 11.929,23
17	2.449,75	10.012,03				- 12.461,78
18	213,02	10.757,61				- 10.970,63
19	2.343,24	10.864,12	426,04			- 13.633,40
20	532,55	10.544,58	1.065,11			- 12.142,25
21		9.692,50	2.023,71			- 11.716,20
22		8.201,34	3.195,33			- 11.396,67
23		6.497,17	4.579,97			- 11.077,14
24		4.792,99	6.390,66			- 11.183,65
25		3.514,86	8.414,37			- 11.929,23
26		2.449,75	10.012,03			- 12.461,78

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 20: Análise financeira CUB – Parte 2

Análise viabilidade de projeto - Sistema Convencional (CUB)						
Semana	Previsão de desembolso Casa 1	Previsão de desembolso Casa 2	Previsão de desembolso Casa 3	Previsão de desembolso Casa 4	Previsão de desembolso Casa 5	Desembolso Total Semanal (R\$)
27		213,02	10.757,61			- 10.970,63
28		2.343,24	10.864,12	426,04		- 13.633,40
29		532,55	10.544,58	1.065,11		- 12.142,25
30			9.692,50	2.023,71		- 11.716,20
31			8.201,34	3.195,33		- 11.396,67
32			6.497,17	4.579,97		- 11.077,14
33			4.792,99	6.390,66		- 11.183,65
34			3.514,86	8.414,37		- 11.929,23
35			2.449,75	10.012,03		- 12.461,78
36			213,02	10.757,61		- 10.970,63
37			2.343,24	10.864,12	426,04	- 13.633,40
38			532,55	10.544,58	1.065,11	- 12.142,25
39				9.692,50	2.023,71	- 11.716,20
40				8.201,34	3.195,33	- 11.396,67
41				6.497,17	4.579,97	- 11.077,14
42				4.792,99	6.390,66	- 11.183,65
43				3.514,86	8.414,37	- 11.929,23
44				2.449,75	10.012,03	- 12.461,78
45				213,02	10.757,61	- 10.970,63
46				2.343,24	10.864,12	- 13.207,36
47				532,55	10.544,58	- 11.077,14
48					9.692,50	- 9.692,50
49					8.201,34	- 8.201,34
50					6.497,17	- 6.497,17
51					4.792,99	- 4.792,99
52					3.514,86	- 3.514,86
53					2.449,75	- 2.449,75
54					213,02	- 213,02
55					2.343,24	- 2.343,24
56					532,55	- 532,55
				Recebimento		1.350.000,00
	<b>Prazo da Obra</b>	<b>1 ano e 2 meses</b>		<b>Análise Financeira</b>	<b>VPL</b>	<b>-R\$ 90.172,18</b>
					<b>TIR</b>	<b>0,75%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 21: Análise financeira LSF

Análise viabilidade de projeto - Sistema LSF						
Semana	Previsão de desembolso Casa 1	Previsão de desembolso Casa 2	Previsão de desembolso Casa 3	Previsão de desembolso Casa 4	Previsão de desembolso Casa 5	Desembolso Total Semanal (R\$)
0	450.000,00					- 450.000,00
1	2.914,07					- 2.914,07
2	9.956,40					- 9.956,40
3	22.584,02					- 22.584,02
4	30.354,87	2.914,07				- 33.268,94
5	24.890,99	9.956,40				- 34.847,39
6	20.398,47	22.584,02				- 42.982,49
7	7.770,85	30.354,87	2.914,07			- 41.039,78
8	2.549,81	24.890,99	9.956,40			- 37.397,20
9		20.398,47	22.584,02			- 42.982,49
10		7.770,85	30.354,87	2.914,07		- 41.039,78
11		2.549,81	24.890,99	9.956,40		- 37.397,20
12			20.398,47	22.584,02		- 42.982,49
13			7.770,85	30.354,87	2.914,07	- 41.039,78
14			2.549,81	24.890,99	9.956,40	- 37.397,20
15				20.398,47	22.584,02	- 42.982,49
16				7.770,85	30.354,87	- 38.125,72
17				2.549,81	24.890,99	- 27.440,80
18					20.398,47	- 20.398,47
19					7.770,85	- 7.770,85
20					2.549,81	- 2.549,81
21					<b>Recebimento</b>	<b>1.350.000,00</b>
	<b>Prazo da Obra</b>	<b>5 meses</b>		<b>Análise Financeira</b>	<b>VPL</b>	<b>R\$ 97.437,27</b>
				<b>TIR</b>	<b>1,61%</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Como observado nas tabelas, para o sistema convencional adotando o CUB como orçamento o VPL se demonstrou negativo e a TIR não atingiu a taxa de 1%, o que levaria o investidor a não optar pelo projeto. Já para o LSF, esses resultados foram positivos, demonstrando que devido ao curto prazo de realização da obra, o projeto se torna atrativo e viável.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho, possibilitou demonstrar as etapas de concepção para uma edificação no sistema LSF, desde seu projeto arquitetônico até seu dimensionamento. O tempo de construção de cinco meses, demonstra que o sistema LSF é produtivo, e que a escolha de um empreendimento do tipo condomínio vila se justifica, pois além de não demandar um tempo maior de construção, traz aos compradores a sensação de segurança, adicionando atrativos intrínsecos para os possíveis compradores.

Observa-se a liberdade na criação do projeto, sem impedimento arquitetônico, como observado em alguns sistemas conhecidos como alvenaria estrutural, entre outros. Este quesito é relevante, pois possibilita adequar qualquer projeto para o sistema LSF, mesmo que não elaborado já com a intenção de optar por este sistema. As instalações prediais (hidráulica e elétrica) desenvolveram-se de forma que não ofereceram problemas ao projetista, uma vez que podem ser alocadas de acordo com a necessidade do projeto, trazendo maior tranquilidade na compatibilização.

O dimensionamento da fundação devido ao peso da estrutura ser mais leve que a de uma construção convencional, resultou em cargas atuantes no solo significativamente menores, tornando-se um atrativo na escolha deste sistema, uma vez que possibilita o engenheiro trabalhar com a fundação do tipo rasa, quando o terreno também suporta tal tensão, o que traz economia financeira e rapidez na execução desta etapa.

Verificou-se também que o sistema LSF se demonstra um investimento viável, mesmo que seu custo unitário ( $m^2$ ) seja mais elevado. Isso se justifica devido ao seu menor tempo de execução, fazendo com que o retorno do investimento seja mais rápido, tornando resultados como o VPL mais atrativos. Na simulação realizada neste trabalho pode-se observar ainda que para o mesmo projeto, uma construção convencional não se tornaria viável, o que acaba evidenciando ainda mais a aplicabilidade deste sistema construtivo.

Por conseguinte, a maior virtude observada neste sistema, é a racionalização da obra como um todo, pois este sistema por ser industrializado possui um maior

---

controle na qualidade, que somado aos projetos bem elaborados e dimensionados, torna a execução mais eficiente, com menos desperdícios de materiais e menor agressão ao meio ambiente.

A maior produção de estudos e conteúdos sobre novos sistemas como esse, pode ser o início de um processo de transformação do setor da construção, iniciando com o incentivo de pesquisas como essa na faculdade, trazendo novas habilidades aos profissionais recém-formados, e dando ao setor novas possibilidades de construção, aliando a sustentabilidade, agilidade e eficiência construtiva.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. **Builders' Steel Stud Guide**. Washington, DC, out. 1996.

ASSAF, Alexandre Neto. **Matemática Financeira e suas aplicações**. 11ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253: Perfil de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS E CHAPAS DE GESSO - **Abragesso. Manual de montagem de sistemas drywall**. São Paulo: Pini, 2004.

ATOS ARQUITETURA. São Paulo. Disponível em: <<http://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/>>. Acesso em 15 mai 2017.

BELIVAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas aporticado e "light steel framing"**. 2005. 225 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2005

BRAGA, Dilma Bustamante; TRZESNIAK, Piotr. **Sobre a denominação e a classificação das perdas na construção civil**. Mestrado em Engenharia de Produção. Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Disponível em: Acesso em 26 Fev. 2017.

BRASIL. **Lei 4591/64, de 16 de dezembro de 1964. Dispõe sobre condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 dez, 1964, retificado em 01 fev, 1965. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/>>. Acesso em: 23 jun. 2017.



BRASILIT, **Apostila Construção Industrializada.** Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/sites/default/files/treinamentos/pdf/apostila-construcao-industrializada.pdf>>. Acesso em: 22 de out 2017.

CAMPOS, Alessandro de Souza. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 23 mai. 2016

CISER PARAFUSOS E PORCAS – Especificação de produto. **Parafusos para Steel Frame, CISER**, revisão 00, 2005

CONSULSTEEL. **Construcción con acero liviano – Manual de Procedimiento.** Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 1 CD-ROM.

DINIZ, MARIA LUIZA DE ALVARENGA. **Racionalização da Construção.** Rio de Janeiro, 13 de Maio de 2008.

ELHAJJ, Nader R.; CRANDELL, Jay. **Horizontal diaphragm values dor cold-formed steel framing.** Upper Marlboro, MD: National Association of Home Builders (NAHB) 1999.

ELHAJJ Nader; BEILAT, Kevin. **Prescriptive method for residential cold-formed steel framing.** USA: North American Steel Framing Alliance (NASFA), 2000.

Empresa Renato Massano Solução Hídrica - **Dimensionamento das Instalações de Água Fria.** Disponível em: <[http://www.renatomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento\\_das\\_instalacoes.asp](http://www.renatomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento_das_instalacoes.asp)>. Acesso em: 12 de out 17.

Empresa Angular Arquitetura e Construções – Steel Frame Instalações Hidráulicas e Elétricas. Disponível em: <<http://angular.com.br/instalacoeseletricasehidraulicas/>>. Acesso em: 12 de out de 17.

FRAGA, Simone. **A história do steel frame – você conhece?**. Disponível em: <<http://www.tuti.arq.br/blog/historia-do-steel-frame/>>. Acesso em: 23 mai. 2016.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de; SANTIAGO, A. K. **Manual de Construção em Aço. Steel Framing: Arquitetura.**, CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA), 2012.

FREIRE, Carlos. **Análise Comparativa: Custos Estrutura Metálica X Estrutura de Concreto.** Disponível em: <<http://www.madeinsteel.com.br/analise-comparativa-custos-estrutura-metalica-x-estrutura-de-concreto/>>. Acessado em: 10 mar. 2016.

GERADOR DE PREÇOS BRASIL. São Paulo: Cype Ingenieros, S.A. Disponível em: <<http://www.brasil.geradordeprecos.info/>>. Acesso em 10 mar. 2017.

GOMES, Ribamar de Jesus. **Fundações: Analise SPT.** 01 fev. 2016, 30 jul. 2016. Notas de Aula.

JUDICE, F. M. S. **Notas de aula Estruturas de Fundações.** Departamento de Estruturas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

JUNIOR. C.J.P.. **Edifícios de pequeno porte contraventados com perfis de chapa fina de aço.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro 2004.

LAPPONI, Juan C. **Avaliação de Projetos de Investimentos – Modelos em Excel.**São Paulo: Laponi, 1996.

LUCENA, L. F. L.; NEVES, G. A.; NASCIMENTO, J. D.; OLIVEIRA, D. F. **Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no Município de Campina Grande.** In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, 2005.

MILITITSKY, J. **Patologia das fundações.** In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES: PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO, Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 24-25 out. 1989.

NOSSA ENGENHARIA. São Paulo. Disponível em: <<http://nossaengenharia.com.br/wp-content/uploads/2016/01/Radier-2.jpg>>. Acesso em 10 jun 2016.

OLIVEIRA, G. V. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em *light steel framing* e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do**

**Brasil aplicados na construção de casas populares.** Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2012.

PAMPLONA, E. O.; MONTEVECHI, J.A.B., **Apostila do Curso de Engenharia Econômica Avançada.** UNIFEI - Itajubá - MG, 1995.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

RODRIGUES, FRANCISCO CARLOS. **Steel framing: engenharia.** Rio de Janeiro: Aço Brasil /CBCA, 2016.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D.; **Princípios de Administração Financeira.** 2º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANCHES, Alexandre L. **Avaliação Econômica de Projetos de Investimentos em Condições de Incerteza Utilizando Números Triangulares Fuzzy.** Dissertação de Mestrado – Departamento de Produção, UNIFEI, Março 2004.

SANTOS, A. et al. **Método de intervenção para redução de perdas na construção civil.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1996.

SANTOS, Elieber Mateus. **Um Estudo Sobre a Teoria das Opções Reais Aplicada à Análise de Investimentos em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D),** Dissertação de Mestrado – Departamento de Produção, UNIFEI, Novembro 2001.

SCHARFF, Robert. **Residential steel framing handbook.** New York: McGraw Hill, 1996.

TCPO. **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos.** São Paulo: PINI, 2014.

TECHNE. R. **Como construir em steel frame.** Revista Técnica edição 144 Março de 2009

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009

## **ANEXOS**

## **Anexo A – Zoneamento da cidade de Atibaia/SP**

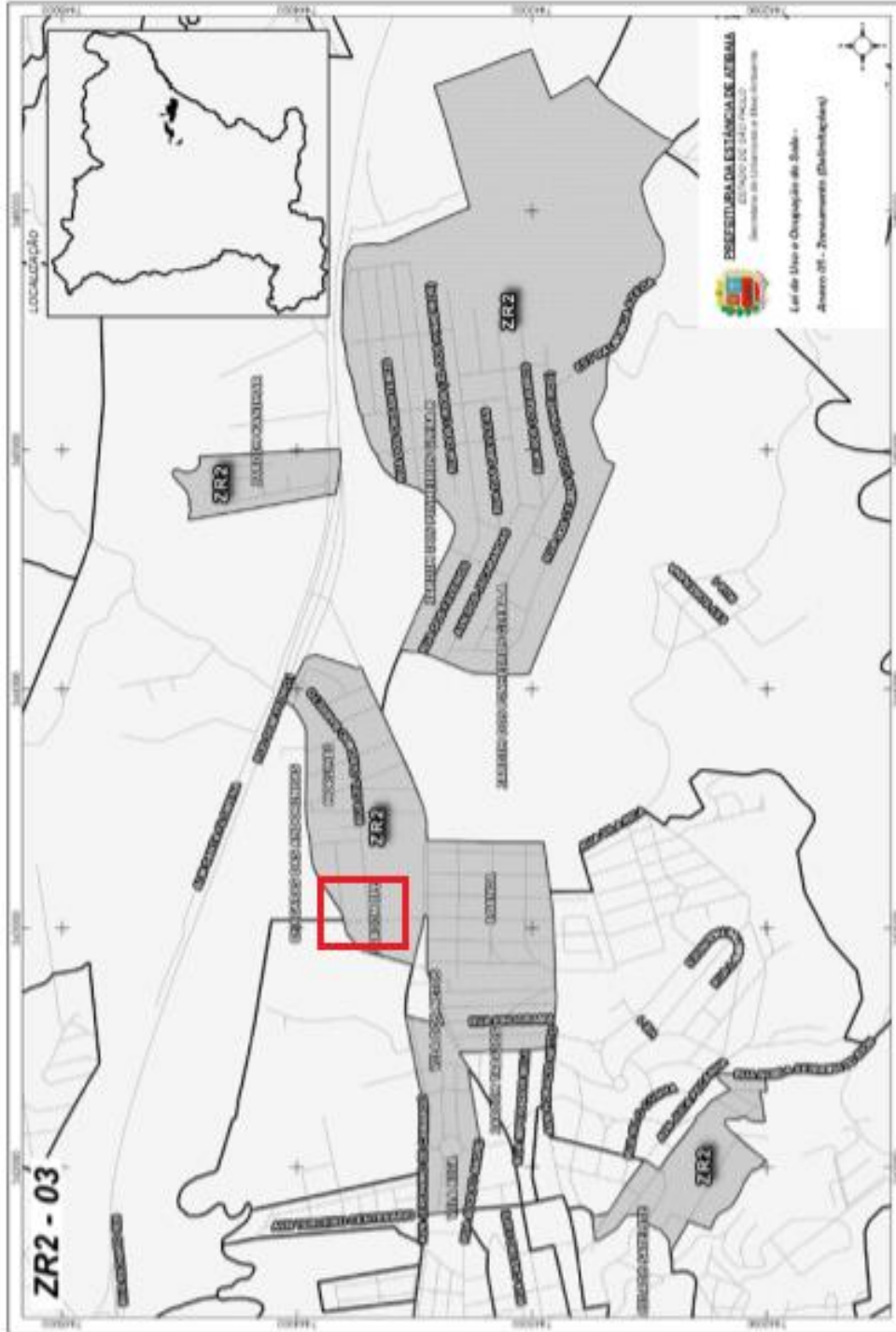
# Imprensa Oficial da Estância de Atibaia

80

Sábado, 15 de agosto de 2015 - nº 1717-Año XIX- Caderno B

www.atibaia.sp.gov.br

## Poder Executivo



## **Anexo B – Memorial Descritivo - Instalações Elétricas.**

## **OBJETIVO**

O presente documento tem por objetivo orientar a execução das instalações elétricas, prestar esclarecimentos e fornecer dados referentes ao projeto, conforme projeto de Instalações elétricas.



## **NORMAS APLICAVÉIS**

Para a execução dos serviços deverão ser observados as exigências das normas abaixo seguindo a planta em anexo.

NBR-5361 Disjuntores de Baixa Tensão

NBR-5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão

NBR-5414 Execução de instalações elétricas de baixa tensão.

NBR-5413 Iluminamento de Interiores e Exteriores

NBR-5419 Sistemas de Aterramento

NBR-5444 Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais

NBR-6147 Plugues e Tomadas para Uso Doméstico.

NBR-6150 Eletrodutos de PVC Rígido.

NBR-6264 Plugues e Tomadas de Uso Doméstico - Funcionamento dos Contato Terra

NBR-6527 Interruptores de Uso Doméstico

NBR-6808 Quadros Gerais de Baixa Tensão.

Os serviços devem ser executados por profissionais qualificados e dirigidos por profissionais que tenha habilitação junto ao CREA, essas medidas visam a qualidade e segurança na execução dos serviços.

## **INSTALAÇÕES ELÉTRICA – MEMORIAL DESCRITIVO**

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o softwar Lumine-V4 da empresa AutoQi. O programa calcula com base nas normas e os dados de entrada fornecidos pelo projetista. Após sua finalização os projetos foram rigorosamente

conferidos afim de atender todas as especificações exigidas em norma. Sendo assim, todo o dimensionamento e distribuição dos pontos de utilização estão calculada de forma correta.

Quando houver discordância entre o projeto e o memorial, deverão ser solicitados esclarecimentos ao profissional responsável pelo projeto antes de prosseguir os serviços.

Quando houver discordância entre o projeto e o memorial, deverão ser solicitados esclarecimentos ao profissional responsável pelo projeto antes de prosseguir os serviços.

### **ENTRADA DE ENERGIA**

A entrada de energia será do transformador instalado ao lado da portaria de entrada do condomínio.

### **MEDIÇÃO**

A medição será efetuada no quadro geral de distribuição localizado ao lado da portaria.

### **ESPECIFICAÇÕES: MATERIAIS E NORMAS DE EXECUÇÃO**

Se o cliente desejar alterar algum tipo de luminária, ou qualquer outro item, deve ser averiguado a potência do aparato a ser substituído, e se a potência for maior do que o anterior, deverá ser refeito o cálculo para redimensionamento de condutores e disjuntores.

### **CAIXAS DE PASSAGEM DE EMBUTIR**

As caixas de embutir, para interruptores, tomadas, luminárias e passagem, serão em PVC, com dimensões em projeto e especificação, sendo, retangulares, octavadas e sextavadas.

Só serão abertos os olhais das caixas onde forem introduzidos eletrodutos.

As caixas deverão estar alinhadas e aprumadas.

## LUMINÁRIAS

As luminárias serão do tipo embutir em forros e/ou laje, a sustentação mecânica destas luminárias deverá ser feita por tirantes apropriados (tirantes de aço ou metálicas, fitas) fixados nas tesouras, laje ou estrutura metálica, de modo a não transmitir ao forro o seu peso próprio. Todos os reatores deverão ser firmemente fixados na cabeça da luminária. Toda suspensão deverá apresentar boa aparência e rigidez mecânica.

As luminárias devem obedecer a descrição abaixo:

Circuito	Descrição	Iluminação (W)	Iluminação (W)	Iluminação (W)	Iluminação (W)
		75	100	150	200
<b>QD1</b>	<b>Quadro Terreo</b>				
1	Lampadas - (sala, cozinha, hall, lava bo e lavanderia)	1	2	4	1
	A		1		
	B		1		
	C			2	
	D			1	
	E			1	
	F				1
	G	1			
2	Lampadas (quartos, ban heiros e hall)		2	4	
	H		1		
	I		1		
	L			2	
	K			2	

## **CONDUTOS (ELETRODUTOS)**

Os circuitos sairão do quadro de distribuição (QD1) através dos eletrodutos de PVC flexível, ou mangueiras corrugadas cor amarela e com anti propagação de chamas e vapores tóxicos.

Estes serão instalados de modo a constituírem uma rede contínua de caixa a caixa, luminária a luminária, no qual os condutores possam a qualquer tempo ser enfiados e removidos sem prejuízo para o isolamento. A ligação das luminárias aos interruptores também será feita por eletrodutos, de mesmo padrão.

As caixas de passagem e eletrodutos deverão formar uma malha rigidamente fixa de tal forma que resistam ao peso dos eletrodutos, fiação, etc. Não é permitido em uma única curva, ângulo superior a 90 graus.

Os eletrodutos deverão ser obstruídos com tampão, logo após a instalação para evitar a entrada de corpos estranhos.

## **TOMADAS E INTERRUPTORES**

Todos as tomadas e interruptores serão para instalação em caixa embutida 4x2".

Todos os interruptores, a sua base deverá ficar a 1.10m do piso acabado tendo a sua face maior na vertical. Quando instalado ao lado de portas, deverá ter 0.20 m a contar da guarnição.

Todas as tomadas, salvo indicação em contrário, a sua base deverá ficar a 0.30 m do piso acabado, tendo a sua face maior na vertical.

As potências das tomadas são indicadas na própria tomada, e aquelas que não forem indicadas, são de 100W.

Os quadros deverão ser instalados conforme projeto. Deverá ser construído por firma especializada, em um modulo (tipo painel), quanto aos Disjuntores.

Com exceção das tomadas de uso específico (TUE) todas as tomadas de energia elétrica serão do tipo 2P + T, 10A / 250V, sobrepostas, com altura de instalação conforme projeto.

## **CONDUTORES**

Todos os condutores serão cabos isolados, salvo indicação em contrário devendo ter características especiais quanto à propagação e auto extinção do fogo.

Os condutores para alimentação da iluminação interna/externa e tomadas, deverão ser do tipo cabo e ter isolamento para 450/750 V, isolamento simples, marca Ficap, Pirelli, ou Furukawa, conforme NBR 7288, com bitola indicada em planta.

Todas as caixas de passagem têm como objetivo facilitar a enfição dos cabos, não podendo haver emendas nos cabos.

Para facilitar a enfição nas tubulações só será permitido o uso de parafina ou talco.

Só serão permitidas emendas dentro de caixas de passagem, devendo ser bem soldadas e isoladas com fita isolante, antichama da 3M ou similar.

Não serão admitidas, em nenhuma hipótese, emendas dentro de eletrodutos. Deverão ser ligados aos barramentos ou bornes das chaves e disjuntores.

Identificação para os cabos:

Fase - preto;

Neutro - azul claro;

Terra (proteção) – verde.

## **CONDUTOR DE PROTEÇÃO (TERRA)**

Todos os circuitos de distribuição são acompanhados por condutores de proteção (terra) sempre de acordo com o projeto. Todos os quadros deverão ter o barramento de terra.

Não poderá em nenhuma ocasião, conectar os condutores neutro e de proteção (terra) nos quadros de Distribuição de cargas geral ou terminal.

Todos os condutores de proteção (terra) são isolados, no interior de eletrodutos, calhas ou outro conduto elétrico, os cabos e fios de proteção deverão ser isolados.

## **QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO**

O Quadro Geral será de embutir, compatível com os padrões DIN/IEC e NEMA/UL. Nele será instalado um disjuntor geral em caixa moldada, com amperagem e especificações conforme projeto, na edificação. Nesse quadro, também serão instalados os disjuntores para a alimentação dos quadros de distribuição.

Os disjuntores para os quadros de distribuição são do padrão NEMA, da General Electric, Eletromar ou similar, padrão DIN/IEC, e sua disposição deve ser de acordo com o Diagrama unifilar e multifilar, expostos no projeto, observando o balanceamento de fases. A dimensão dos barramentos e disjuntores também estão anotados em planta, nos Quadros de Carga.

O Quadro de Distribuição deverá ser devidamente identificado, de forma definitiva e duradoura, em plaqueta acrílica individual e resinada, com a relação do número dos circuitos e o equipamento equivalente. Não podendo ser em papel, fita crepe ou utilizando fita adesiva ou qualquer adesivo que possa ser retirado.

## **ATERRAMENTO ELÉTRICO**

O aterramento do quadro de distribuição virá da área externa indicada em projeto com cabo de 70mm<sup>2</sup>, pelo piso, através de eletroduto de PVC flexível e subirá até o mesmo através de eletroduto e entrará pela parte inferior do mesmo.

Devesse garantir a correta ligação das carcaças dos equipamentos de acordo com a última versão da NB- 3, da ABNT.

## **CONCLUSÃO**

Todos os materiais a serem empregados na execução dos serviços deverão ser de primeira qualidade, obedecendo às especificações, sob pena de impugnação dos mesmos pela Fiscalização.

Deverão ser empregados, para melhor desenvolvimento dos serviços contratados, em conformidade com a realização dos mesmos, todo o equipamento e ferramental adequados. A fiscalização poderá determinar a substituição dos equipamentos e ferramental julgados deficientes, cabendo à contratada providenciar a troca dos mesmos, sem prejuízo no prazo contratado.

A obra será entregue sem instalações provisórias, livre de entulhos ou quaisquer outros elementos que possam impedir a utilização imediata das unidades, devendo a Contratada comunicar, por escrito, à fiscalização, a conclusão dos serviços para que esta possa proceder a vistoria da obra com vistas à aceitação provisória. Todas as superfícies deverão estar impecavelmente limpas.

A fim de que os trabalhos possam ser desenvolvidos com segurança e dentro da boa técnica, cumpre ao instalador o perfeito entendimento das condições atuais dos prédios, das respectivas especificações e do projeto apresentado. Em caso de dúvidas quanto à interpretação das especificações e dos desenhos será sempre consultada a fiscalização, e, se necessário, o autor do projeto, sendo desta o parecer definitivo.

Todos os serviços a serem executados deverão obedecer à melhor técnica vigente, enquadrando-se rigorosamente dentro dos preceitos da NBR 5410, além das normas da concessionária local (REDE/CEMAT).



## **Anexo C - Memorial Descritivo - Instalações Hidrossanitárias.**

## **OBJETIVO**

O presente memorial descritivo tem por objetivo estabelecer as normas e orientar o desenvolvimento da construção das Instalações hidrossanitárias, incluindo aqui os aspectos técnicos e funcionais relacionados ao abastecimento de água, instalações de esgoto e água pluvial, assim como os aspectos relacionados ao projeto de drenagem. Neste aspecto destaca-se que as informações foram unificadas de modo a evitar a duplicidade de informações, o que poderia gerar erros em quantitativos e cálculos em geral.

## **NORMAS APLICÁVEIS**

O presente projeto atende às normas vigentes da ABNT para edificações, leis e decretos municipais, estaduais e federais. Tais requisitos deverão ser atendidos pelo seu executor, que deverá atender ao que está indicado nos projetos.

Para a execução dos serviços deverão ser observados as exigências das normas abaixo seguindo a planta em anexo.

NBR 5626 – Instalação de Água Fria.

NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.

NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

NBR 5688 – Sistemas prediais de água pluvial esgoto sanitário e ventilação – Tubos e Conexões.

NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais.

Os serviços devem ser executados por profissionais qualificados e dirigidos por profissionais que tenha habilitação junto ao CREA, essas medidas visam a qualidade e segurança na execução dos serviços.

## **INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS – MEMORIAL DESCRITIVO**

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o software Lumine-V4 da empresa AutoQi. O programa dimensiona as instalações com base nas normas e nos dados de entrada fornecidos pelo projetista. Após sua finalização os projetos foram rigorosamente conferidos afim de atender todas as especificações exigidas em norma. Sendo assim, todo o dimensionamento e distribuição dos pontos de utilização estão calculada de forma correta.

Quando houver discordância entre o projeto e o memorial, deverão ser solicitados esclarecimentos ao profissional responsável pelo projeto antes de prosseguir os serviços.

### **ÁGUA FRIA**

As instalações de água fria serão realizadas conforme detalhamento do projeto hidrossanitário de água fria. As tubulações serão em PVC soldável, da Tigre ou de marca equivalente técnico, e deverão ser protegidas contra movimentações mecânicas. A tubulação sempre que se apresentar pendurada deverá estar presa por braçadeira ou por fita perfurada.

### **DIMENSIONAMENTO DE ÁGUA FRIA:**

Os cálculos para a distribuição e dimensionamento dos pontos de abastecimento foram feitos com base na NBR 5626-1998, segue abaixo planilha com dados do projeto:

AMBIENTE / APARELHO	Trecho	Soma dos pesos	Vazão Estimada (L/s)	Diâmetro Nominal (mm)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (Mca/m)	Diferença de cota Desce (+) Sobe (-)	Pressão disponível (kPa)
COBERTURA	A-B	1,60	0,379473	20	21,6	0,00103558	0,0000001476472	1	1,00
	B-C	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	0	9,81
	C-D	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	0	9,81
	B-N	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	0	9,81
	N-O	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	0	9,81
	W-Z	3,10	0,528205	25	27,8	0,00087021	0,0000000829230	0	9,81
	Z-A'	3,10	0,528205	25	27,8	0,00087021	0,0000000829230	0	9,81
	A'-B'	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0	9,81
A'-J'	2,40	0,464758	25	27,8	0,00076568	0,0000000651919	0	9,81	
AF-2	D-E	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	2	9,81
T-BANHEIRO 2	E-F	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	0	29,42
CHUVEIRO - BANHEIRO 2	F-G	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	-1,2	29,42
BD/VS/LV - BANHEIRO 2	E-H	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0	29,42
VS - BANHEIRO 2	H-I	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
BD/LV - BANHEIRO 2	H-J	0,40	0,189737	20	21,6	0,00051779	0,0000000401133	0	29,42
BD - BANHEIRO 2	J-K	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	0,7	29,42
LV - BANHEIRO 2	J-L	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0	29,42
LV - BANHEIRO 2	L-M	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
AF-1	O-P	0,80	0,268328	20	21,6	0,00073227	0,0000000769586	2	9,81
T-BANHEIRO 1	P-Q	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	0	29,42
CHUVEIRO - BANHEIRO 1	Q-R	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	-1,2	29,42
BD/VS/LV - BANHEIRO 1	P-S	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0	29,42
VS - BANHEIRO 1	S-T	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
BD/LV - BANHEIRO 1	S-U	0,40	0,189737	20	21,6	0,00051779	0,0000000401133	0	29,42
BD - BANHEIRO 1	U-V	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	0,7	29,42
LV - BANHEIRO 1	U-W	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0	29,42
LV - BANHEIRO 1	W-X	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
AF-3	B'-C'	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	2	9,81
T - LAVABO	C'-D'	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0	29,42
VS - BANHEIRO 2	D'-E'	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
BD/LV - BANHEIRO 2	D'-F'	0,40	0,189737	20	21,6	0,00051779	0,0000000401133	0	29,42
BD - BANHEIRO 2	F'-G'	0,10	0,094868	20	21,6	0,0002589	0,0000000108981	0,7	29,42
LV - BANHEIRO 2	F'-H'	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0	29,42
LV - BANHEIRO 2	H'-I'	0,30	0,164317	20	21,6	0,00044842	0,0000000306088	0,7	29,42
AF-4	J'-K'	2,40	0,464758	25	27,8	0,00076568	0,0000000651919	2	9,81
T - LAVANDERIA E COZINHA	K'-N'	1,70	0,391152	25	27,8	0,00064442	0,0000000471430	0	29,42
TQ/MQ - LAVANDERIA	N'-O'	1,70	0,391152	25	27,8	0,00064442	0,0000000471430	0	29,42
TQ - LAVANDERIA	O'-P'	0,70	0,250998	25	27,8	0,00041351	0,0000000204733	0,1	29,42
MQ - LAVANDERIA	O'-Q'	1,00	0,3	25	27,8	0,00049424	0,0000000286283	0	29,42
MQ - LAVANDERIA	Q'-R'	1,00	0,3	25	27,8	0,00049424	0,0000000286283	0,25	29,42
PIA- COZINHA	K'-L'	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0	29,42
PIA- COZINHA	L'-M'	0,70	0,250998	20	21,6	0,00068497	0,0000000678804	0,5	29,42

AMBIENTE / APARELHO	Pressão disponível (MPa)	Comprimento de tubulação		Perda de carga			Pressão disponível (MCA)	Pressão requerida no ponto de utilização (MCA)
		Real (m)	Equivalente	Tubulação (MCA)	Registros e outros (MCA)	Total (MCA)		
COBERTURA		0,19	2,4	0,00000028	0,000000354	0,000000382	0,999999618	
		0,999999618	2,20	1,2	0,000000169	0,000000092	0,000000262	0,999999356
		0,999999356	0,28	1,2	0,000000022	0,000000092	0,000000114	0,999999242
		0,999999618	2,83	1,2	0,000000218	0,000000092	0,000000310	0,999999307
		0,999999307	2,28	1,2	0,000000175	0,000000092	0,000000268	0,999999040
		0,999999618	3,53	1,2	0,000000293	0,000000100	0,000000392	0,999999225
		0,999999225	3,72	2,4	0,000000308	0,000000199	0,000000507	0,999998718
		0,999998718	0,63	1,2	0,000000043	0,000000081	0,000000124	0,999998594
	0,999998718	2,38	1,2	0,000000155	0,000000078	0,000000233	0,999998484	
AF-2	0,999999242	2,00	2,6	0,000000154	0,000000200	0,000000354	2,999998888	
T-BANHEIRO 2	2,999998888	0,30	1,2	0,000000003	0,000000013	0,000000016	2,999998872	
CHUVEIRO - BANHEIRO 2	2,999998872	1,20	1,4	0,000000013	0,000000015	0,000000028	1,799998843	1
BD/VS/LV - BANHEIRO 2	2,999998888	0,50	2,4	0,000000034	0,000000163	0,000000197	2,999998691	
VS - BANHEIRO 2	2,999998691	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699998633	0,5
BD/LV - BANHEIRO 2	2,999998691	0,38	2,4	0,000000015	0,000000096	0,000000112	2,999998580	
BD - BANHEIRO 2	2,999998580	0,70	1,2	0,000000008	0,000000013	0,000000021	3,699998559	0,5
LV - BANHEIRO 2	2,999998580	0,55	1,2	0,000000017	0,000000037	0,000000054	2,999998526	
LV - BANHEIRO 2	2,999998526	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699998468	1
AF-1	0,999999040	2,00	2,6	0,000000154	0,000000200	0,000000354	2,999998686	
T-BANHEIRO 1	2,999998686	0,30	1,2	0,000000003	0,000000013	0,000000016	2,999998669	
CHUVEIRO - BANHEIRO 1	2,999998669	1,20	1,4	0,000000013	0,000000015	0,000000028	1,799998641	1
BD/VS/LV - BANHEIRO 1	2,999998686	0,50	2,4	0,000000034	0,000000163	0,000000197	2,999998489	
VS - BANHEIRO 1	2,999998489	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699998431	0,5
BD/LV - BANHEIRO 1	2,999998489	0,38	2,4	0,000000015	0,000000096	0,000000112	2,999998377	
BD - BANHEIRO 1	2,999998377	0,70	1,2	0,000000008	0,000000013	0,000000021	3,699998357	0,5
LV - BANHEIRO 1	2,999998377	0,55	1,2	0,000000017	0,000000037	0,000000054	2,999998324	
LV - BANHEIRO 1	2,999998324	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699998266	1
AF-3	0,999998594	2,00	2,6	0,000000136	0,000000176	0,000000312	2,999998281	
T - LAVABO	2,999998281	0,10	2,4	0,000000007	0,000000163	0,000000170	2,999998112	
VS - BANHEIRO 2	2,999998112	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699998054	0,5
BD/LV - BANHEIRO 2	2,999998112	0,38	2,4	0,000000015	0,000000096	0,000000112	2,999998000	
BD - BANHEIRO 2	2,999998000	0,70	1,2	0,000000008	0,000000013	0,000000021	3,699997979	0,5
LV - BANHEIRO 2	2,999998000	0,55	1,2	0,000000017	0,000000037	0,000000054	2,999997947	
LV - BANHEIRO 2	2,999997947	0,70	1,2	0,000000021	0,000000037	0,000000058	3,699997888	1
AF-4	0,999998484	2,00	2,6	0,000000130	0,000000169	0,000000300	2,999998185	
T - LAVANDERIA E COZINHA	2,999998185	0,30	1,2	0,000000014	0,000000057	0,000000071	2,999998114	
TQ/MQ - LAVANDERIA	2,999998114	0,57	2,4	0,000000027	0,000000113	0,000000140	2,999997974	
TQ - LAVANDERIA	2,999997974	0,10	1,2	0,000000002	0,000000025	0,000000027	3,099997947	1
MQ - LAVANDERIA	2,999997974	0,80	1,2	0,000000023	0,000000034	0,000000057	2,999997917	
MQ - LAVANDERIA	2,999997917	0,25	1,2	0,000000007	0,000000034	0,000000042	3,249997875	1
PIA - COZINHA	2,999998185	2,19	1,2	0,000000149	0,000000081	0,000000230	2,999997954	
PIA - COZINHA	2,999997954	0,50	1,2	0,000000034	0,000000081	0,000000115	3,499997839	1

Para o dimensionamento do reservatório foi utilizado o método do consumo diário, estimando o consumo referente a cada edificação a partir da seguinte equação:

$$Cd = C * P$$

$C_d$  = Consumo diário total (l/dia);

$C$  – Consumo diário per capita (l/dia)

$P$  – População do edifício (pessoas);

**Calculo:**

Foi considerado 2 habitantes por dormitório, sendo então 4 moradores no total. O consumo diário estimado para cada morador é de 150 l.

$$C_d = 150 * 4 = 600 \text{ l/dia}$$

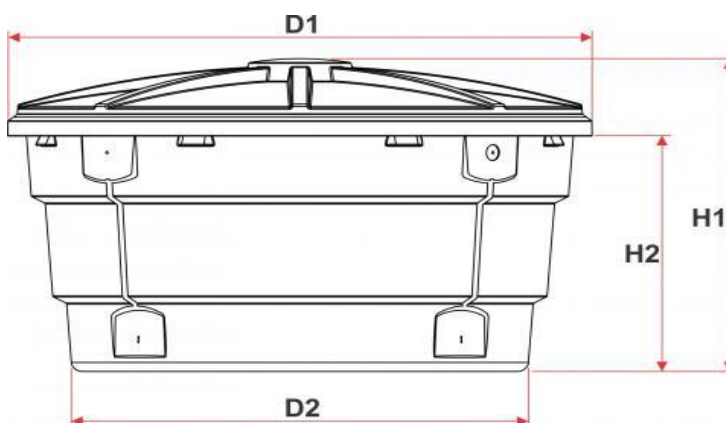
$C = 150$  l/dia;

$P = 4$  pessoas (foram consideradas duas pessoas por dormitório);

**Reservatório adotado: 1500 litros**

Tendo como base os cálculos realizados, foi adotado um reservatório de 1500l (figura 1), suprimindo a demanda por mais de 2 dias.

Figura: 1



Fonte: informações técnicas Tigre ([www.tigre.com.br/caixa-dagua-1500-litros](http://www.tigre.com.br/caixa-dagua-1500-litros))

D1 – 1,70 metros

D2 – 1,42 metros

H1 – 0,98 metros

H2 – 0,77 metros

### Dimensionamento do alimentador predial

Com base na NBR 5626 o alimentador predial é dimensionado através da seguinte equação:

$$Q_{ap} = \frac{C_d}{86400}$$

$Q_{ap}$  = vazão mínima a ser considerada no alimentador predial (m<sup>3</sup>)

$C_d$  = Consumo diário (m<sup>3</sup>)

$$Q_{ap} = \frac{0,6}{86400} = 0,000007$$

Diâmetro do alimentador predial:

$$D_{ap} = \sqrt{\frac{4Q_{ap}}{\pi V_{ap}}}$$

$D_{ap}$  = diâmetro da tubulação em metros

$V_{ap}$  = velocidade no alimentador predial (limitada a 0,6m/s)

$$D_{ap} = \sqrt{\frac{4 * 0,007}{\pi * 0,6}} = 0,004m$$

$D_{ap} = 4 \text{ mm}$

Diâmetro adotado: 1/2" - 20 mm

### **Tubulação do extravasor**

Adotado uma bitola acima da utilizada no alimentador.

Diâmetro adotado = 3/4" - 21,6 mm

Tubulação De Limpeza

$$S = \frac{A\sqrt{h}}{4850t} = \frac{\pi D^2}{4}$$

A - Área da base do reservatório (m)

h - Altura do reservatório sem a folga de 0,50 m

t - Tempo em horas para esvaziar a caixa (2 horas)

D – Diâmetro do tubo de limpeza (m)



$$\frac{3,49 * \sqrt{0,703}}{4850 * 2} = \frac{\pi * D^2}{4} = 0,02 m$$

Diâmetro adotado = 3/4" - 21,6 mm

## **ESGOTO**

As instalações de esgoto visam permitir o escoamento dos resíduos líquido e sólidos gerados nos diversos pontos de utilização, levando-se em conta o traçado e dimensionamento. O escoamento deve correr de tal forma que não haja contaminação das águas de abastecimento e impedir que gases ou copos estranhos provenientes do sistema de esgoto atinjam áreas de utilização

### **Componentes do sistema de esgoto**

**Aparelhos sanitários:** aparelho conectado a uma instalação predial e destinado ao fornecimento de água para fins higiênicos ou a receber dejetos e águas servidas. Ex: lavatório, vaso sanitário, etc.

**Desconectores ou sifões:** peças que contém uma camada líquida chamada "fecho hídrico", fundamentais para impedir a passagem dos gases contidos nos esgotos. A norma brasileira nbr 8160 recomenda um mínimo de 5 cm para a altura dos fechos hídricos dos desconectores.

**Caixa sifonada:** peças que recebem as águas servidas de lavatórios, banheiras, box, tanques e pias e encaminhando-as ao ramal de esgoto, ao mesmo tempo em que impedem o retorno dos gases contidos nos esgotos para os ambientes internos. Também podem recolher as águas de lavagem de piso, através da grelha superior, e protegem a instalação de entrada de insetos, graças ao fecho hídrico.

**Ralos:** caixa destinada a receber águas provenientes de piso (lavagem ou chuveiro). O ralo tem entrada somente pela parte superior (grelha) e uma saída, na lateral ou no fundo, a qual deve se ligar a uma caixa sifonada, para a devida proteção. Quando contém sifão, chamamos de ralo sifonado.

**Ventilação:** destina-se a possibilitar o escoamento de ar da atmosfera para o sistema de esgoto e vice-versa ou a circulação de ar no interior do mesmo, com a finalidade de proteger o fecho hídrico dos desconectores de ruptura por aspiração ou compressão e encaminhar os gases para a atmosfera.

**Caixa de gordura:** Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma.

**Caixa de Inspeção:** Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade ou direção das tubulações.

### **RAMAIS E COLUNA DE VENTILAÇÃO:**

Os ramais primários são responsáveis pelo recolhimento dos despejos provenientes dos vasos sanitários, encaminhando os mesmos para caixas de inspeção localizadas no terreno. Essa tubulação será em PVC Ø100mm, inclinação mínima de 1%.

Os ramais secundários são responsáveis pelo recolhimento dos despejos provenientes das edificações e conduzi-los até a rede pública.

Os tubos de ventilação e os ramais de ventilação terão diâmetro especificado no projeto. Os tubos de ventilação serão embutidos e prolongados até 30cm acima da cobertura. Na base de cada tubo deverá haver uma curva de raio longo.

## DIMENSIONAMENTO ESGOTO:

O dimensionamento foi feito segundo os requisitos da nbr 8160, utilizando as unidades de hunter de contribuição (uht) de cada tipo de aparelho sanitário.

BANHEIRO 1 E 2				
APARELHO	UHT	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
LAVATÓRIO DE RESIDÊNCIA	1	1	40	40
CHUVEIRO DE RESIDENCIA	2	3	40	40
BACIA SANITÁRIA	6	9	100	100

LAVABO				
APARELHO	UHT	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
LAVATÓRIO DE RESIDÊNCIA	1	1	40	40
BACIA SANITÁRIA	6	7	100	100

LAVANDERIA				
APARELHO	UHT	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
MAQUINA DE LAVAR ROUPA	3	3	50	50
TANQUE DE LAVAR ROUPA	3	6	40	40

COZINHA				
APARELHO	UHT	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
PIA COZINHA RESIDENCIAL	3	3	50	50

SUB COLETORES DE SAIDA INDIVIDUAL	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
RAMAL 1	9	75	100
RAMAL 2	25	100	100

COLETORES DE SAIDA COLETIVO	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
	170	100	100

RAMAIS DE VENTILAÇÃO	UHT ACUMULADO	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
BANHEIRO 1	9	50	50
BANHEIRO 2	9	50	50
LAVABO	7	50	50

### Coletor destinado a rede pública:

RAMAL DESTINADO A REDE PUBLICA	SOMA $\Sigma$	DIAMETRO MÍNIMO (mm)	DIAMETRO ADOTADO (mm)
RAMAL	54	100	100

TABELA 7 - ATÉ 180 UHT DIÂMETRO NOMINAL MÍNIMO DE 100 mm

### ESGOTO PLUVIAL:

A rede de esgoto pluvial irá recolher as águas das chuvas da cobertura e encaminhar para as caixas de passagem pluvial, para o escoamento rumo aos pontos pluviais existentes. Devem ser realizadas as instalações de esgoto conforme detalhamento específico de projeto.

### DIMENCIONAMENTO PLUVIAL

Os dimensionamentos dos coletores de água pluvial foram feitos segundo os requisitos da nbr 10844-1989, conforme tabela abaixo:

<b>ÁGUA PLUVIAL</b>				
<b>LOCAL</b>	<b>ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO</b>	<b>*VAZÃO TOTAL (m<sup>3</sup>/min)</b>	<b>NUMERO DE SAIDAS</b>	<b>**DIÂMETRO (mm)</b>
TELHADO	100	250	3	75
TOTAL POR RESIDÊNCIA	300	750	2	75
SAÍDA PARA RUA	1500	3750	3	100
*Vazão estimada a partido da intensidade de 150 mm/hora **Valores adotados com base na Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular. NBR 10844 -1989				

Para o dimensionamento das sarjetas e bocas de lobo foram utilizados a equação de chuva da cidade de Bragança Paulista/SP, conforme tabela abaixo:

<b>Parâmetros fixos</b>	
<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Periodo de retorno (Anos)	10
Duração da chuva (min)	30
Impermeabilização	Asfalto
Local de estudo	Bragança
Coeficiente deflúvio	0,8
Lamina y sarjeta (m)	0,13
Declividade transversal da sarjeta	5%
Area máxima suportada pela sarjeta	11651,0 m <sup>2</sup>

Area de contribuição		Vazão de projeto		Vazão da sarjeta		
Trecho	Valor	Intensidade (mm/h)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Declividade longitudinal adotada	Coeficiente de Manning	Vazão (Formula de Izzard) (m <sup>3</sup> /s)
Area 1	800,0 m <sup>2</sup>	78,90	0,014	2,0%	0,018	0,204
Area 2	700,0 m <sup>2</sup>	78,90	0,012	2,0%	0,018	0,204

Teste lógico (Vazão de projeto x sarjeta)	Boca de lobo (50x80cm)		
	Perímetro do orifício	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Quantidade de bocas de lobo
Ok!	1,8	0,086	0,2
Ok!	1,8	0,086	0,1

Com base nos dados calculados, foi adotado uma grelha com caixa de areia ao final do leito carroçável do condomínio. A caixa de areia contém três saídas para via pública de 100 mm de diâmetro, conforme detalhado em projeto.

## CONCLUSÃO

Todos os materiais a serem empregados na execução dos serviços deverão ser de primeira qualidade, obedecendo às especificações em projeto.

Deverão ser empregados, para melhor desenvolvimento dos serviços contratados, em conformidade com a realização dos mesmos, todo o equipamento e ferramental adequados. A fiscalização poderá determinar a substituição dos equipamentos e ferramental julgados deficientes, cabendo à contratada providenciar a troca dos mesmos, sem prejuízo no prazo contratado.

A obra será entregue sem instalações provisórias, livre de entulhos ou quaisquer outros elementos que possam impedir a utilização imediata das unidades, devendo a contratada comunicar, por escrito, à fiscalização, a conclusão dos serviços para que esta possa proceder a vistoria da obra com vistas à aceitação provisória. Todas as superfícies deverão estar impecavelmente limpas.

A fim de que os trabalhos possam ser desenvolvidos com segurança e dentro da boa técnica, cumpre ao instalador o perfeito entendimento das condições atuais dos prédios, das respectivas especificações e do projeto apresentado. Em caso de dúvidas quanto à interpretação das especificações e dos desenhos será sempre consultada a fiscalização, e, se necessário, o autor do projeto, sendo desta o parecer definitivo.

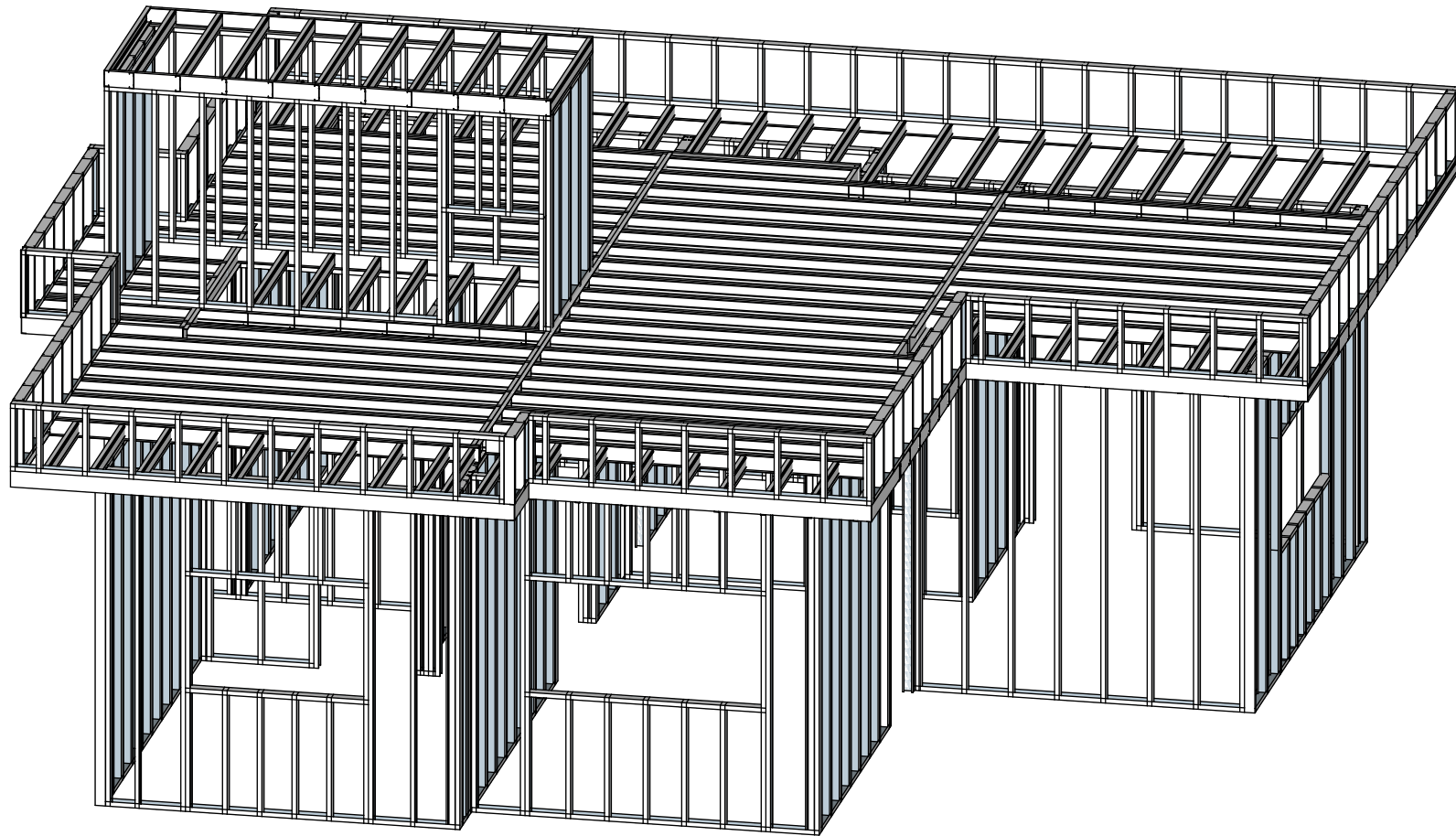
Todos os serviços a serem executados deverão obedecer à melhor técnica vigente.

## **Anexo D – Curva S.**

CURVA - 3º 50% - ( 50% do PRAZO ± 50% de PROGRESSO FÍSICO)																								
Prazo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24			
1	100,0%																							
2	54,2%	100,0%																						
3	22,0%	83,3%	100,0%																					
4	10,6%	54,2%	91,5%	100,0%																				
5	6,3%	33,3%	73,2%	94,8%	100,0%																			
6	4,5%	22,0%	54,2%	83,3%	96,5%	100,0%																		
7	3,0%	14,3%	33,7%	68,0%	88,3%	97,3%	100,0%																	
8	2,4%	10,6%	23,2%	54,2%	74,7%	91,5%	97,3%	100,0%																
9	1,8%	8,2%	21,3%	42,3%	65,0%	82,3%	93,3%	98,5%	100,0%															
10	1,4%	6,3%	16,6%	33,3%	54,2%	73,2%	87,0%	94,8%	98,6%	100,0%														
11	1,2%	5,2%	13,3%	27,1%	44,3%	62,3%	78,2%	89,4%	95,8%	98,8%	100,0%													
12	1,0%	4,3%	10,6%	21,3%	37,3%	54,2%	70,2%	82,3%	91,5%	96,3%	98,3%	100,0%												
13	0,8%	3,6%	8,3%	18,7%	31,0%	46,4%	61,6%	75,6%	86,1%	92,8%	96,3%	98,0%	100,0%											
14	0,8%	3,0%	7,5%	14,3%	25,8%	39,7%	54,2%	68,0%	79,8%	88,3%	93,3%	97,3%	99,1%	100,0%										
15	0,7%	2,7%	6,3%	12,6%	21,3%	33,3%	47,4%	60,6%	73,2%	82,3%	90,0%	94,8%	97,6%	99,2%	100,0%									
16	0,7%	2,4%	5,6%	10,6%	18,6%	29,2%	41,7%	54,2%	66,4%	77,1%	85,5%	91,5%	95,4%	97,3%	99,3%	100,0%								
17	0,6%	2,1%	4,9%	9,3%	15,3%	25,1%	36,3%	48,3%	59,8%	71,1%	80,4%	87,5%	92,5%	95,3%	98,1%	99,3%	100,0%							
18	0,5%	1,8%	4,3%	8,2%	13,3%	22,0%	32,8%	42,3%	54,2%	65,1%	74,3%	82,3%	89,0%	93,3%	96,3%	98,3%	99,4%	100,0%						
19	0,5%	1,6%	3,8%	7,2%	12,2%	19,1%	28,0%	38,1%	48,8%	59,3%	69,2%	78,1%	85,1%	90,3%	94,1%	96,7%	98,4%	99,5%						
20	0,4%	1,4%	3,3%	6,3%	10,6%	16,6%	24,5%	33,3%	44,0%	54,2%	64,1%	73,2%	80,3%	87,0%	91,5%	94,8%	97,1%	98,6%	100,0%					
21	0,4%	1,3%	3,0%	5,7%	9,6%	14,3%	21,5%	30,3%	39,7%	49,3%	58,8%	68,0%	76,7%	83,1%	88,2%	92,3%	95,2%	97,3%	99,5%	100,0%				
22	0,4%	1,2%	2,8%	5,2%	8,6%	13,3%	19,5%	27,1%	35,7%	44,3%	54,2%	62,3%	71,5%	78,8%	84,8%	89,5%	93,0%	95,6%	98,8%	99,5%	100,0%			
23	0,3%	1,1%	2,6%	4,7%	7,8%	11,3%	17,3%	24,2%	32,3%	40,9%	49,8%	58,4%	66,3%	74,5%	81,2%	86,5%	90,6%	93,7%	96,8%	97,7%	98,8%			
24	0,3%	1,1%	2,4%	4,3%	7,0%	10,6%	15,6%	21,3%	29,2%	37,3%	45,7%	54,2%	62,5%	70,7%	77,1%	82,3%	87,8%	91,5%	96,3%	97,8%	98,8%	100,0%		

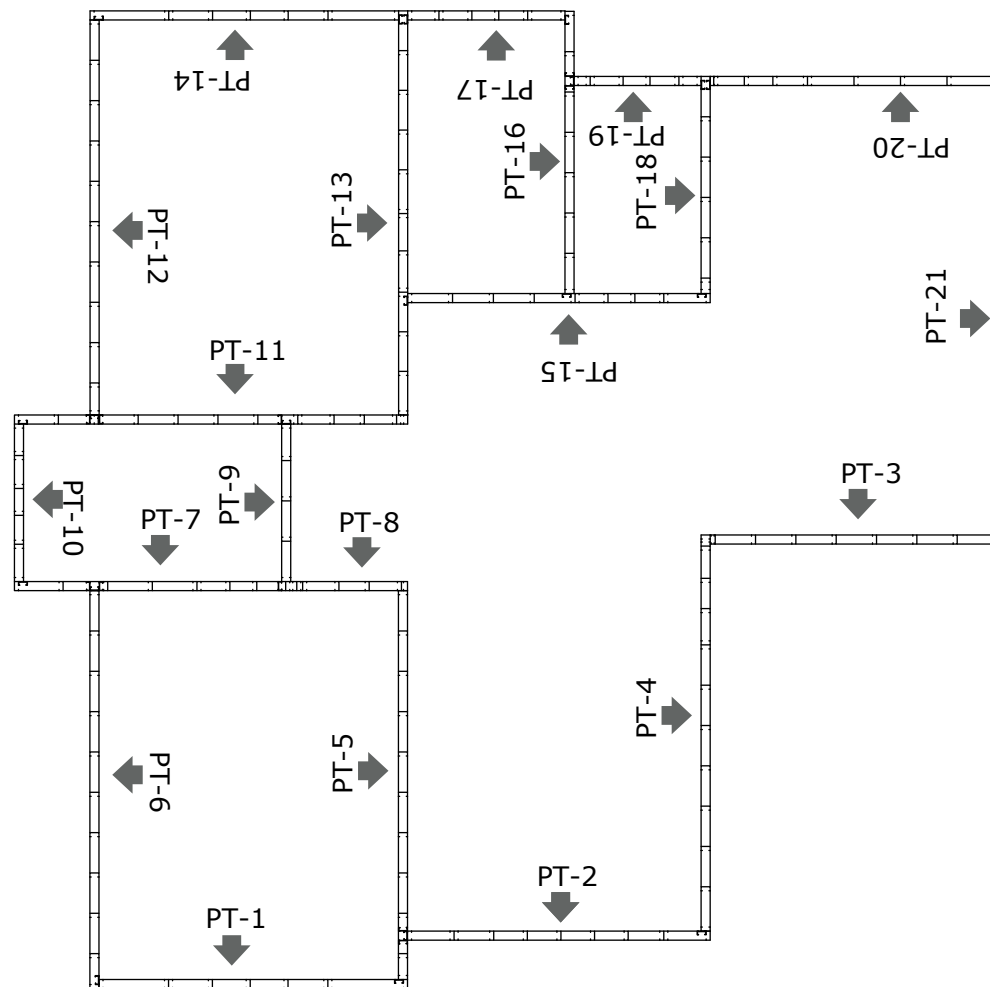


## **ANEXO E – MANUAL DE MONTAGEM COMPATIBILIZADO**



# MANUAL DE MONTAGEM

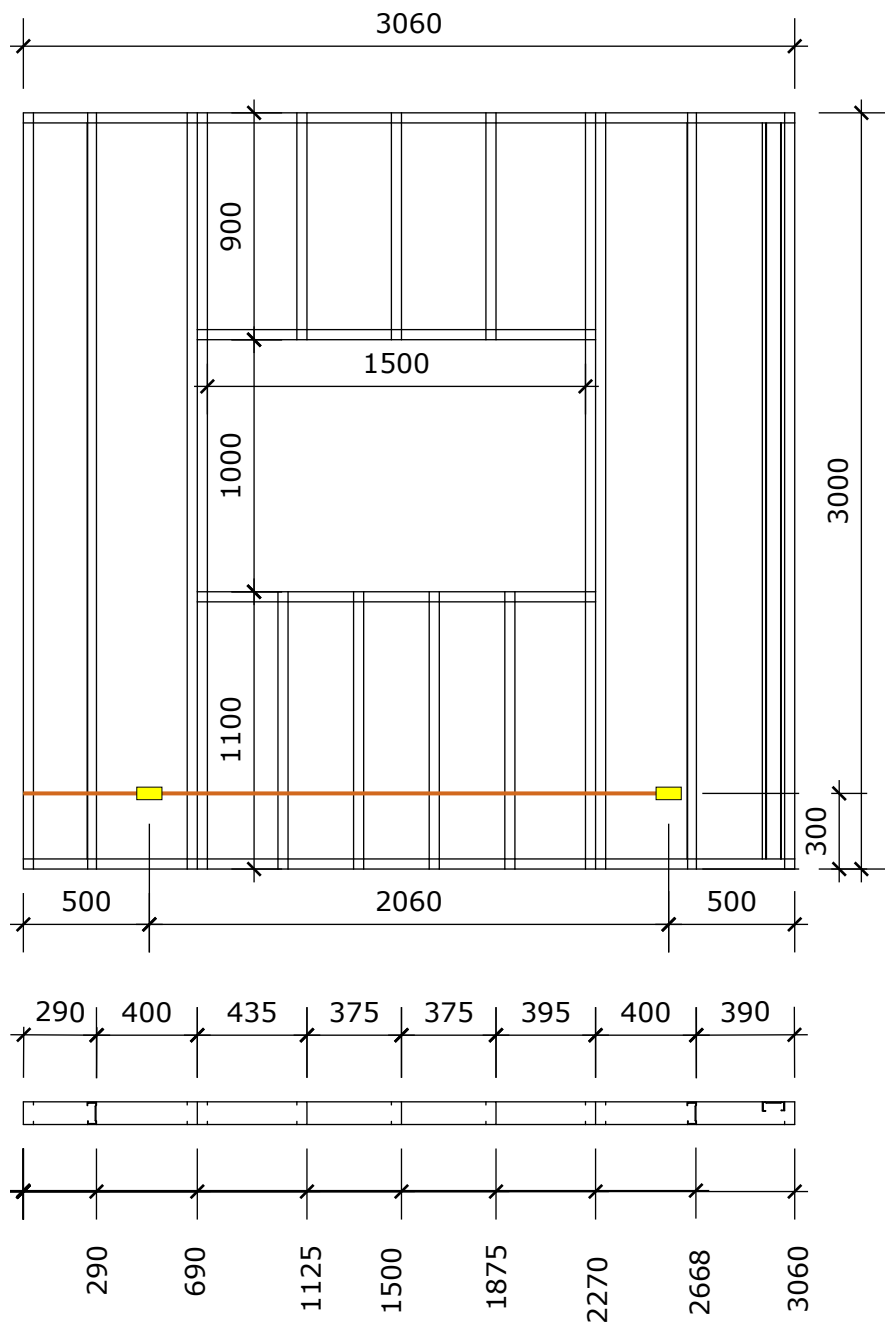
***Condomínio vila com 5 casas térreas em Light Steel Frame (Casas 1,4 e 5)***



PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DOS PAINÉIS

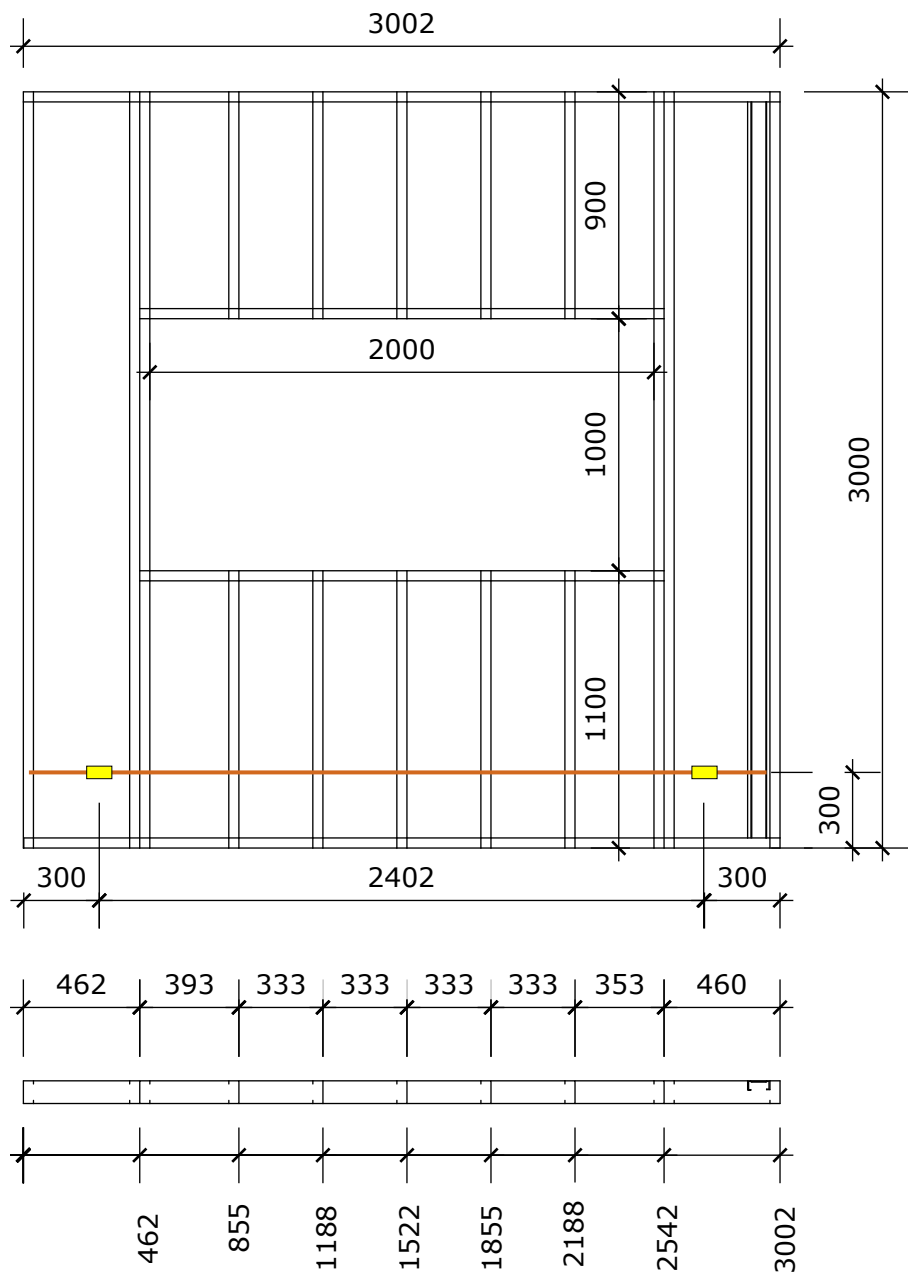
LEGENDA:

PT - Paineis térricos



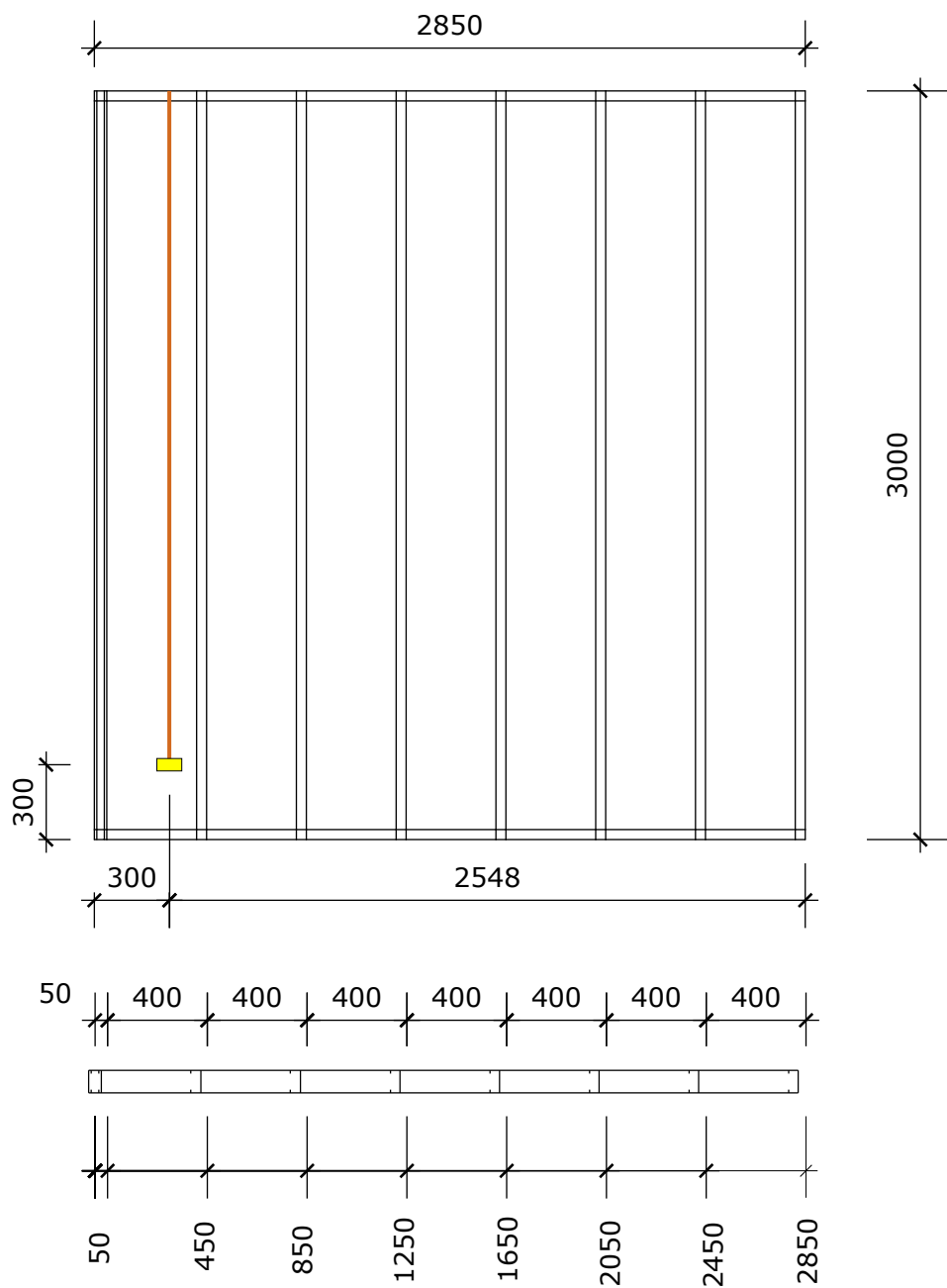
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3060	2	GUIA
U-90	1500	2	GUIA
Ue-90	3000	9	MONTANTE
Ue-90	1100	4	MONTANTE
Ue-90	900	3	MONTANTE

Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3002	2	GUIA
U-90	2000	2	GUIA
Ue-90	3000	7	MONTANTE
Ue-90	1100	5	MONTANTE
Ue-90	900	5	MONTANTE

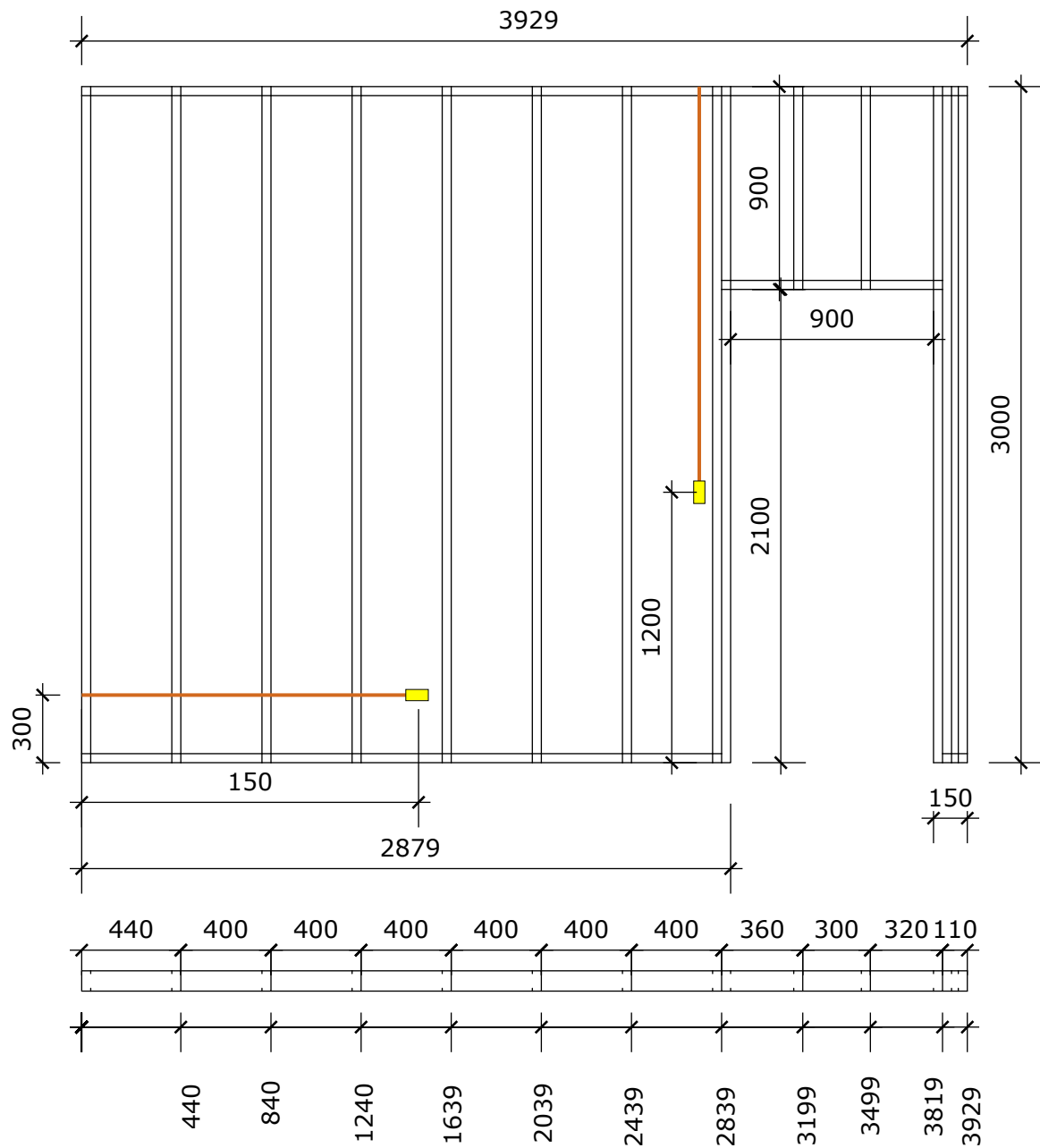
Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2850	2	GUIA
Ue-90	3000	9	MONTANTE

**Legenda**

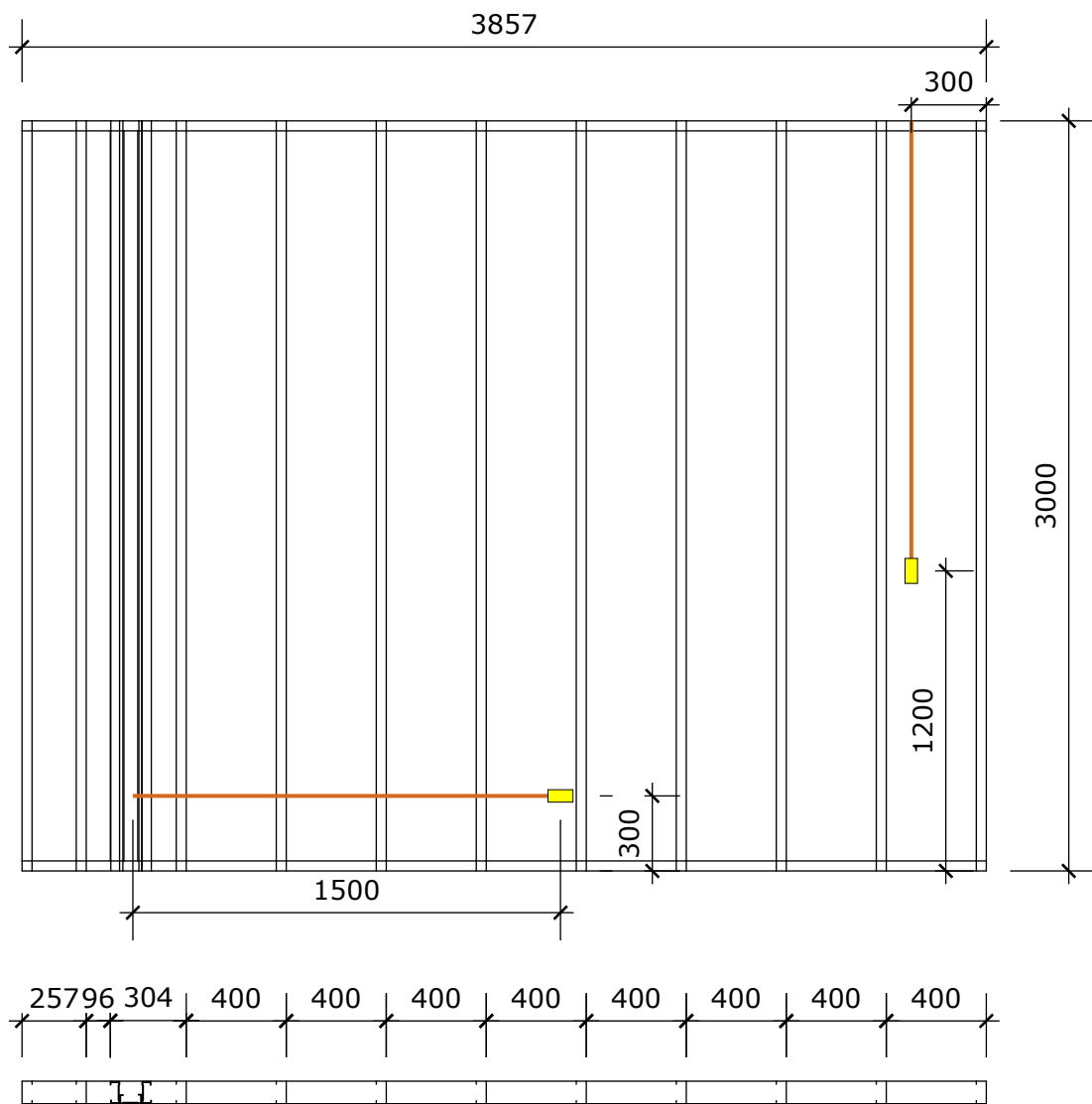
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3929	1	GUIA
U-90	2879	1	GUIA
U-90	900	1	GUIA
U-90	90	1	GUIA
Ue-90	3000	12	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

#### Legenda

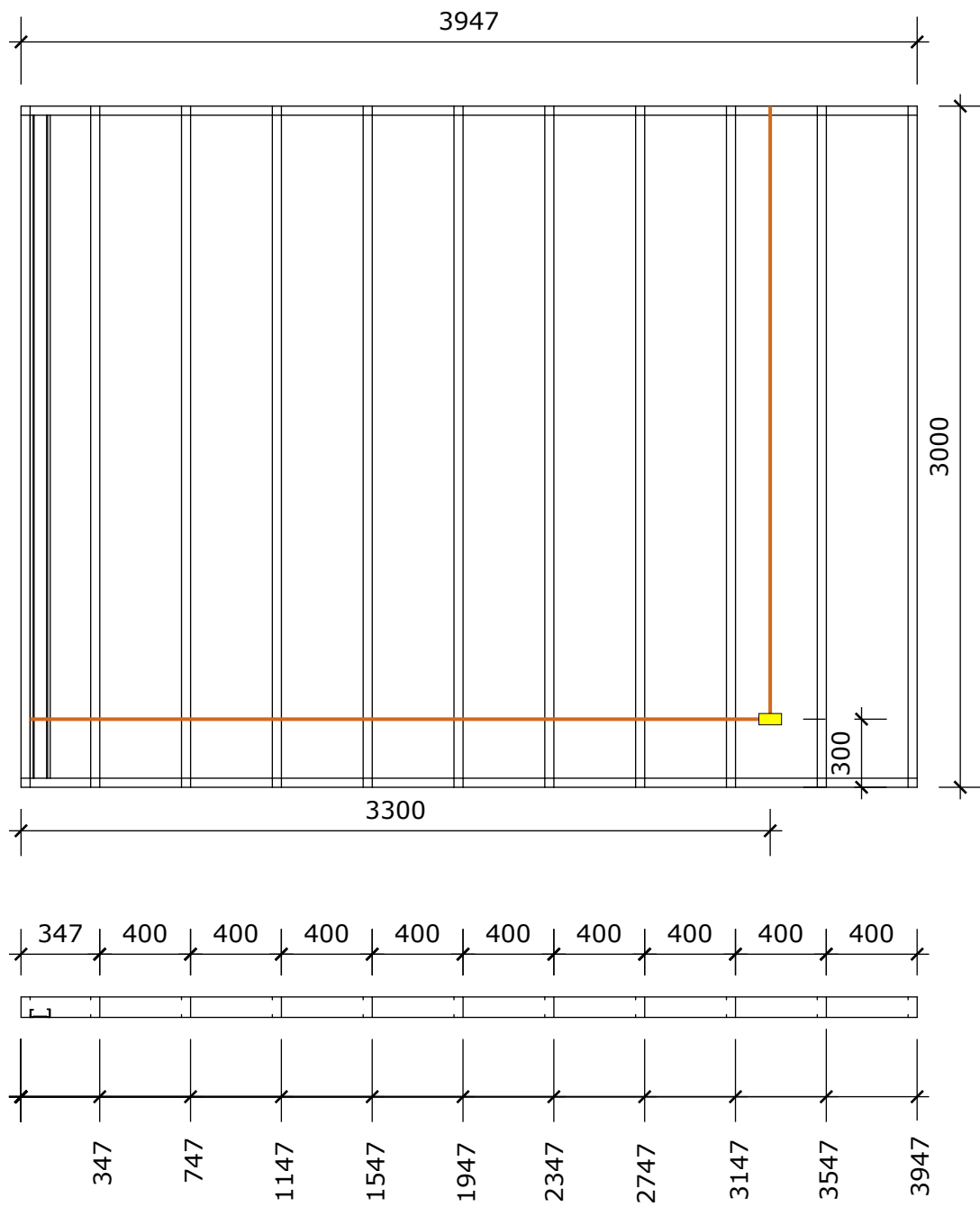
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3857	2	GUIA
Ue-90	3000	14	MONTANTE

Legenda	
<span style="color: blue;">—</span>	Tubulação de água fria
<span style="color: orange;">—</span>	Tubulação elétrica
<span style="color: magenta;">—</span>	Tubulação esgoto
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span>	Caixinha elétrica 4x2 vertical
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span>	Caixinha elétrica 4x2 horizontal

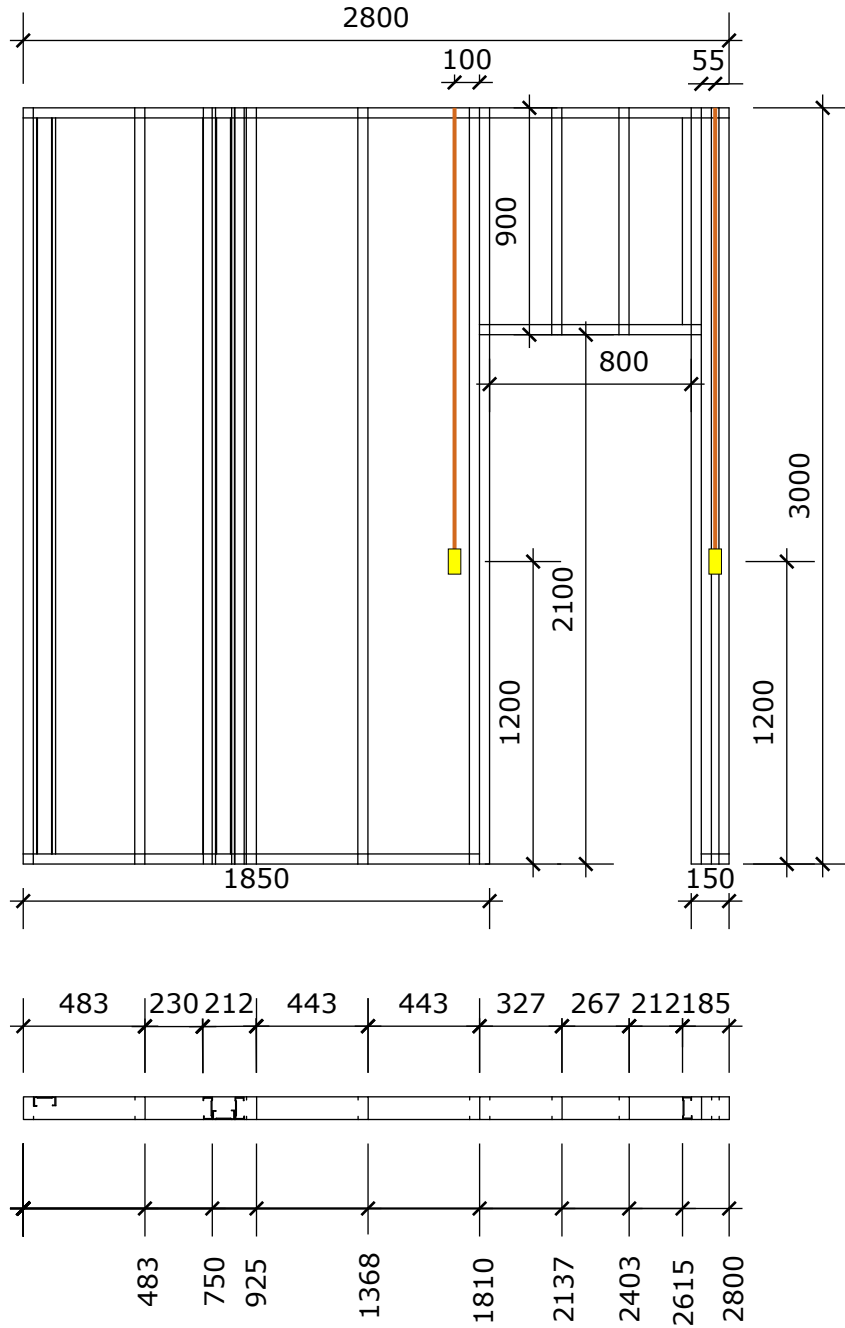




PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3947	2	GUIA
Ue-90	3000	12	MONTANTE

**Legenda**

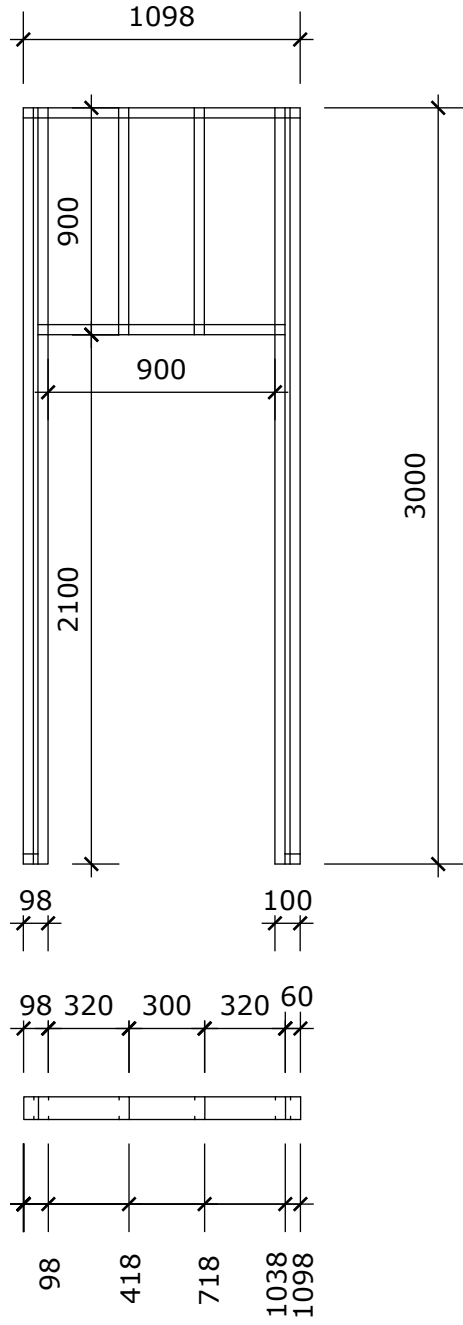
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixinha elétrica 4x2 vertical
- Caixinha elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2800	1	GUIA
U-90	1850	1	GUIA
U-90	150	1	GUIA
U-90	800	1	GUIA
Ue-90	3000	14	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

#### Legenda

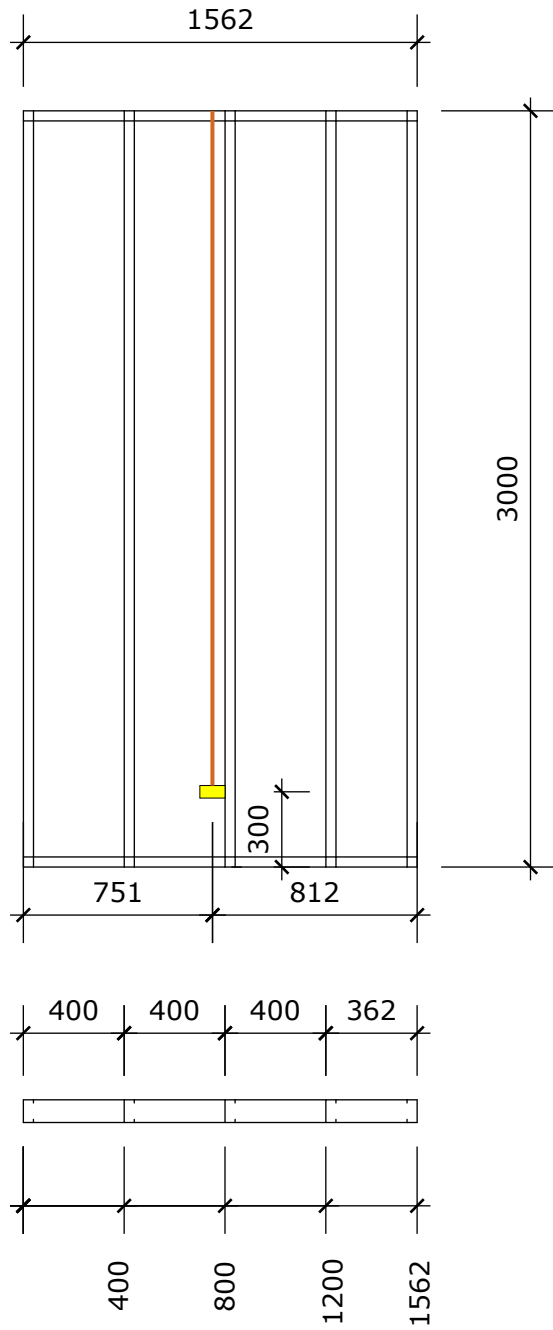
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal








PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1098	1	GUIA
U-90	2879	1	GUIA
U-90	98	1	GUIA
U-90	100	1	GUIA
Ue-90	3000	5	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

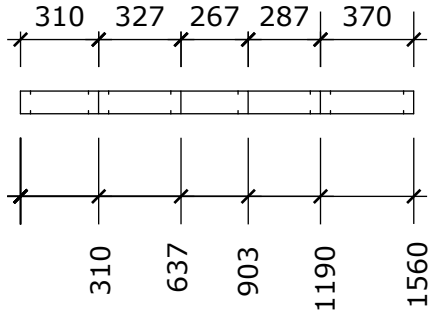
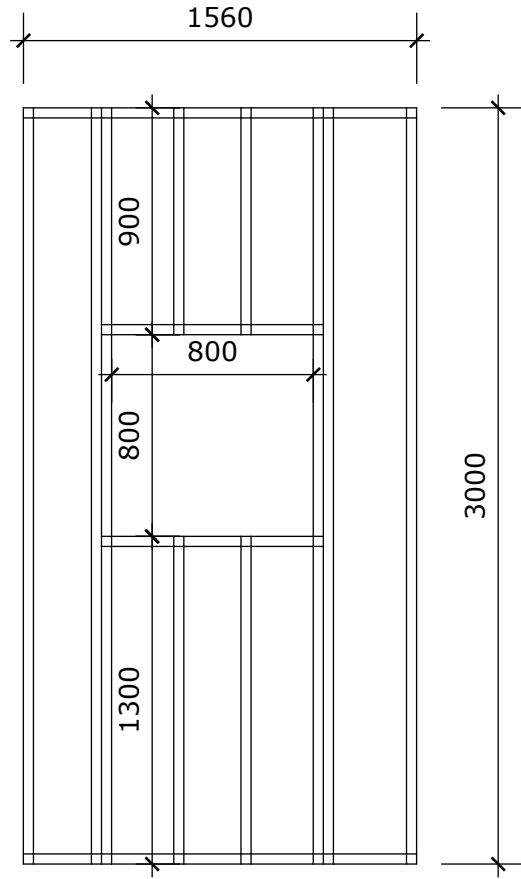
#### Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1562	2	GUIA
Ue-90	3000	5	MONTANTE

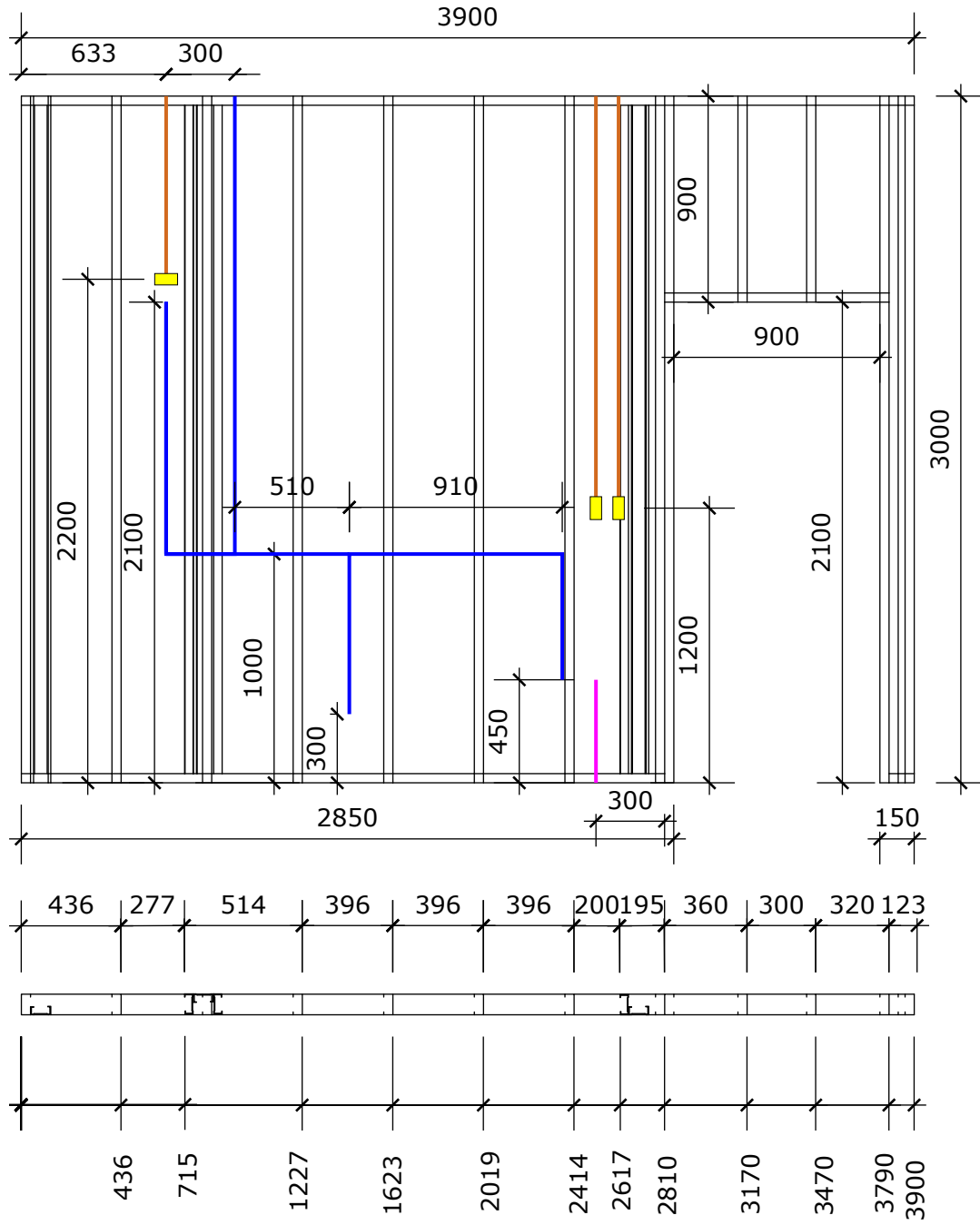
Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1560	2	GUIA
U-90	800	2	GUIA
Ue-90	3000	6	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE
Ue-90	1300	2	MONTANTE

#### Legenda

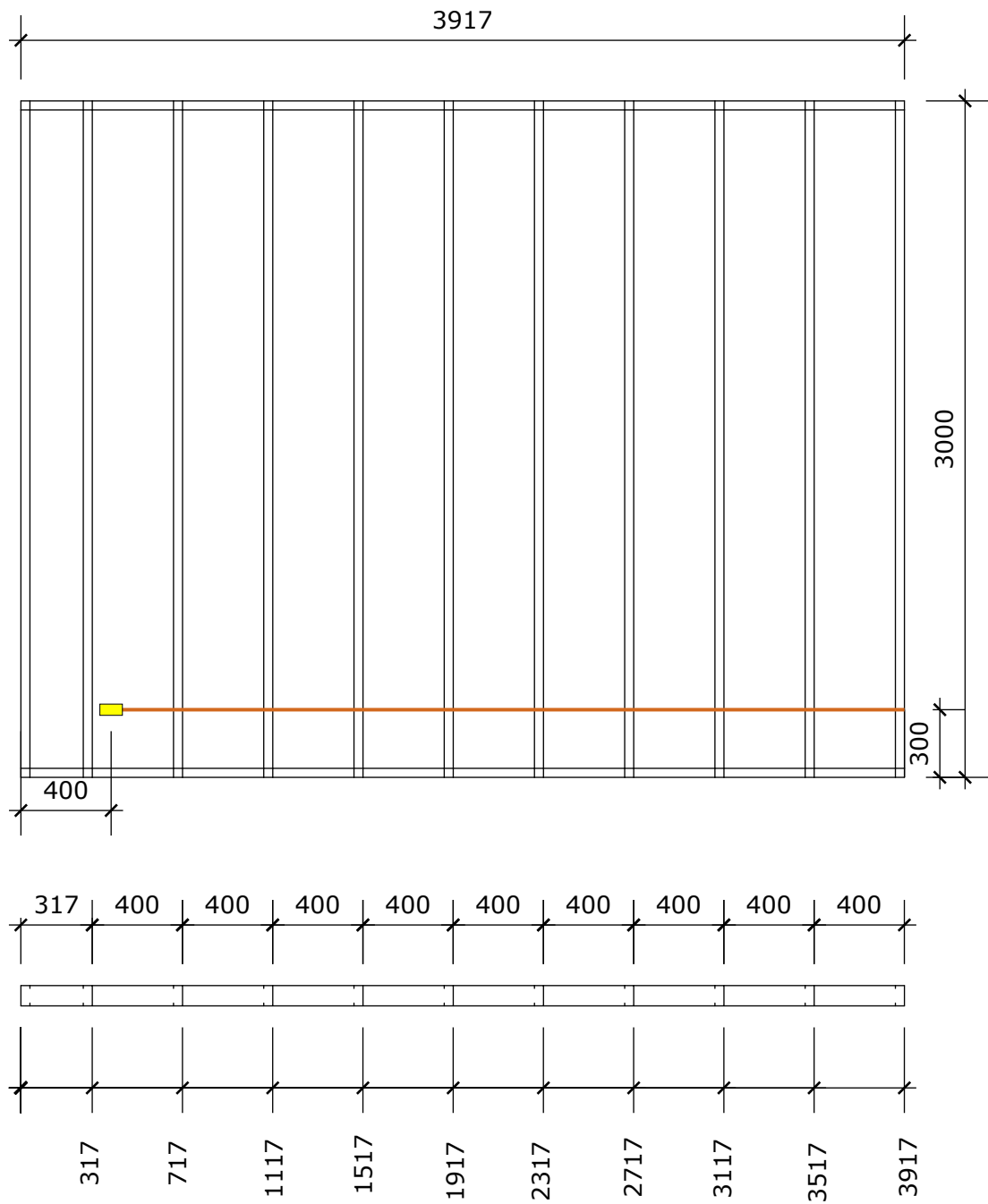
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3900	1	GUIA
U-90	2850	1	GUIA
U-90	150	1	GUIA
U-90	900	1	GUIA
Ue-90	3000	17	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

#### Legenda

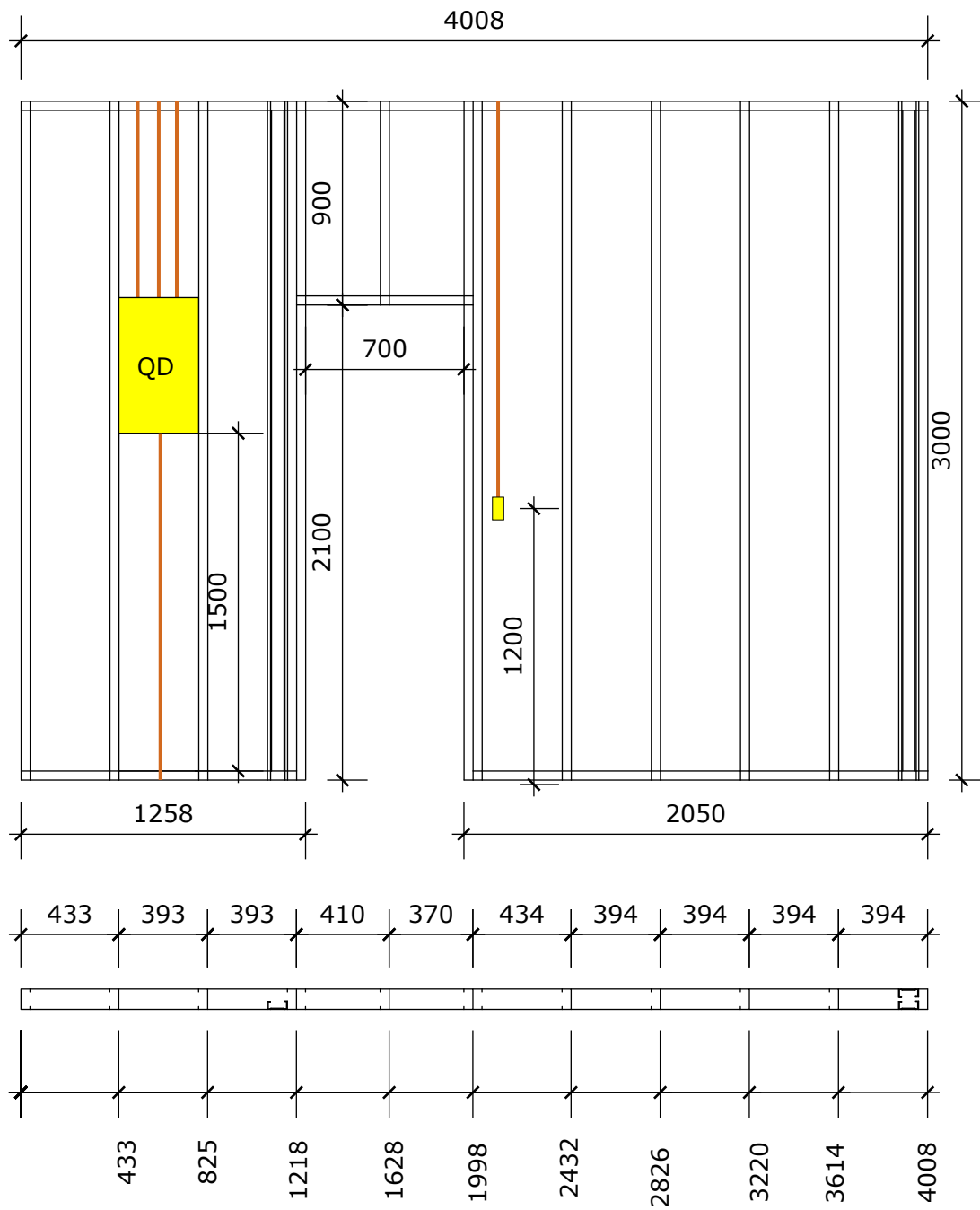
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3917	2	GUIA
Ue-90	3000	11	MONTANTE

**Legenda**

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixinha elétrica 4x2 vertical
- Caixinha elétrica 4x2 horizontal

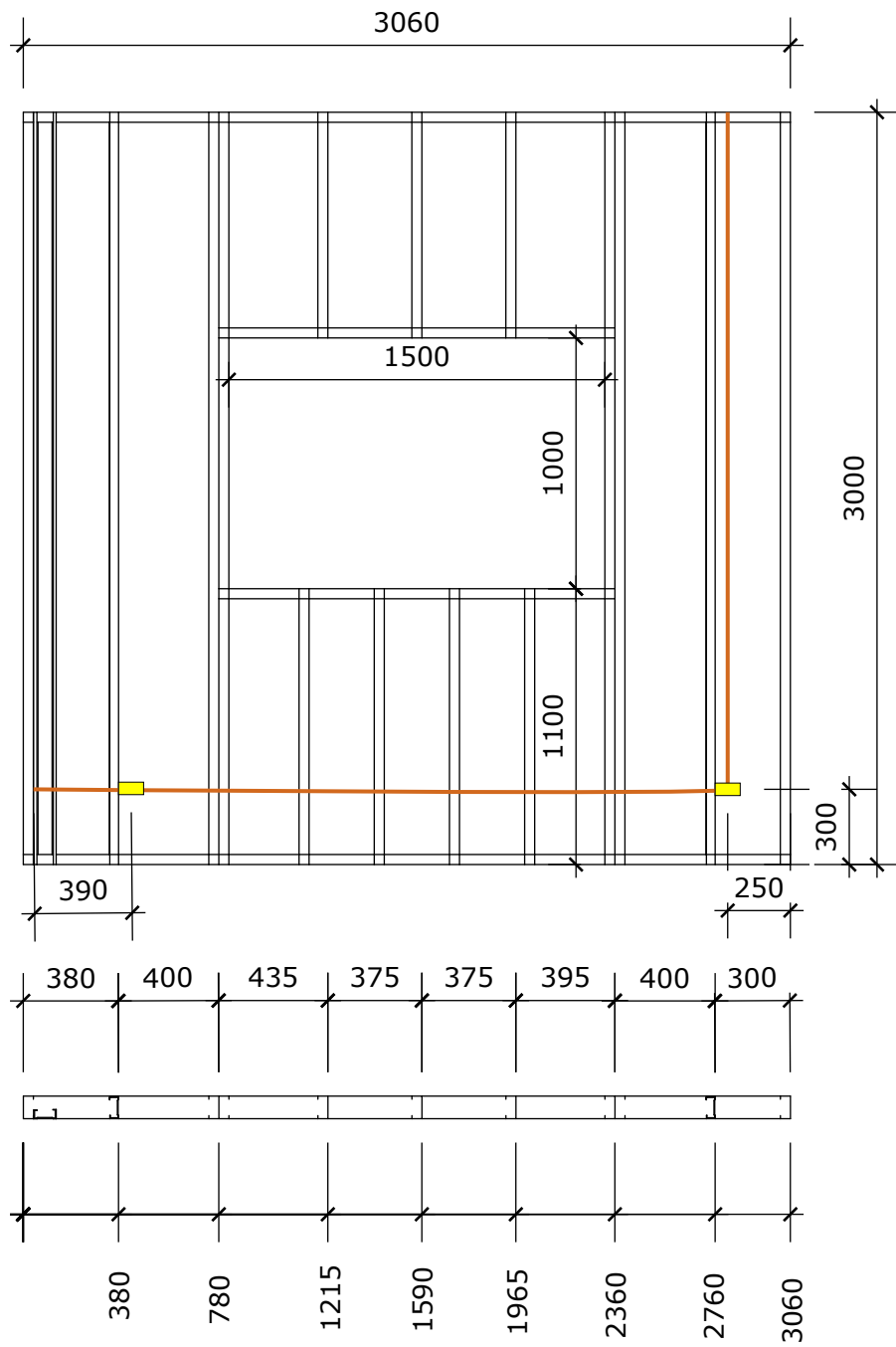


PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	4008	1	GUIA
U-90	2050	1	GUIA
U-90	1258	1	GUIA
U-90	700	1	GUIA
Ue-90	3000	14	MONTANTE
Ue-90	900	1	MONTANTE






#### Legenda

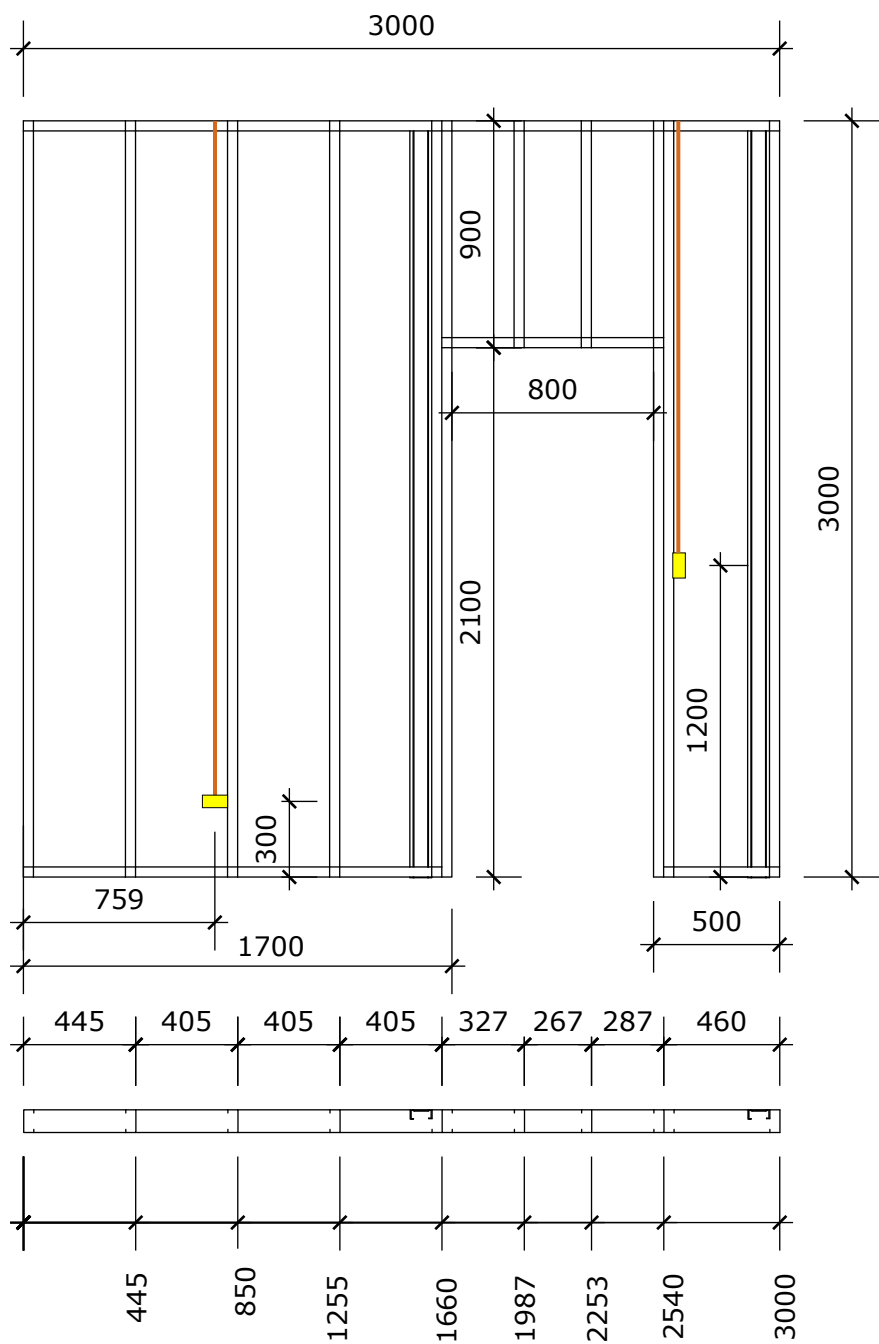
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal
- QD Quadro de distribuição





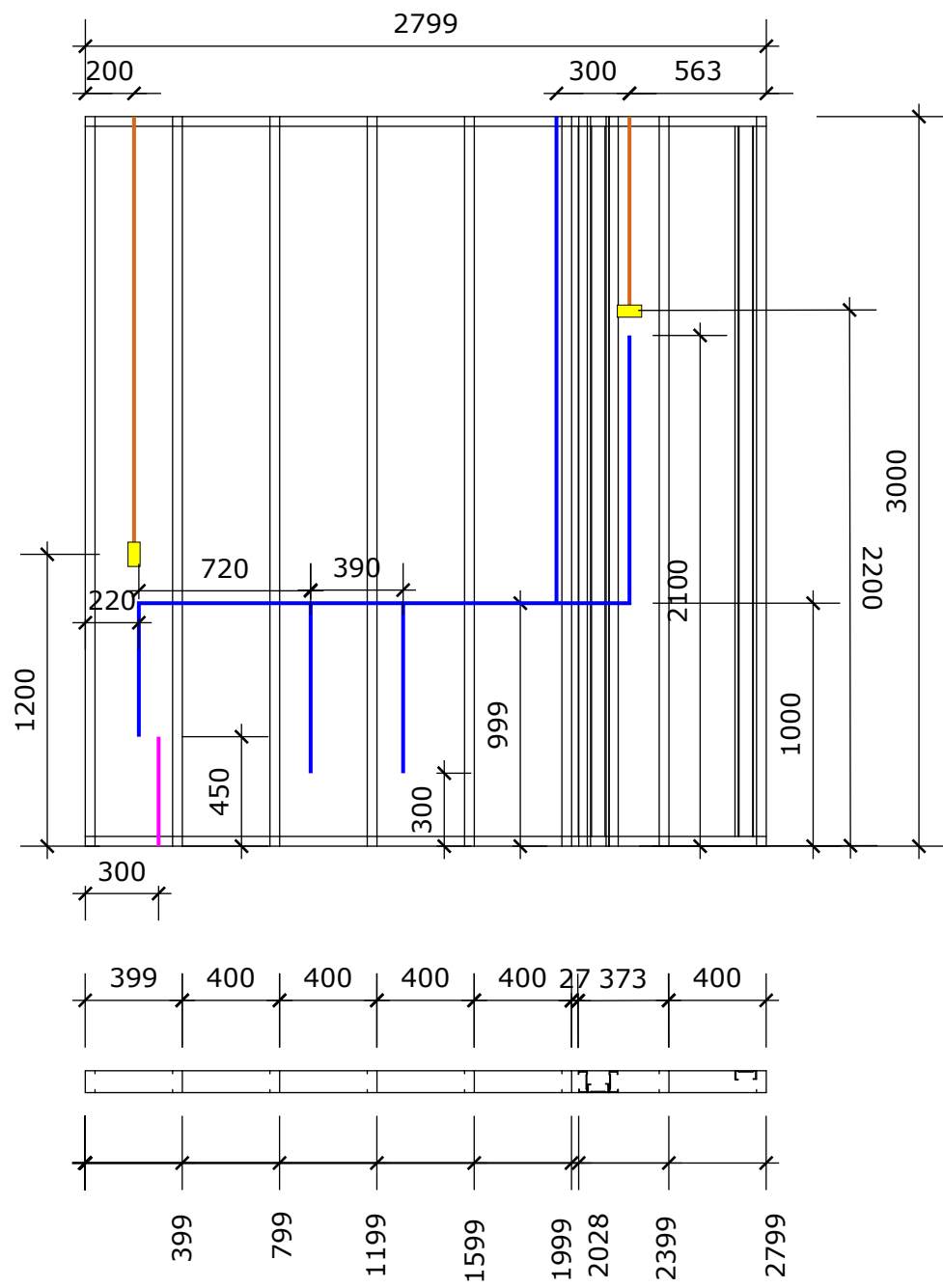
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3060	2	GUIA
U-90	1500	2	GUIA
Ue-90	3000	9	MONTANTE
Ue-90	1100	4	MONTANTE
Ue-90	900	3	MONTANTE

Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal



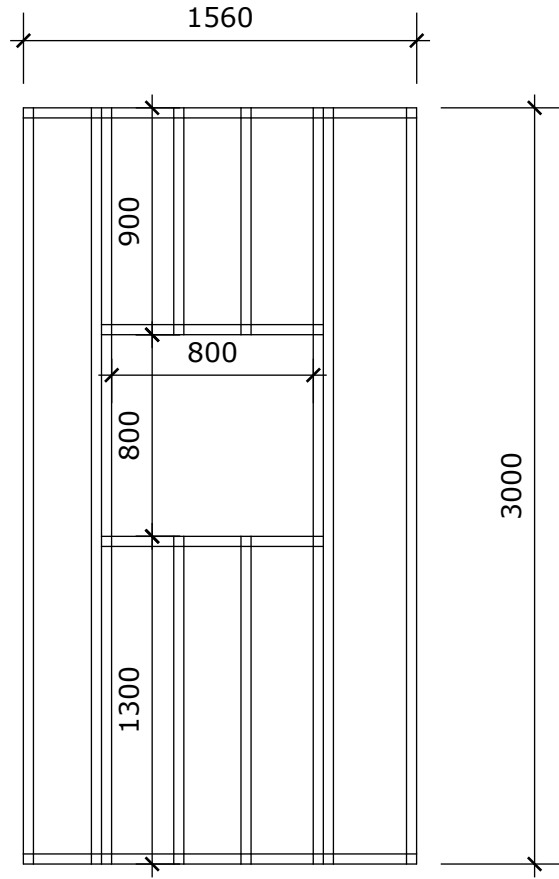
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3000	1	GUIA
U-90	1700	1	GUIA
U-90	500	1	GUIA
U-90	800	1	GUIA
Ue-90	3000	11	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixa elétrica 4x2 vertical
	Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2799	2	GUIA
Ue-90	3000	12	MONTANTE

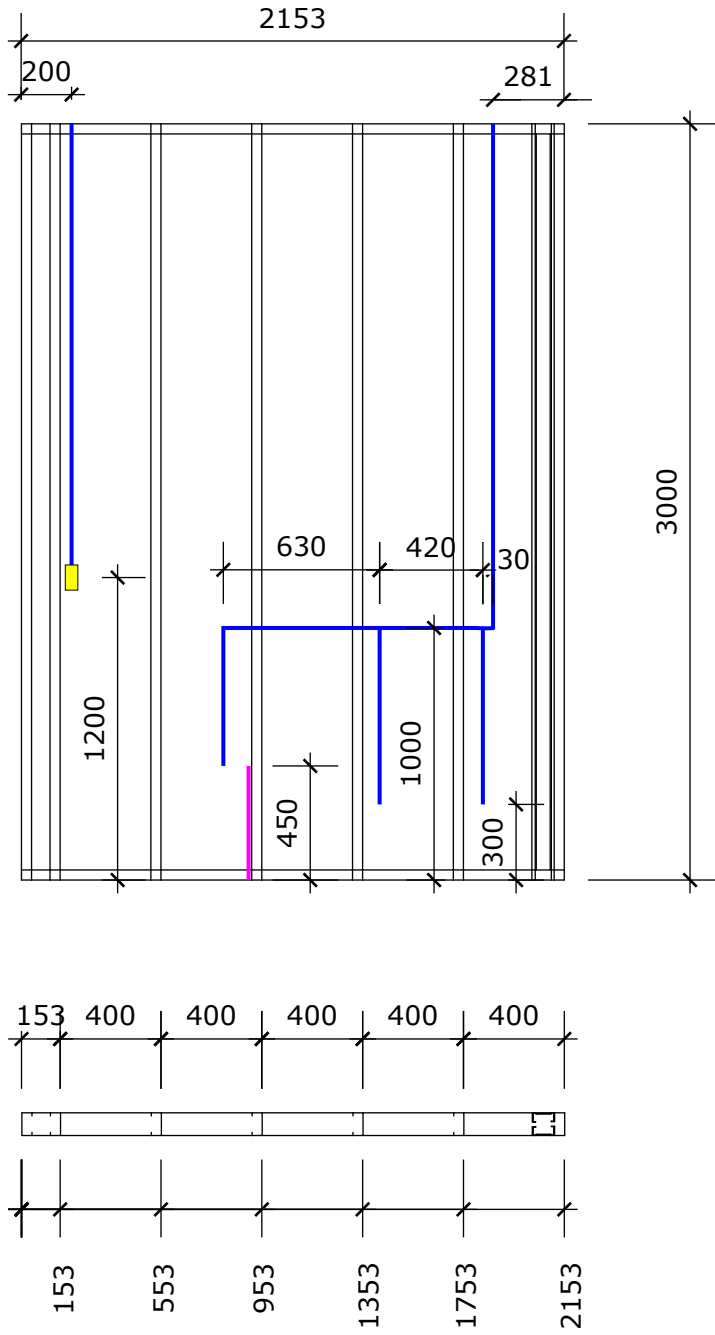
Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1560	2	GUIA
U-90	800	2	GUIA
Ue-90	3000	6	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE
Ue-90	1300	2	MONTANTE

#### Legenda

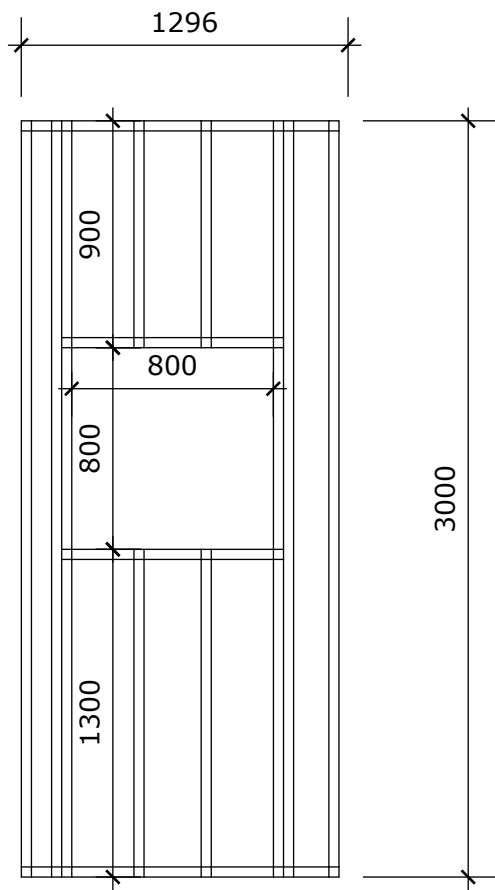
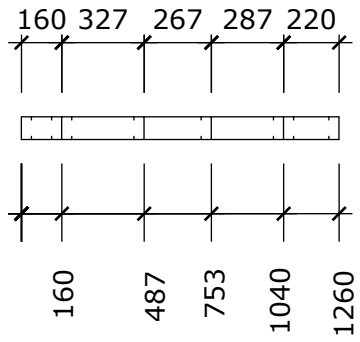
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2153	2	GUIA
Ue-90	3000	9	MONTANTE

**Legenda**

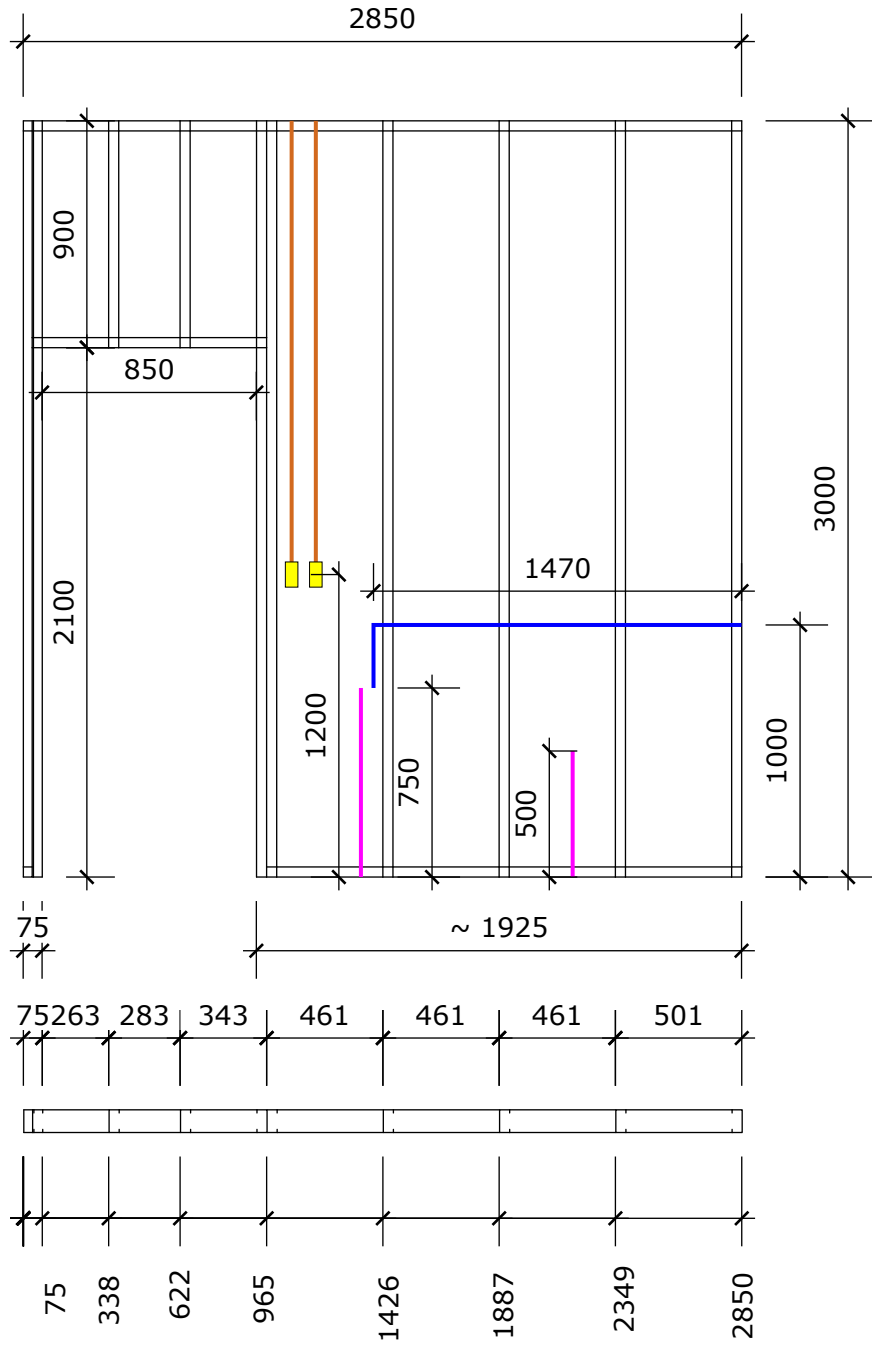
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal








PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1296	2	GUIA
U-90	800	2	GUIA
Ue-90	3000	6	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE
Ue-90	1300	2	MONTANTE

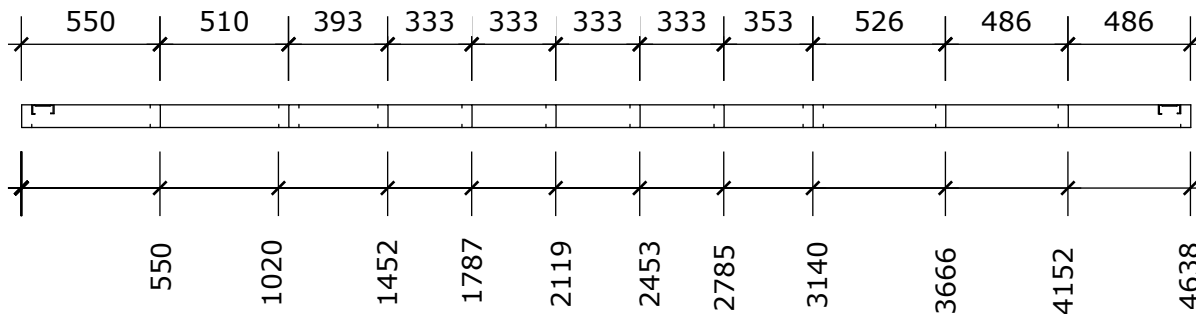
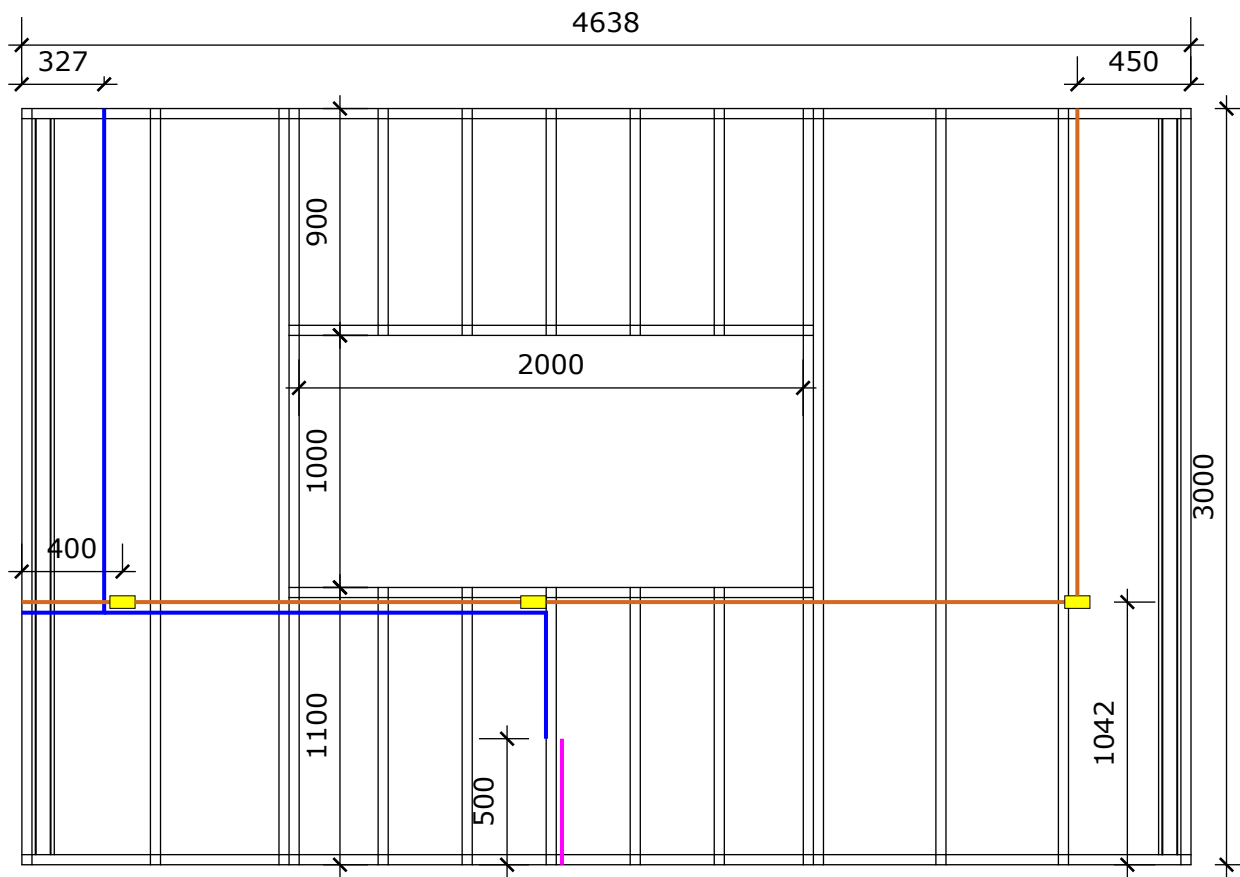
Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2850	1	GUIA
U-90	1925	1	GUIA
U-90	75	1	MONTANTE
Ue-90	3000	8	MONTANTE
Ue-90	900	2	MONTANTE

Legenda	
	Tubulação de água fria
	Tubulação elétrica
	Tubulação esgoto
	Caixinha elétrica 4x2 vertical
	Caixinha elétrica 4x2 horizontal

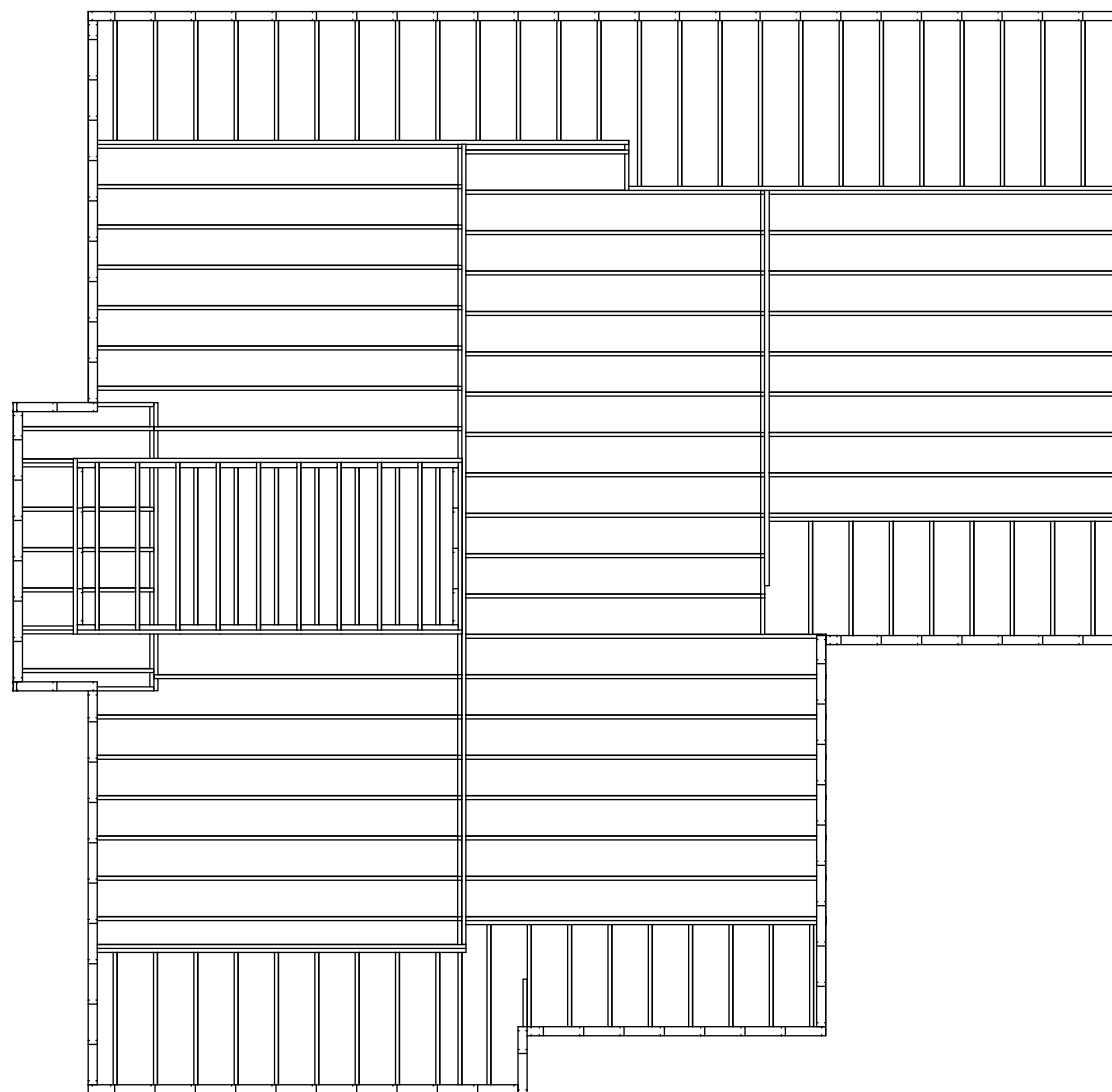


PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	4638	2	GUIA
U-90	2000	2	GUIA
Ue-90	3000	11	MONTANTE
Ue-90	900	5	MONTANTE
Ue-90	1100	5	MONTANTE

**Legenda**

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



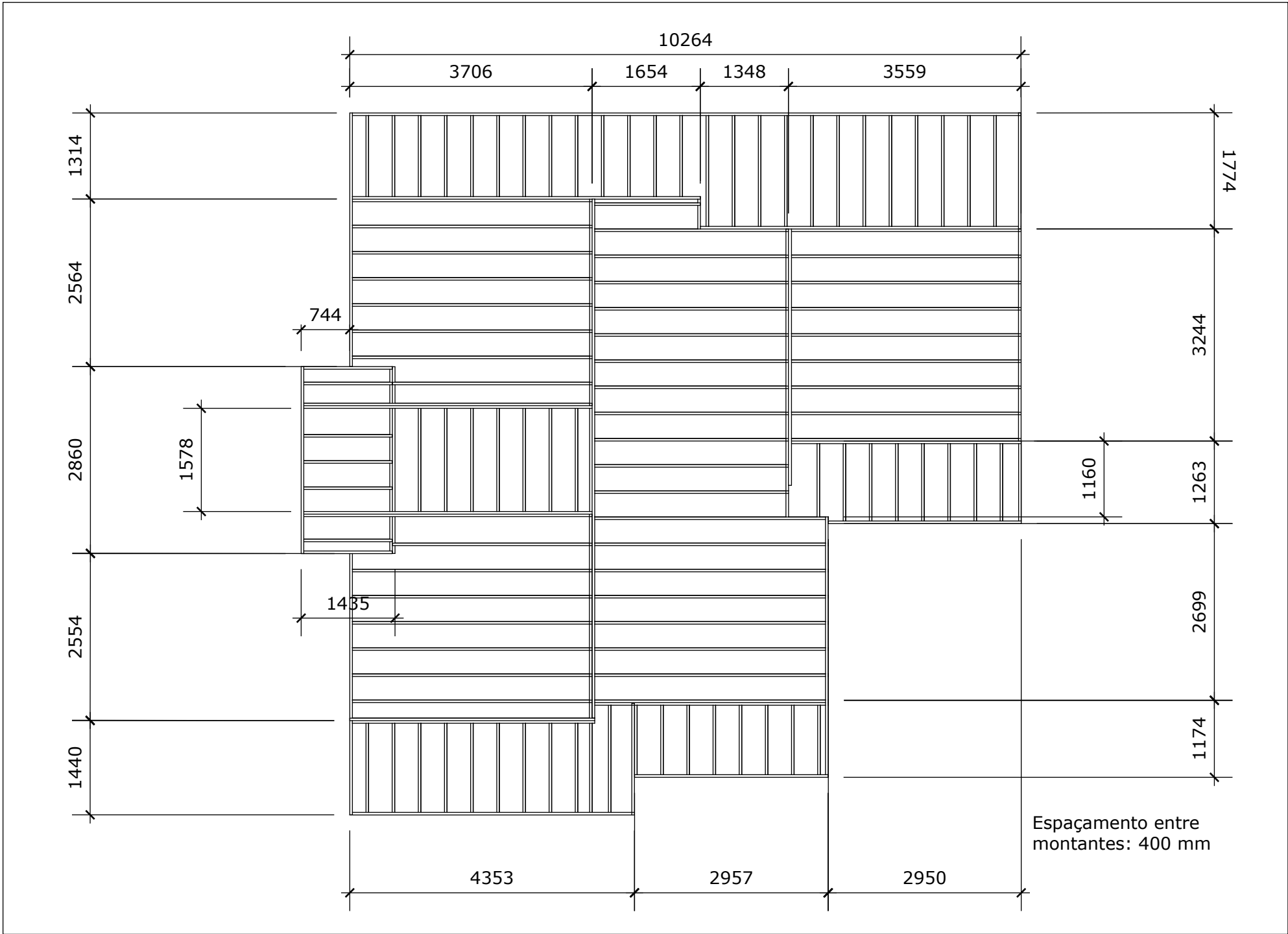


**PLANTA DA COBERTURA**

**Nome do Projeto:** Condomínio vila com 5 casas térreas em Light Steel Frame (Casas 1,4 e 5)

**Escala:** 1:75

**Data:** 28 de agosto de 2017



**Nome do Projeto:** Condomínio vila com 5 casas térreas em Light Steel Frame (Casas 1,4 e 5)

**Nome do Painel:** Plano de Cobertura      **Escala:** 1:75      **Data:** 28 de agosto de 2017

PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-140	10264	1	GUIA
U-140	5360	1	GUIA
U-140	4903	1	GUIA
U-140	2564	1	GUIA
U-140	2860	2	GUIA
U-140	2554	1	GUIA
U-140	4353	1	GUIA
U-140	2957	1	GUIA
U-140	3879	1	GUIA
U-140	2950	1	GUIA
U-140	3244	1	GUIA
U-140	7978	2	GUIA
U-140	558	1	GUIA
U-140	662	1	GUIA
U-140	4404	2	GUIA
U-140	3557	1	GUIA
U-140	3564	1	GUIA
U-140	4746	1	GUIA

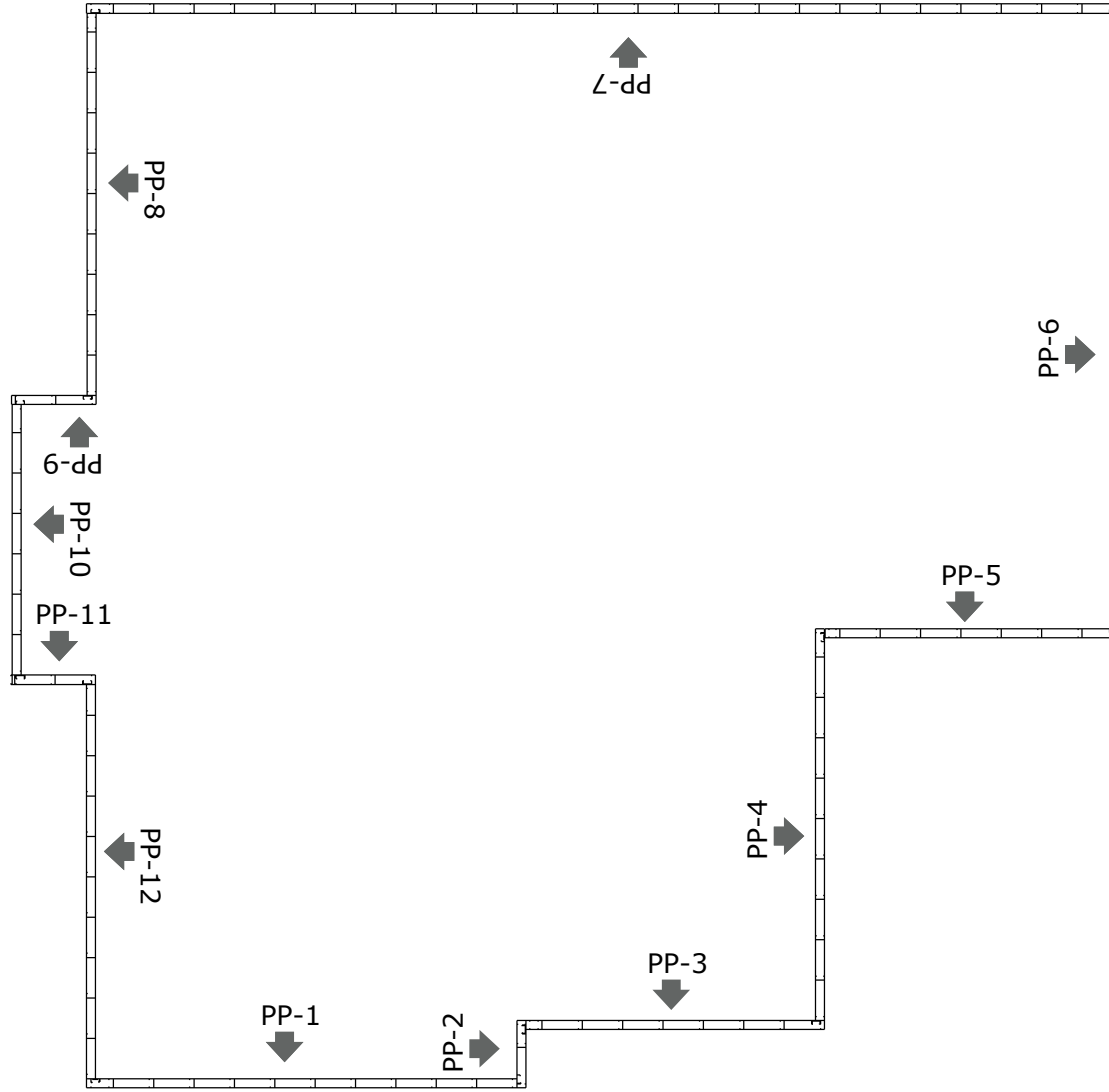
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
Ue-140	1315	14	MONTANTE
Ue-140	1776	13	MONTANTE
Ue-140	1353	10	MONTANTE
Ue-140	3706	14	MONTANTE
Ue-140	2353	4	MONTANTE
Ue-140	1578	7	MONTANTE
Ue-140	1440	11	MONTANTE
Ue-140	1180	8	MONTANTE
Ue-140	3564	8	MONTANTE
Ue-140	3000	11	MONTANTE
Ue-140	1263	8	MONTANTE
Ue-140	1676	2	MONTANTE

**Nome do Projeto:** Condomínio vila com 5 casas térreas em Light Steel Frame (Casas 1,4 e 5)

**Nome do Painel:** Tabela de perfis para cobertura

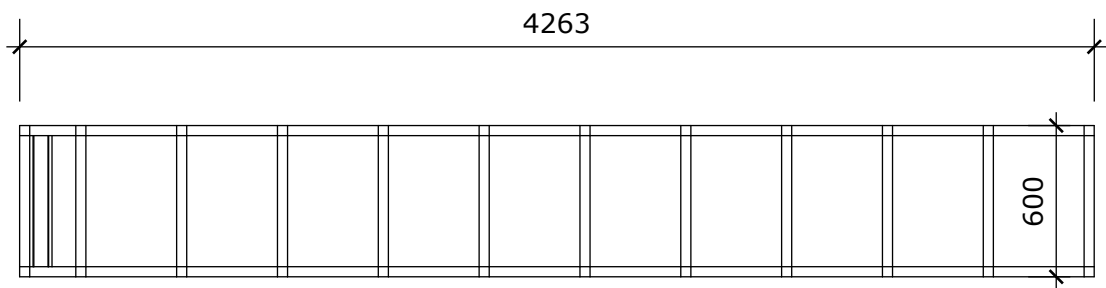
**Data:** 28 de agosto de 2017

# PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DOS PAINÉIS DA PLATIBANDA

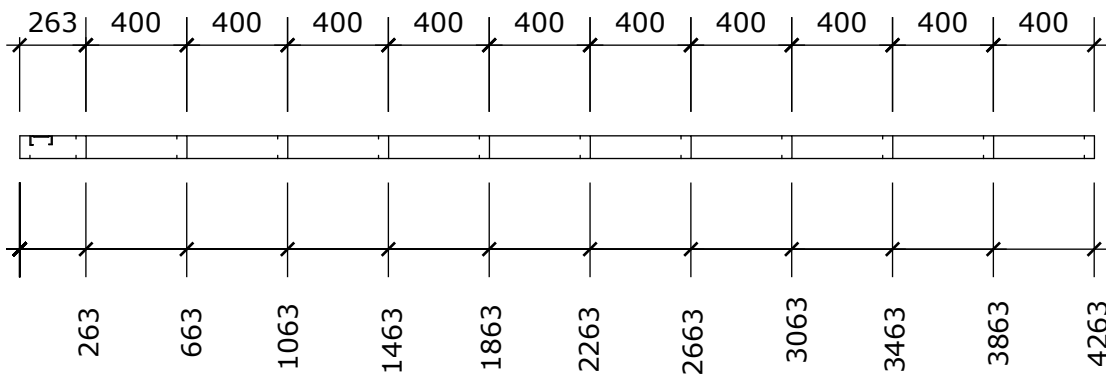


LEGENDA:

PP - Paineis platibanda

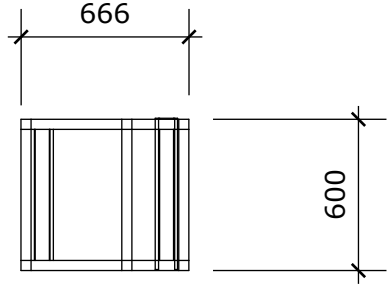
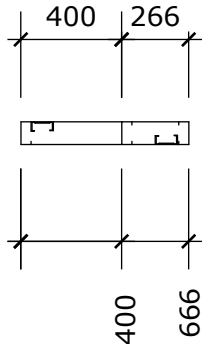


PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	4263	2	GUIA
Ue-90	600	13	MONTANTE



**Legenda**

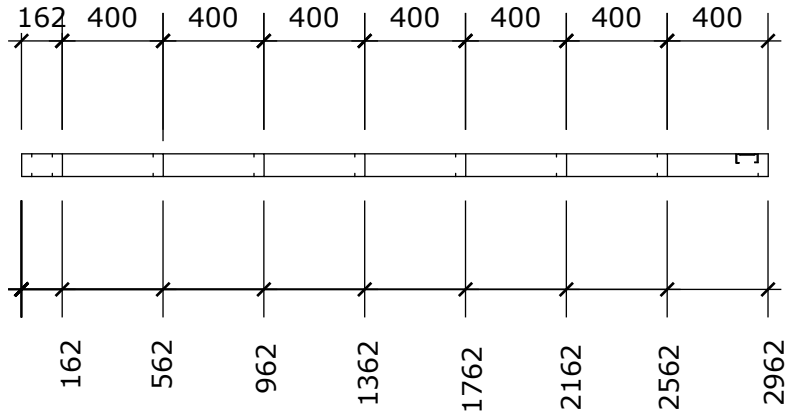
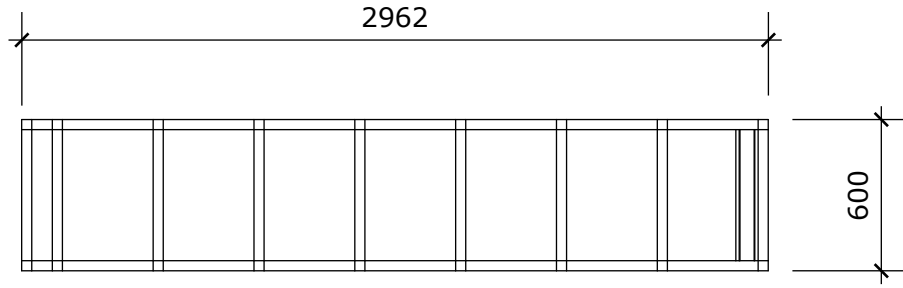
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	666	2	GUIA
Ue-90	600	5	MONTANTE

Legenda

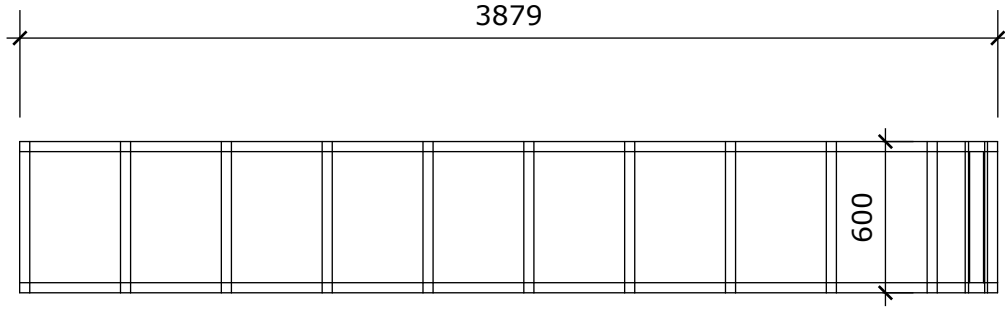
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



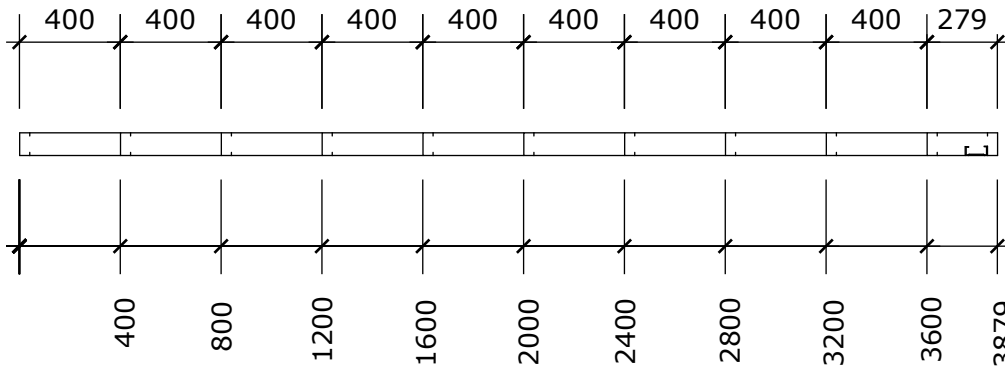
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2962	2	GUIA
Ue-90	600	10	MONTANTE

Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



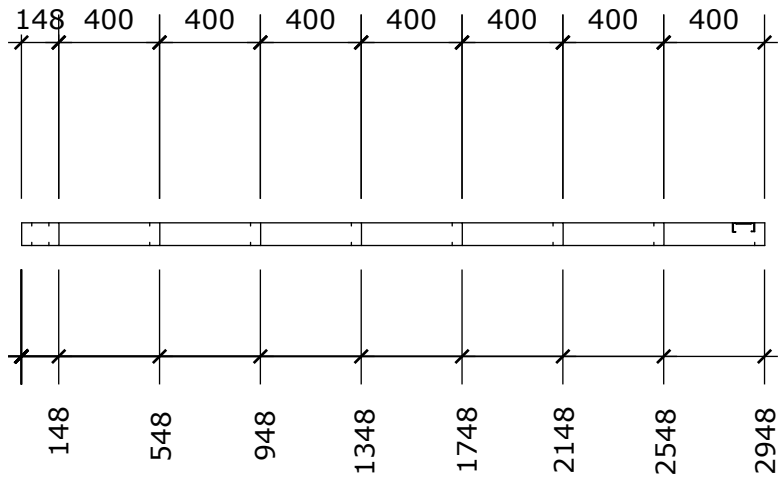
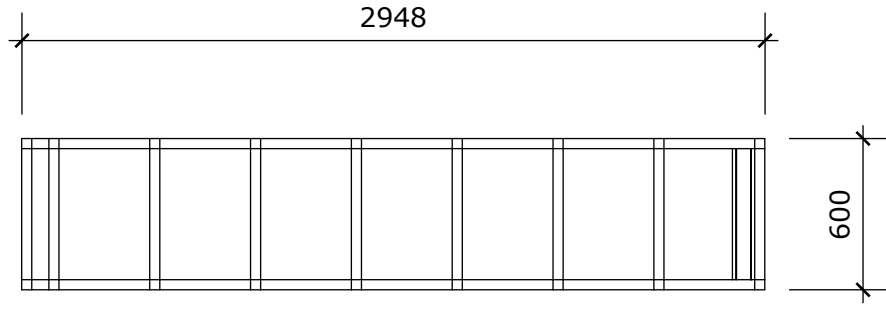
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3879	2	GUIA
Ue-90	600	12	MONTANTE



Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal

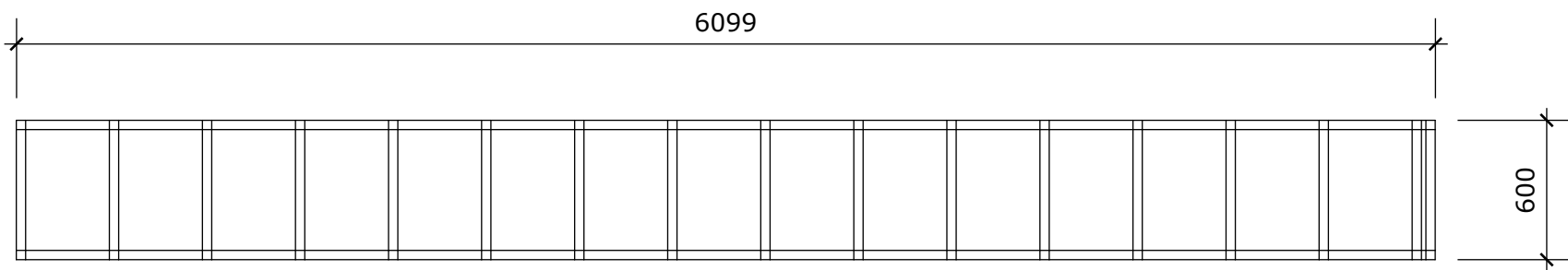




PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2948	2	GUIA
Ue-90	600	10	MONTANTE

Legenda

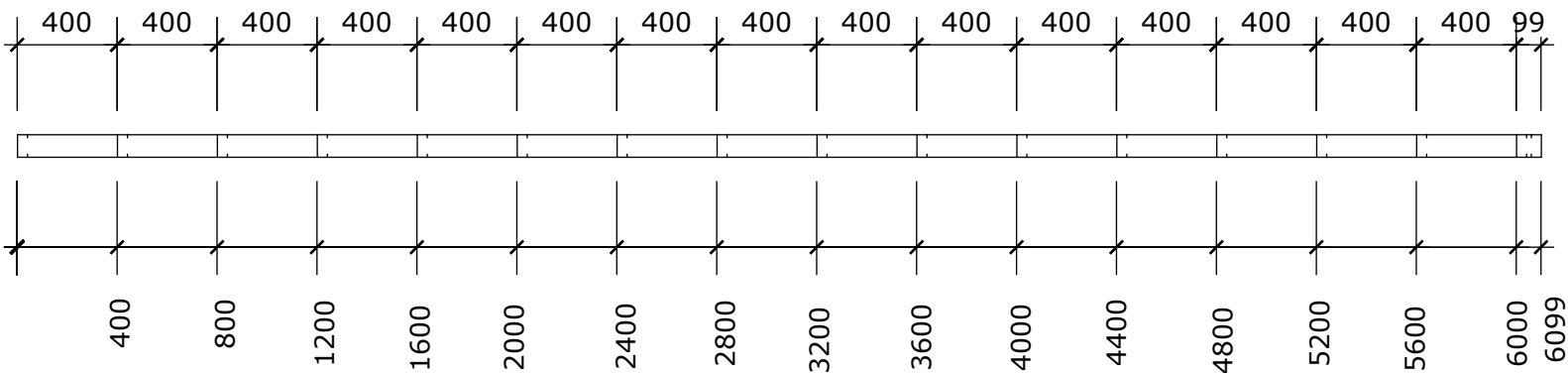
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal

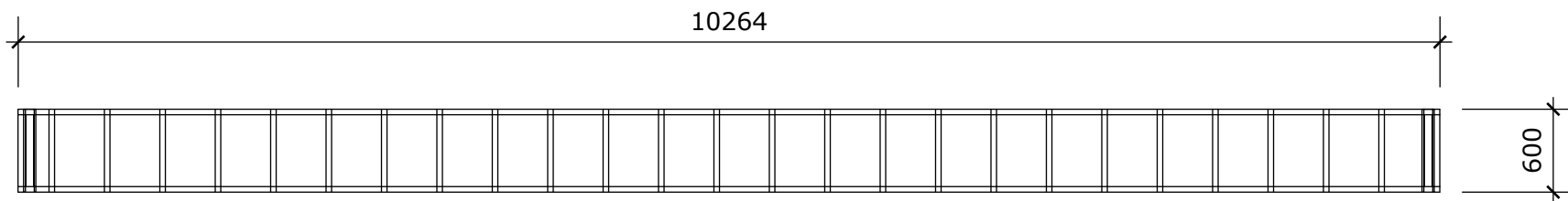


Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal

PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	6099	2	GUIA
Ue-90	600	17	MONTANTE

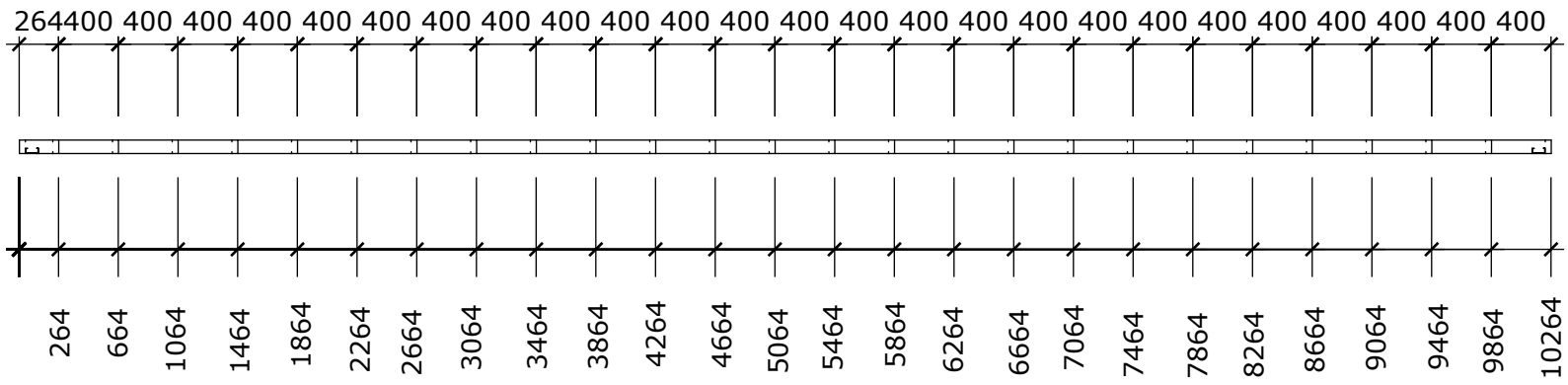


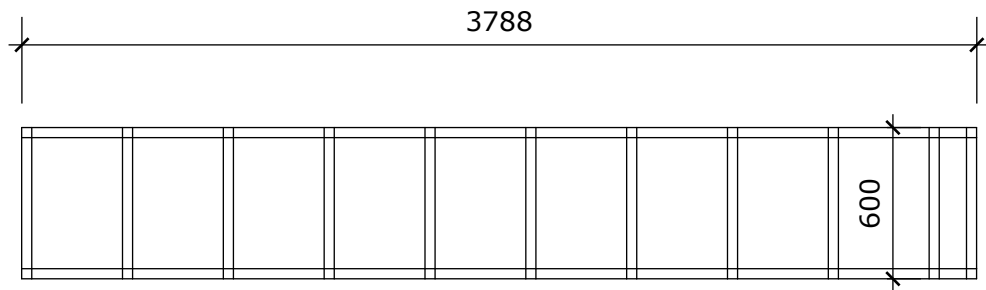


**Legenda**

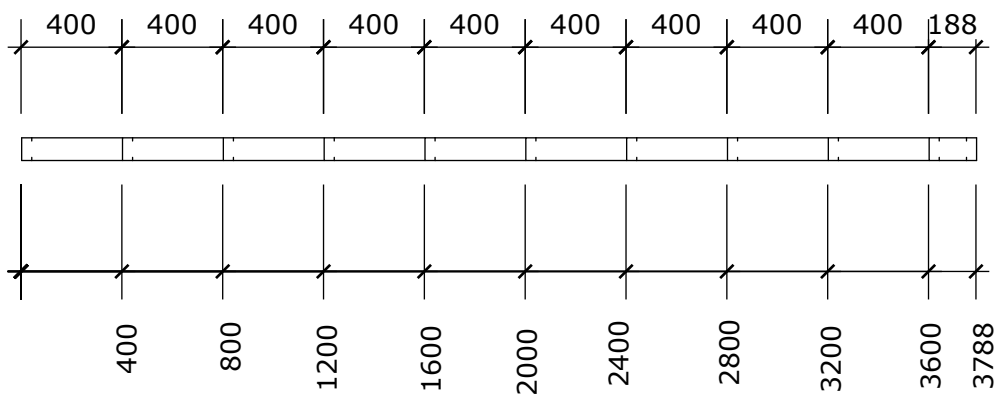
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal

PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	10264	2	GUIA
Ue-90	600	29	MONTANTE



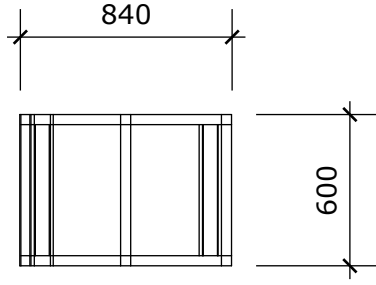
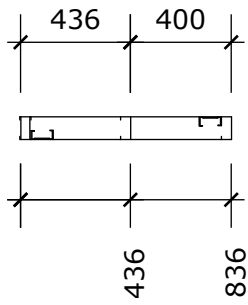


PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3788	2	GUIA
Ue-90	600	11	MONTANTE



#### Legenda

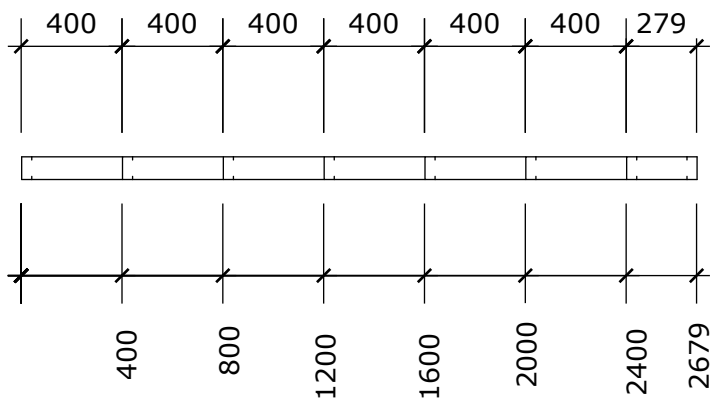
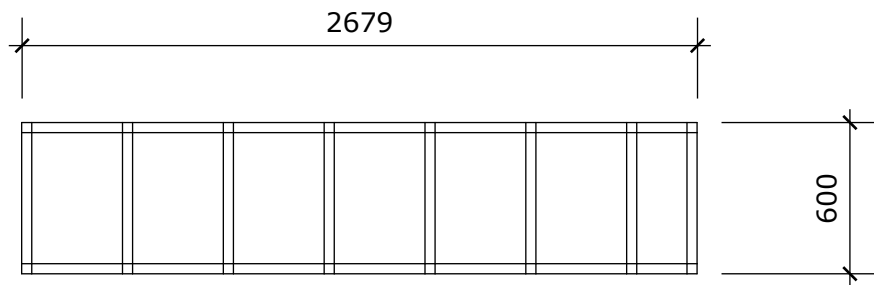
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	840	2	GUIA
Ue-90	600	5	MONTANTE

#### Legenda

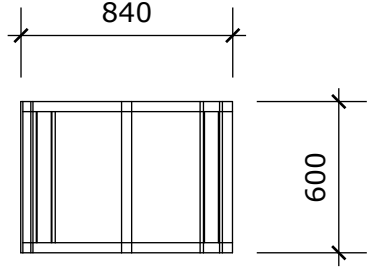
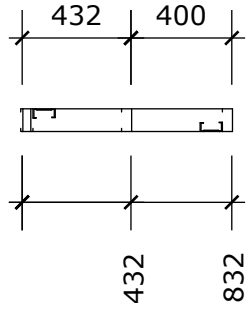
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	2679	2	GUIA
Ue-90	600	8	MONTANTE

Legenda

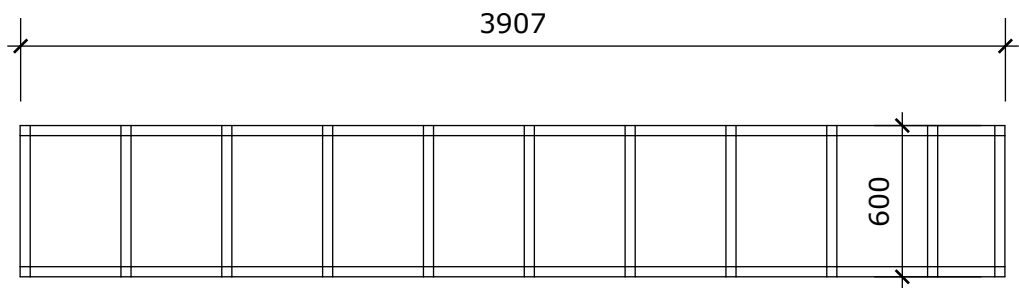
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



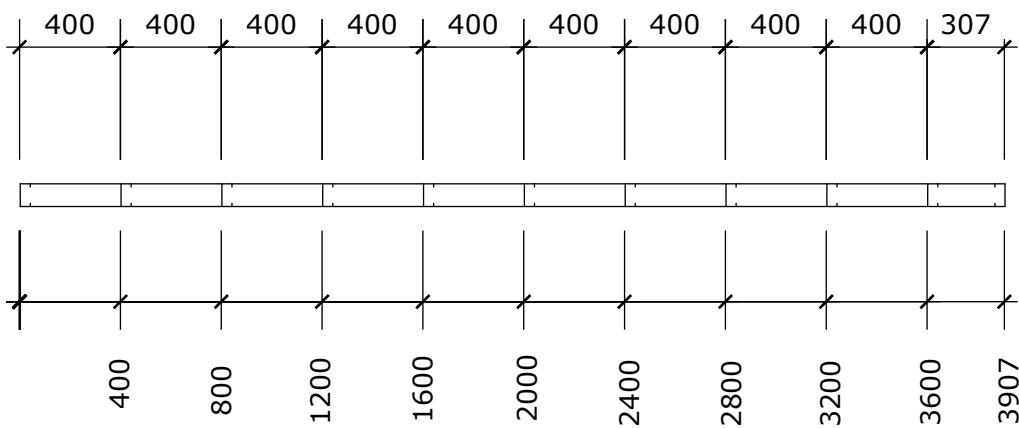
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	840	2	GUIA
Ue-90	600	5	MONTANTE

#### Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



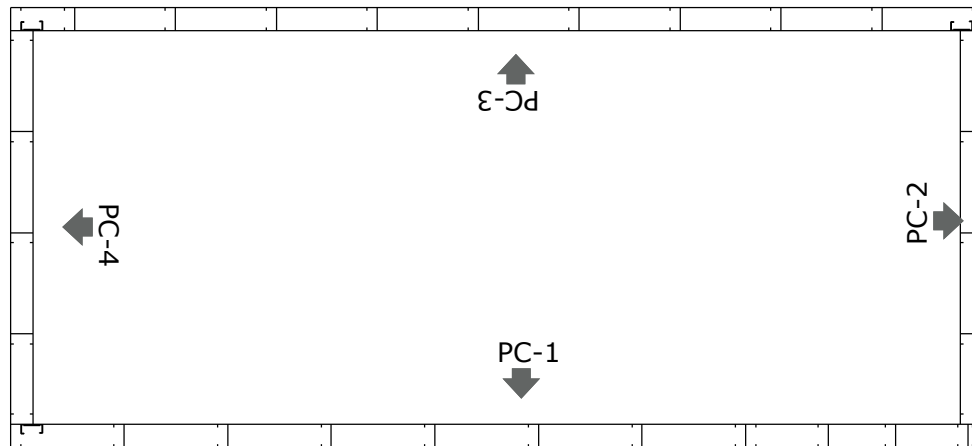
PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3907	2	GUIA
Ue-90	600	11	MONTANTE



Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal

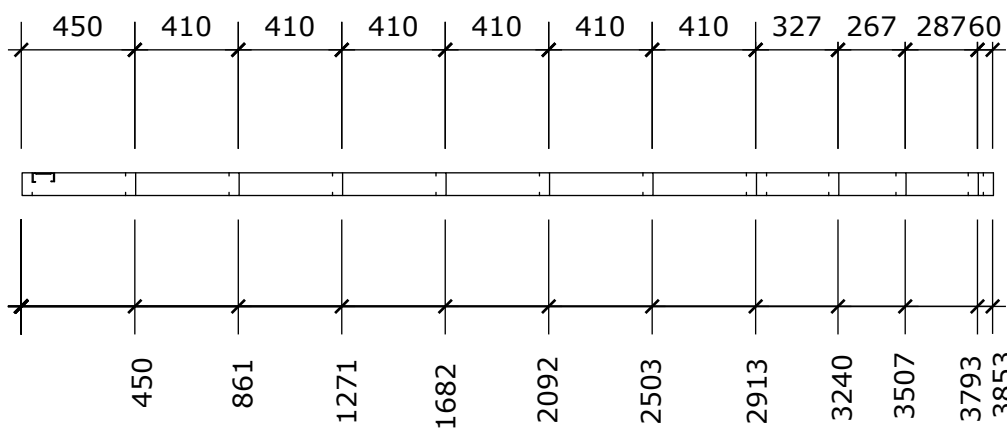
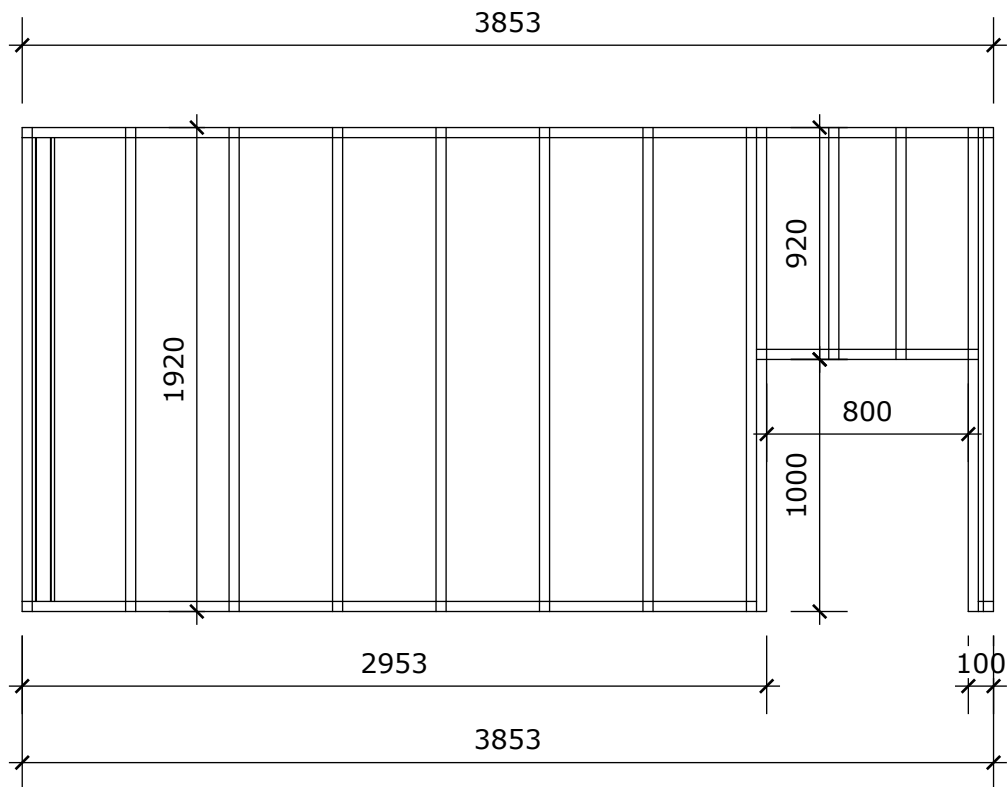




## PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DOS PAINÉIS DA CAIXA D'AGUA

LEGENDA:

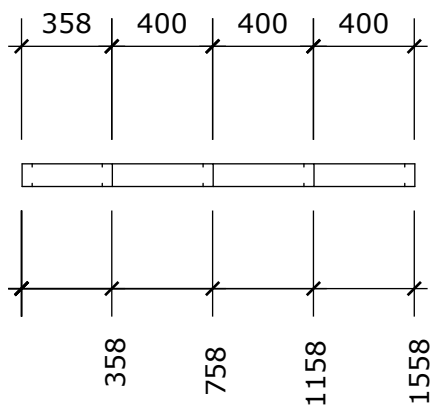
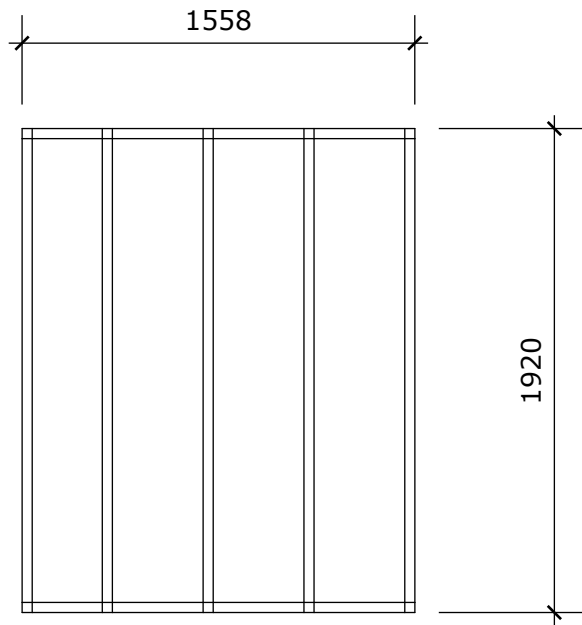
PC - Painel Caixa D'agua



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3853	1	GUIA
U-90	2953	1	GUIA
U-90	800	1	MONTANTE
U-90	100	1	GUIA
Ue-90	1920	12	MONTANTE
Ue-90	920	2	MONTANTE

**Legenda**

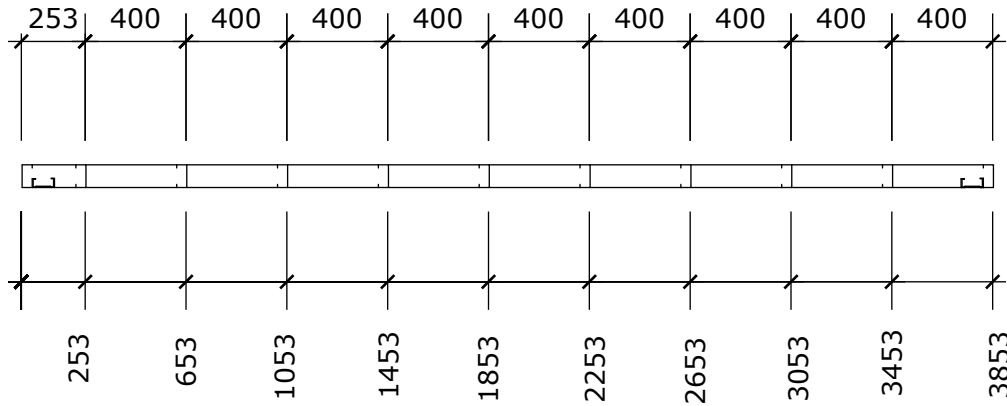
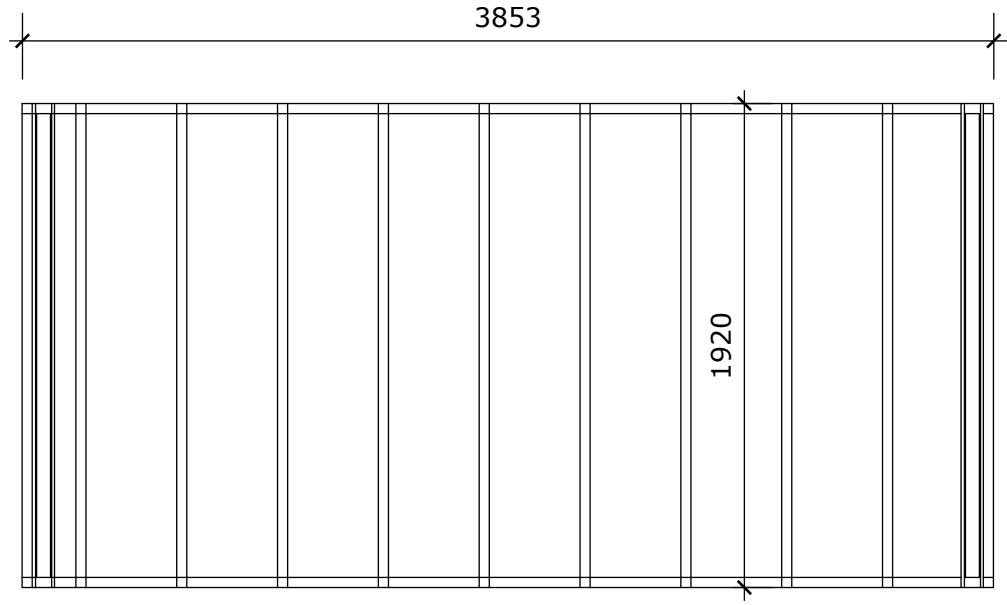
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1558	2	GUIA
Ue-90	1920	5	MONTANTE

Legenda

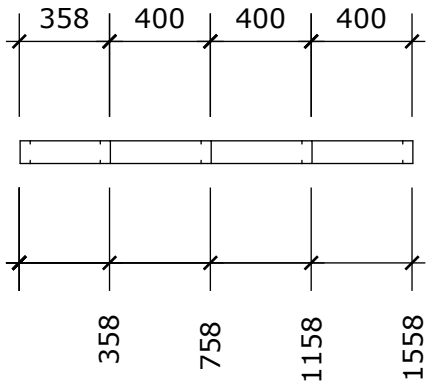
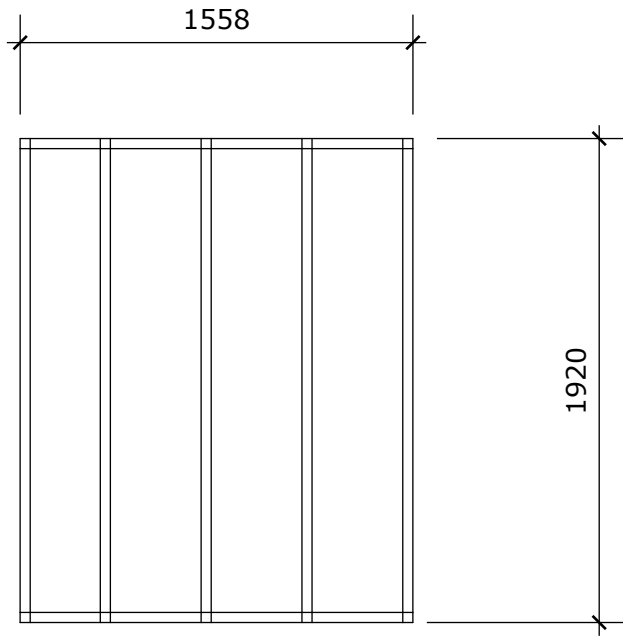
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	3853	2	GUIA
Ue-90	1920	13	MONTANTE

**Legenda**

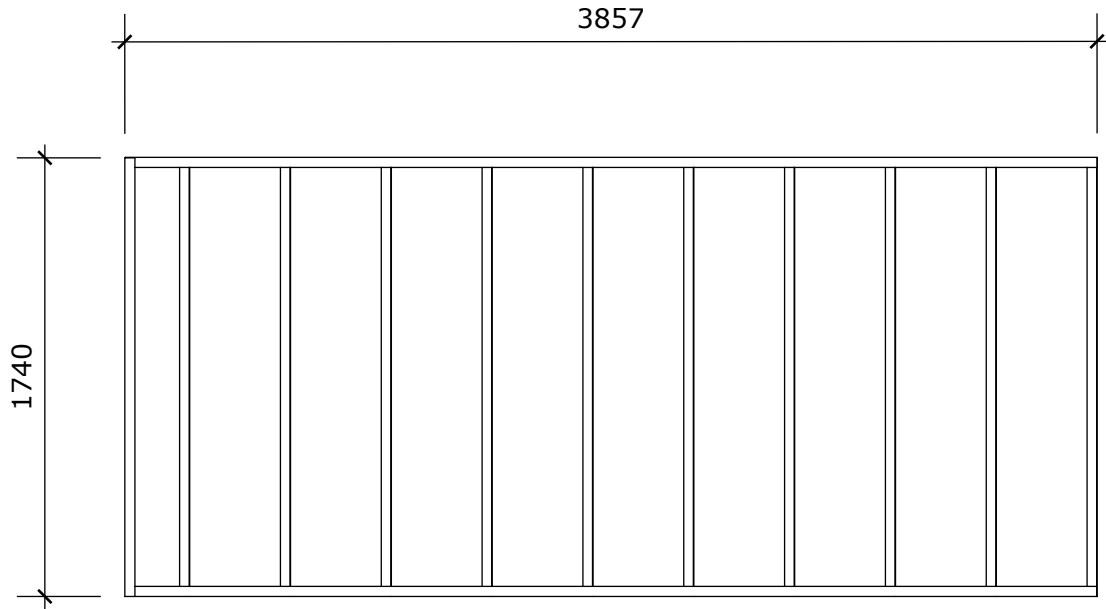
- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-90	1558	2	GUIA
Ue-90	1920	5	MONTANTE

Legenda

- Tubulação de água fria
- Tubulação elétrica
- Tubulação esgoto
- Caixa elétrica 4x2 vertical
- Caixa elétrica 4x2 horizontal



Espaçamento entre montantes: 400 mm

PERFIL	COMP.	QUANT.	USO
U-140	3857	2	GUIA
Ue-140	1740	11	MONTANTE