

**LUCAS TOSHIO HAIBARA  
THOMAS YUJI MINAKI  
VANESSA OYAKAWA  
WILSON CARLOS KAKUTA JUNIOR**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO PARA UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Projeto de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo, no âmbito do Curso de  
Engenharia Civil

São Paulo  
2012



**LUCAS TOSHIO HAIBARA  
THOMAS YUJI MINAKI  
VANESSA OYAKAWA  
WILSON CARLOS KAKUTA JUNIOR**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO PARA UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Projeto de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo, no âmbito do Curso de  
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dra. Mércia Maria  
Semensato Bottura de Barros

São Paulo  
2012

**Haibara, Lucas Toshio**

**Desenvolvimento de projeto para uma residência unifamiliar  
/ L.T. Haibara, T.Y. Minaki, V. Oyakawa, W.C. Kakuta Junior. --  
São Paulo, 2012.**

**108 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.**

**1.Construção civil (Projeto) 2.Residência domiciliar I.Minaki,  
Thomas Yuji II.Oyakawa, Vanessa III. Kakuta Junior, Wilson  
Carlos IV.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Depar-  
tamento de Engenharia de Construção Civil V.t.**

## **AGRADECIMENTOS**

À nossa família que nos deu todo carinho e apoio para concluir mais uma etapa de nossas vidas.

À Prof. Dra. Mércia Maria Semensato Bottura de Barros por seus ensinamentos, paciência, confiança e orientação.

Aos professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos da mais alta qualidade, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Ao casal Silvio e Isabel Takai que, assumindo o papel de clientes, definiram o programa de necessidades e disponibilizaram o terreno para visitas e realização dos estudos de sondagem que subsidiaram o desenvolvimento do projeto.



## RESUMO

O escopo deste trabalho consiste no desenvolvimento e planejamento, em pequena escala, do projeto de uma residência unifamiliar, cujo principal objetivo é adquirir experiência e familiaridade com os projetos para ter a possibilidade de atuar futuramente neste ramo da Engenharia Civil.

Para isso, foram elaborados os projetos em um terreno no município de Bertioga, em que deverão estar de acordo com o programa de necessidades dos proprietários do terreno, assim como deverá atender o orçamento disponível.

No desenvolvimento do trabalho, foi aplicada a metodologia do Projeto Simultâneo para a elaboração coordenada entre as diversas disciplinas que envolvem o projeto.

Como resultado deste trabalho, estão os projetos executivos, memoriais de cálculo, o orçamento referente ao empreendimento e o cronograma físico-financeiro.

Palavras-Chave: residência unifamiliar; projeto simultâneo, empreendimento de pequeno porte, construção de casas

## ABSTRACT

This project consists on the development and planning in small scale of a residence project, exercising the practice of an actual project, and opening the possibility of future works by the group elements in this field of Civil Engineering.

For this, the project was developed in a terrain in Bertioga city, following the needs programmed by the terrain's owners, and seeing to the allowed budget.

Throughout this project development, methodologies of design sequence were used for the coordinated preparation between the vast diversity of subjects involved.

As a result of this project are the executive designs, calculation memorials, the budget concerning this real estate project and a work plan physical-financial schedule.

Keywords: single-family residence, design sequence, small scale project, house construction

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Fluxo geral de etapas do desenvolvimento de projeto .....	13
Figura 2-1 Proposta para a sequencia do projeto (Etapa II e III) privilegiando o paralelismo e a interatividade entre etapas de projeto .....	15
Figura 3-1 – Vista aérea da localização do terreno na Rua Re .....	19
Figura 3-2 - Arruamento do condomínio sem asfaltamento (27/02/12) .....	19
Figura 3-3 - Frente do terreno .....	20
Figura 3-4. Padrão das casas do Condomínio Costa do Sol (27/02/12) .....	20
Figura 3-5 Padrão das casas do Condomínio Costa do Sol (27/02/12) .....	21
Figura 3-6 Vista aérea dos condomínios .....	22
Figura 3-7 - Comparação entre as casas da região A e B .....	22
Figura 3-8 - Nivelamento da Estação Total .....	25
Figura 3-9 - Coleta de dados referente ao vértice da poligonal .....	25
Figura 3-10 - Nivelamento do equipamento .....	27
Figura 3-11 - Medição com a mira .....	28
Figura 3-12 - Levantamento Topográfico .....	30
Figura 3-13 – Ilustração da localização dos poços .....	33
Figura 3-14 – Perfuração do solo para analisar a profundidade do nível d’água ..	34
Figura 3-15 - Perfuração do solo .....	35
Figura 3-16 - Croqui apresentado aos clientes .....	37
Figura 3-17. Croqui apresentado aos clientes .....	38
Figura 3-18 - Planta Térreo e Mezanino .....	40
Figura 3-19 - Corte .....	41
Figura 3-20 - Blocos com modulação de 15cm (Família 29) .....	43
Figura 3-23 – Ilustração de uma laje treliçada .....	44
Figura 3-24 - Modelo Virtual .....	45
Figura 3-25 - Telha colonial .....	45
Figura 3-26 – Caimento mínimo para a telha colonial .....	46
Figura 3-27 - Viga de madeira maçaramduba .....	46
Figura 3-28 - Pontos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral e específico presentes na residência - Térreo .....	49
Figura 3-29- Pontos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral e específico presentes na residência – Mezanino .....	50
Figura 3-30 - Passagem da tubulação em planta .....	51
Figura 3-31 - Tubulação de PVC rígido .....	51
Figura 3-32- Caixa d’água .....	51
Figura 3-33 - Posição da Caixa d’água .....	52
Figura 3-34 - Caixa de inspeção .....	52
Figura 3-35 - Caixa de gordura .....	53
Figura 3-36 - Tubulação de esgoto PVC soldável rígido .....	53
Figura 3-37 - Fossa Séptica .....	53
Figura 5-1 - Exemplo de detalhamento de porta de madeira com altura de 2,10m (vista lateral) .....	57
Figura 5-2 - Exemplo de detalhamento de porta de madeira com altura de 2,10m (vista superior) .....	57
Figura 5-3 - Localização das portas e janelas no térreo e mezanino .....	59
Figura 5-4 - Projeto de contrapiso .....	61
Figura 5-5 - Detalhe do revestimento sobre mezanino .....	62

Figura 5-6 -Detalhe de execução de revestimento vertical .....	62
Figura 5-7 – Árvores a serem removidas .....	63
Figura 5-8 - Detalhe da vala de drenagem.....	64
Figura 5-9 - Frente do terreno sem a presença de sarjeta para escoamento da água .....	64
Figura 5-10 - Calha de beiral com seção circular PVC.....	65
Figura 5-11- Disposição do telhado.....	65
Figura 5-12 – Área do radier .....	67
Figura 5-13 – Trecho de parede mais solicitada .....	68
Figura 5-14 – Altura da sapata corrida sob carregamento uniforme distribuída .....	69
Figura 5-15 – Altura do radier na área interna e externa.....	70
Figura 5-16 – Seção de referência para cálculo do momento fletor .....	70
Figura 5-17 – Carga segundo a direção paralela ao lado “a” .....	70
Figura 5-18 – Seção de referência para verificação da força cortante .....	72
Figura 5-19 – Disposição das armaduras nos trechos de paredes .....	74
Figura 5-20 – Disposição das armaduras na malha .....	74
Figura 5-21 – Detalhe de apoio de viga sobre alvenaria .....	76
Figura 5-22 - Detalhe do apoio da laje sobre o alvenaria .....	78
Figura 5-23 - Vigotas Treliçadas Unidirecionais com Lajota Cerâmica .....	79
Figura 5-24 – Montagem das vigotas e encaixe das lajotas.....	80
Figura 5-25 - Desenho da viga bi-apoiada com os carregamentos.....	81
Figura 5-26 – Detalhe do perfil da viga .....	82
Figura 5-27 – Detalhamento da Viga.....	83
Figura 5-28 - Modelo estrutural da escada.....	83
Figura 5-29 - Detalhe da Escada.....	84
Figura 5-30 – Modelo de carregamento de pilar.....	86
Figura 5-31 – Seção do Pilar.....	86
Figura 5-32 - Seção da Viga.....	87
Figura 5-33 - Localização dos trechos dimensionados .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 - Cálculo de Azimutes .....	28
Tabela 3-2 - Cálculo das Coordenadas .....	29
Tabela 3-3 – Carga de iluminação da residência .....	48
Tabela 3-4 – Quantidade de pontos de tomada (uso geral e específico) .....	49
Tabela 5-1- Cálculo de área mínima de abertura .....	58
Tabela 5-2- Área de contribuição e vazão de projeto .....	66
Tabela 5-3 - Vazão na calha e verificação .....	67
Tabela 5-4- Cargas permanentes e acidentais de cada parede .....	68
Tabela 5-5 -Cálculo do carregamento da parede nos trechos mais solicitados .....	76
Tabela 5-6 - Cálculo das cargas atuantes sobre o mezanino.....	81
Tabela 5-7 - Determinação da capacidade da caixa d’água necessária .....	89
Tabela 5-8 – Quantidades de aparelhos sanitários e pesos atribuídos aos pontos de utilização .....	90
Tabela 5-9 - Dimensionamento da tubulação de água fria.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1 - Planejamento das atividades para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura.....	17
Quadro 3-2 – Valores de venda obtidos para os terrenos e as unidades habitacionais, a partir de dados de imobiliárias locais em 27/02/2012.....	23
Quadro 3-3 - Dados dos pontos da poligonal e dos pontos de detalhes .....	27
Quadro 3-4 – Pressões Admissíveis da Norma Brasileira NBR-6122 - Projeto e execução de Fundações .....	31
Quadro 3-5 – Valores mínimos das cargas verticais, trecho do quadro retirado da NBR 6120.....	32
Quadro 3-6 – Comparação da resistência do solo com as cargas aplicadas pelas edificações .....	33
Quadro 3-7 – Profundidade do nível d’água identificada pelas perfurações .....	34
Quadro 3-8– Cálculo do pré-orçamento da residência.....	55
Quadro 5-1 - Resumo de janelas .....	60
Quadro 5-2 -- Resumo de portas.....	60
Quadro 5-3 - Valores adotados de vazão, altura da lâmina da água e comprimento do conduto vertical .....	67
Quadro 5-4 – Valores das cargas na laje .....	78
Quadro 5-5 – Valores de Kmod,1 .....	85
Quadro 5-6 – Valores de Kmod,2.....	85
Quadro 5-7– valores de Kmod,3 .....	85
Quadro 5-8 - Diâmetro da tubulação de alimentação.....	89
Quadro 5-9 - UHC’s dos aparelhos sanitários e os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga.....	95
Quadro 5-10 - Diâmetro nominais dos ramais de esgoto .....	96
Quadro 5-11 - Diâmetro nominal em função do número máximo de UHC .....	96
Quadro 5-12 – Cargas de iluminação– Potência de iluminação (VA) em função das dimensões dos ambientes.....	98
Quadro 5-13 – Quantidade de mínima de pontos de tomada de uso geral e específico .....	99
Quadro 5-14 - Previsão das cargas de pontos de tomadas de uso geral e específico .....	100
Quadro 5-15 - Resumos dos dados obtidos.....	100
Quadro 5-16– Corrente nominal em cada circuito.....	102

## SUMÁRIO

<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>113</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem ocorrendo forte crescimento do setor de construção civil no país, devido aos eventos da Copa do Mundo e Olimpíadas, e aos planos do governo, tais como o Programa de Aceleramento da Construção (PAC) e o Programa Minha Casa e Minha Vida, que respectivamente, incentivam o desenvolvimento da infraestrutura e a compra da primeira moradia para as classes de baixa renda.

Ao mesmo tempo em que o mercado tem se apresentado favorável, existe a demanda por profissionais qualificados para a atuação neste setor, o que tem exigido das empresas investimentos na área de treinamento para garantir a qualidade no processo construtivo (VALOR ECONÔMICO, 2012).

No ramo habitacional, os dados do SINDUSCON-SP indicam que existe o déficit de 8 milhões de habitações, e que cerca de 1,7 milhões de moradias devem ser construídas anualmente, seja formal ou informalmente.

Diante deste cenário, foi escolhido a construção de uma residência unifamiliar como escopo deste trabalho, para o desenvolvimento do projeto e do planejamento em uma escala pequena, obter a prática do projeto e a possibilidade de atuar futuramente neste ramo da Engenharia Civil.

### **Objetivos**

#### **1.1.1 Objetivos Gerais**

Desenvolver o projeto e o planejamento para a construção de uma residência unifamiliar.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Desenvolver pesquisas para atender a legislação vigente no município de Bertioga, e desenvolver estudo dos métodos construtivos disponíveis na região.

Os projetos da residência deverão estar de acordo com o programa de necessidades dos proprietários do terreno, assim como deverá atender o orçamento disponível de R\$ 140.000,00.

Deve ser analisada a adoção de métodos construtivos adequados e coerentes com o local, considerando medidas sustentáveis que proporcionem conforto e qualidade de vida aos usuários.

## **Justificativa**

O tema abordado no Trabalho de Formatura deve-se ao interesse dos membros do grupo nesse ramo da Engenharia Civil em atuar, futuramente, no mercado de Construção de Residências.

Apesar da pequena escala em relação às outras obras da engenharia civil, como edifícios, estradas, pontes e outras obras de arte, através do projeto de construção de residências será possível compreender as variáveis envolvidas na construção de edifícios e, ao mesmo tempo, possibilitará exercitar e aplicar a maior parte dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Civil.

Destaca-se, ainda, a possibilidade de envolver as diversas disciplinas que compõem o curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica aplicando grande parte dos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, podendo-se citar:

- PHD (Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental):
  - Dimensionamento do sistema hidráulico da residência (drenagem);
  - Dimensionamento da fossa séptica.
- PTR (Departamento de Engenharia de Transportes):
  - Levantamento topográfico do terreno.
- PCC (Departamento de Engenharia de Construção Civil):
  - Aspectos construtivos;
  - Custos de implantação;
  - Sistemas prediais (água fria, elétrico, esgoto, etc.)
- PEF (Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações)
  - Dimensionamento das estruturas e fundações.
- Programa Poli-FAU
  - Projeto de Arquitetura;
  - Projeto de Paisagismo.

Ao final do trabalho de formatura, pretende-se entregar os projetos necessários para viabilizar a construção da residência, destacando-se:

- Projeto de Arquitetura;
- Projeto de Estrutura;
- Projeto de Instalações Elétricas;
- Projeto de Instalações Hidro Sanitária;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Paisagismo.

Além disso, será desenvolvida a documentação legal a ser aprovada pela Prefeitura e o planejamento construtivo e financeiro, passos importantes para viabilizar a construção da casa.

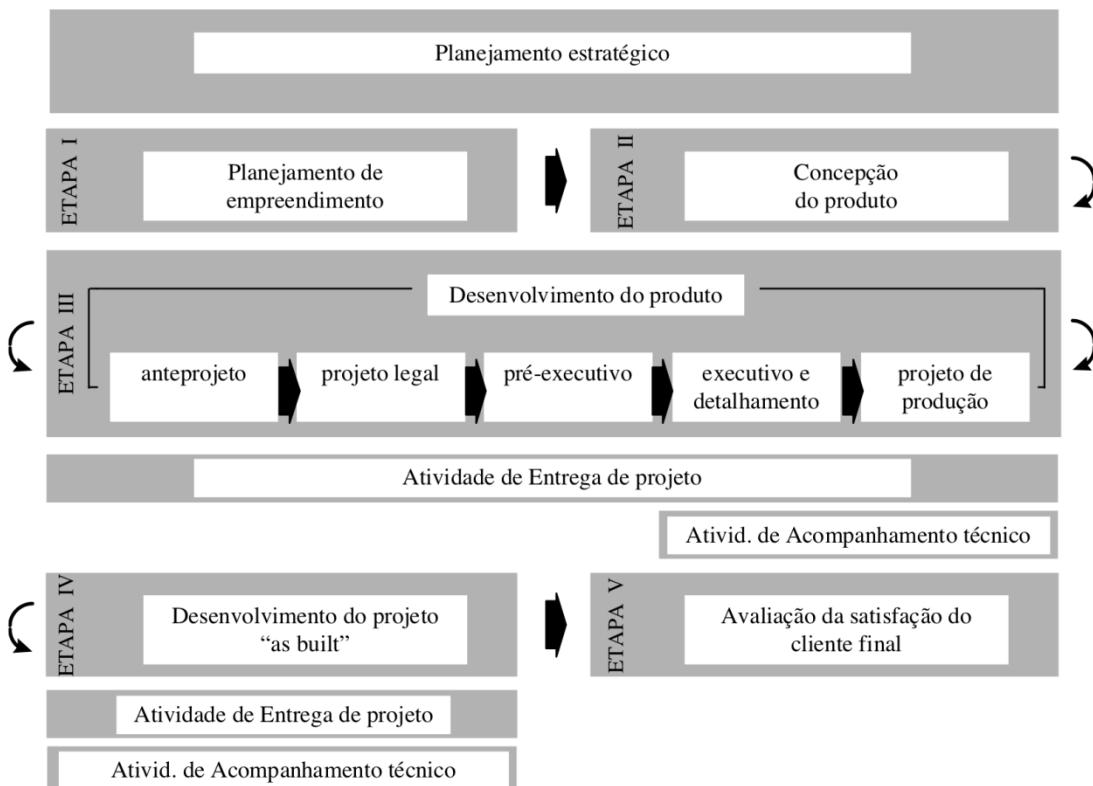
Com a realização destas etapas, será possível completar o ciclo necessário para aprovar e construir uma residência unifamiliar e adquirir conhecimento mais aprofundado deste ramo da Engenharia, acumulando experiência para futuramente atuar neste mercado.

## **Metodologia**

Este trabalho foi desenvolvido conforme a metodologia de Projeto Simultâneo, que consiste em realizar paralelamente as atividades de projeto de forma a trazer para a concepção do produto a participação das diferentes especialidades envolvidas em diferentes “fases” do ciclo de produção do empreendimento, buscando considerar precocemente as necessidades e visões dos clientes (FABRÍCIO, BAÍA & MELHADO, 1998).

De acordo com o fluxograma do Projeto Simultâneo (Figura 1-1), o processo está dividido em 5 etapas:

- Etapa I - Planejamento de empreendimentos: verificar a viabilidade de um produto a partir das necessidades de mercado;
- Etapa II - Concepção do produto: caracterizar o produto quanto a ambientes, processos construtivos, formas e geometria;
- Etapa III - Desenvolvimento do produto: desenvolvimento dos projetos até a fase de execução;
- Etapa IV - Desenvolvimento do projeto "as built", após o término da execução da obra;
- Etapa V - Avaliação da satisfação do cliente.



**Figura 1-1. Fluxo geral de etapas do desenvolvimento de projeto**

Fonte: FABRÍCIO, BAÍA & MELHADO (1998)

O escopo deste trabalho consiste no desenvolvimento da Etapa II e Etapa III, em que constam o levantamento de dados e o desenvolvimento dos projetos necessários para viabilizar a execução. Como o projeto está sendo desenvolvido para atender aos anseios de um cliente em específico, não foi necessário desenvolver a Etapa I, ou seja, de verificar a viabilidade do produto a partir das necessidades de mercado.

Após o desenvolvimento dos projetos, foi elaborado o orçamento para analisar a compatibilidade em relação ao valor do investimento estabelecido pelo cliente.

Para auxiliar no desenvolvimento dos projetos, foram utilizadas diversas ferramentas computacionais, tais como:

- Pacote Office (Word 2007 e Excel 2007)
- AutoCAD 2011 – versão estudantil;
- Revit - 2011
- Orça Casa 2010 – PINI
- Microsoft Project 2003

## 2 PLANEJAMENTO DO PROJETO DE UM EMPREENDIMENTO

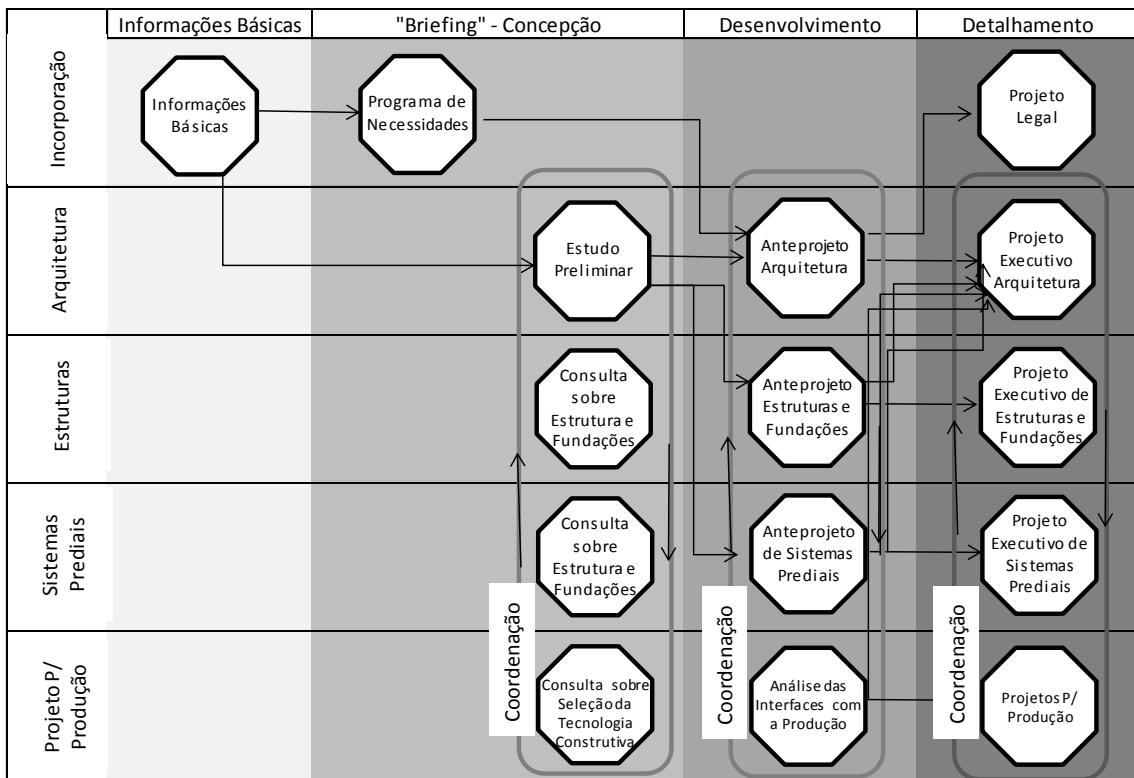
O Projeto Simultâneo, segundo FABRÍCIO, BAÍA & MELHADO (1998), consiste na realização em paralelo e conjunto de várias etapas do desenvolvimento dos projetos envolvidos para a realização empreendimento.

Em um modelo convencional de projeto, é comum que para o início da etapa de projeto de uma determinada especialidade dependa do término de outra, não existindo a coordenação entre elas. Como cada especialidade está em um estágio diferente de desenvolvimento do projeto, existe a dificuldade de realizar a integração entre as especialidades, o que cria o excesso de retrabalho e dificulta a proposição de soluções alternativas para o desenvolvimento do projeto.

No Projeto Simultâneo, esse problema é minimizado, já que o desenvolvimento dos projetos ocorre de forma simultânea e envolve as especialidades desde o início. Assim, as soluções propostas são incorporadas no projeto de todas as especialidades no decorrer do desenvolvimento dos projetos.

Dentro da metodologia de Projeto Simultâneo, o processo que envolve as Etapas II e III (Figura 1-1) pode ser dividido basicamente em 4 partes (Figura 2-1.):

- Informações Básicas: etapa de levantamento, características de terreno e de sua ocupação;
- Concepção ("*Briefing*"): geração do programa de necessidades a ser atendido no desenvolvimento do produto e o estudo preliminar de arquitetura, levando em consideração como serão concebidas as demais especialidades (fundação, estrutura, instalações; etc).
- Desenvolvimento: produção do anteprojeto, em que consiste no desenvolvimento coordenado dos diversos projetos de forma a amarrar as decisões das especialidades envolvidas e otimizar globalmente o projeto.
- Detalhamento: produção do projeto executivo, em que consiste no detalhamento dos projetos da etapa anterior para serem realizados na obra.



**Figura 2-1 Proposta para a sequencia do projeto (Etapa II e III) privilegiando o paralelismo e a interatividade entre etapas de projeto**

Fonte: FABRÍCIO, BAÍA & MELHADO (1998)

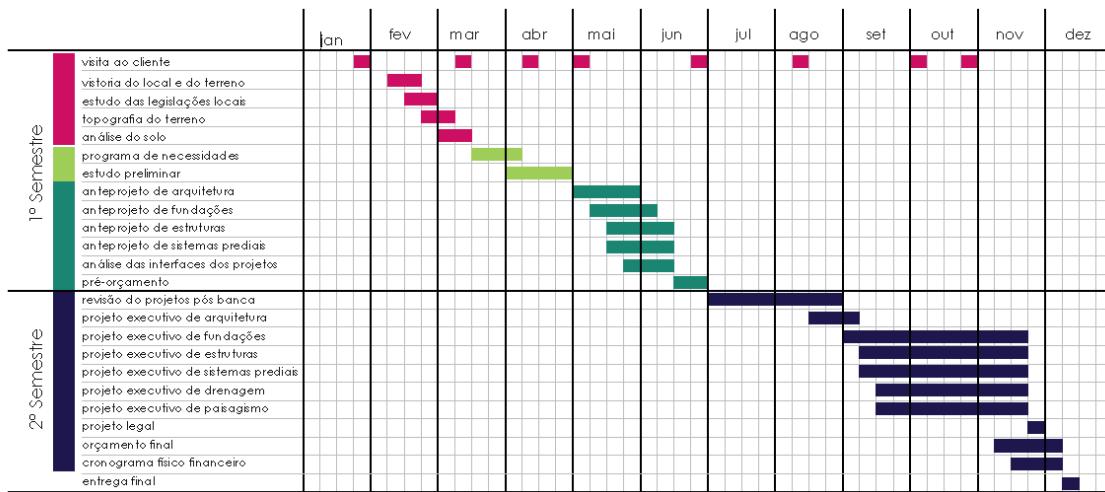
Para elaboração deste trabalho serão realizadas as seguintes ações dentro das seguintes etapas:

- Informações Básicas:
  - Contato com o cliente;
  - Vistoria do local e dos entornos do terreno;
  - Estudo das legislações local;
  - Topografia do terreno;
  - Perfil do subsolo.
- Concepção:
  - Programa de necessidades ("briefing");
  - Estudo Preliminar.
- Desenvolvimento do Anteprojeto
  - Anteprojeto de Arquitetura;
  - Anteprojeto de Fundações;
  - Anteprojeto de Estruturas;
  - Anteprojeto dos Sistemas Prediais (Instalações Hidráulicas, Esgoto e Elétrica);
  - Análise das Interfaces com a Produção;
  - Pré-orçamento.
- Detalhamento:
  - Projeto Legal;
  - Projeto Executivo de Arquitetura;

- Projeto Executivo de Fundação;
- Projeto Executivo de Estrutura;
- Projeto Executivo dos Sistemas Prediais (Instalações Hidráulicas, Esgoto e Elétrica);
- Projetos para a Produção;
- Orçamento Final;
- Cronograma Físico-Financeiro.

### **3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

Para a coordenação de projetos, o trabalho foi dividido em quatro etapas (Informações Básicas, Concepção, Desenvolvimento e Detalhamento), na qual as três primeiras etapas foram desenvolvidas no primeiro semestre e a última etapa foi realizada no segundo semestre. O planejamento realizado para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura pode ser conferido no Quadro 3-1.



### **Quadro 3-1 - Planejamento das atividades para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura**

Para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura, exigiu-se que todas as tarefas previstas no Quadro 3-1 - Planejamento das atividades para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura estivessem sendo cumpridas na sequência prevista, uma vez que grande parte das etapas do trabalho dependia das etapas antecessoras.

Na Parte I deste Trabalho de Formatura será apresentado o trabalho desenvolvido ao longo do primeiro semestre de 2012. O detalhamento dessas tarefas é apresentado na sequência.

## Informações Básicas

Nesta primeira etapa, foram realizados o levantamento das informações básicas referentes ao empreendimento, abrangendo as características físicas do terreno, a pesquisa dos valores de mercado das residências na região e as legislações locais, assim como a formulação dos parâmetros e das diretrizes do projeto para auxiliar na obtenção do produto conforme com as expectativas do cliente.

### **3.1.1 Visita ao cliente**

O primeiro contato com os clientes ocorreu no final do mês de Janeiro, para

que o grupo inteiro pudesse conhecer a família. Os clientes do empreendimento são o casal Silvio Takai e Isabel Takai, moradores do município de Osasco, São Paulo. O casal adquiriu um terreno no Condomínio Costa do Sol, onde pretendem construir e fixar residência na Praia de Guaratuba, no município de Bertioga, São Paulo.

Neste primeiro contato, foi possível fazer o levantamento das características do terreno e compreender que tipo de empreendimento seria realizado no local.

Depois da casa construída, a vontade dos clientes é fixar residência nela. Por ser um casal de aposentados, a primeira necessidade levantada foi sobre a acessibilidade. Uma das exigências estabelecidas por eles foi a construção de uma casa térrea, pois isto facilitaria a circulação no dia-a-dia. Como pretendem receber visitas eventuais, solicitaram que tivesse um mezanino que pudesse servir de dormitório, além da sala e cozinha integradas, um banheiro e uma suíte. Também foram solicitadas quatro vagas para guardar veículos.

Apesar de apenas o casal residir na casa, foi solicitado que o dimensionamento dos espaços considerasse a possibilidade de se receber hóspedes durante o período de férias e verão. Para isso, foi solicitado que se construísse uma edícula ao fundo, contendo duas suítes e uma mini-cozinha. Um dos desejos foi o de que existisse uma churrasqueira na área externa integrada com a área da cozinha.

Para tudo isso, os proprietários dispõem, em princípio, um investimento de R\$140.000,00.

### **3.1.2 Reconhecimento do local**

As visitas ao terreno tiveram como objetivo principal familiarizar-se com o local, o terreno e a vizinhança. Nas visitas foram feitas o reconhecimento das casas locais para verificar os padrões e métodos construtivos utilizados. Na Figura 3-1. está apresentada a vista aérea do terreno, retirada do Google Earth.



**Figura 3-1 – Vista aérea da localização do terreno na Rua Re.**  
Fonte: Google Earth

O terreno está localizado em um *cul-de-sac*, possui formato trapezoidal com a base menor do trapézio na direção da rua (Figura 3.2.). O fundo da casa está voltado para o nordeste. O terreno possui uma leve inclinação ao fundo, em seu lado direito, e atualmente é ocupado por árvores da Mata Atlântica.

Para viabilizar a construção no terreno, o casal entrou com o pedido de compensação ambiental na Prefeitura de Bertioga para a remoção das árvores.

A seguir serão mostradas as fotos da vizinhança, tiradas durante a primeira visita. A Figura 3-2 indica o arruamento do condomínio, em que não existe o asfaltamento na rua de acesso ao terreno.



**Figura 3-2 - Arruamento do condomínio sem asfaltamento (27/02/12)**

Na Figura 3-3 está indicada a frente do terreno, em que ainda não foi realizada a limpeza do terreno, nas Figura 3-4. e Figura 3-5 demonstram o padrão das casas encontradas na região.



**Figura 3-3 - Frente do terreno**



**Figura 3-4. Padrão das casas do Condomínio Costa do Sol (27/02/12)**



**Figura 3-5 Padrão das casas do Condomínio Costa do Sol (27/02/12)**

### **3.1.3 Estudo de Mercado**

Na visita ao terreno foi realizada uma breve pesquisa de mercado da região, que possibilitou estimar os valores dos imóveis no Condomínio Costa do Sol.

Com a ajuda de uma imobiliária local, a Imobiliária Nita, conseguiu-se uma estimativa dos valores dos terrenos e das casas. Apesar de todos os terrenos apresentarem as mesmas dimensões e geometria, observou-se diferença no padrão e no preço das casas em função da sua localização

As regiões A e B estão separadas pela Rodovia Dr. Manuel Hypolito Rego, Figura 3-6, retirada do Google Earth. A região A apresenta maior proximidade à praia, tendo loteamento mais antigo que a região B, apresentando também maior densidade de residências. Além disso, a região A possui asfaltamento e tratamento paisagístico (plantas não-nativas e grama).



**Figura 3-6 Vista aérea dos condomínios**  
Figura retirada do Google Earth

A região B apresenta muitos terrenos vazios ou residências em construção. Muitas ruas ainda não estão asfaltadas e esse lado não possui tratamento paisagístico como observado na região A.

Com relação às casas, percebe-se que as da região A possuem um padrão mais alto que as do lado B, pois muitas casas possuem mais de um pavimento, grandes aberturas de janelas e portas, tratamento paisagístico, etc (Figura 3-7).



**Figura 3-7 - Comparação entre as casas da região A e B**

Tais características, como proximidade em relação à praia, asfaltamento e tratamento paisagístico influenciam no valor final do terreno e da casa,

apresentando grande variação de preços de uma região em relação à outra, indicado pelo Quadro 3-2.

Região	Valor de venda do Terreno (R\$)	Valor de comercialização das Casas (R\$)
A	100.000 - 200.000	400.000 - 700.000
B	30.000 - 80.000	150.000 - 300.000

**Quadro 3-2 – Valores de venda obtidos para os terrenos e as unidades habitacionais, a partir de dados de imobiliárias locais em 27/02/2012.**

### 3.1.4 Legislação Local

Para a elaboração dos projetos, é de fundamental importância atender aos parâmetros estabelecidos pelo município para a construção local. Assim, procurou-se conhecer a que zoneamento pertence o terreno e as restrições construtivas definidas pelo Código de Obras.

Verificou-se a Lei de Uso de Ocupação do Solo e do Código de Obras do município de Bertioga. Atualmente, a Lei de Uso e Ocupação do Solo vigente é a Lei nº 317/1998 e a Lei de Código de Obras é a Lei nº 316/1998.

Segundo os dados do ANEXO I de Uso Permitido por Zonas e Restrições da Lei nº 317/1998, o terreno está localizado na ZR4 - Zona Residencial 4, e possui as seguintes características:

- Área Mínima do Terreno: 300m<sup>2</sup>
- Frente Mínima: 5,50m
- Número de Pavimentos: 3
- Taxa de Ocupação de 40%, que corresponde à relação entre a área de projeção da edificação e a área do terreno;
- Coeficiente de Aproveitamento de 2, que corresponde ao índice que, multiplicado pela área do terreno, indica a área total construída máxima admitida;
- Recuos, que são as distâncias mínimas entre a edificação e os limites do lote, laterais de 1,5m, de fundos de 3m e afastamento frontal de 5m;

Obtidos esses parâmetros, foram elaborados os primeiros croquis para verificar a compatibilidade das exigências dos clientes com relação à lei de zoneamento.

### **3.1.5 Levantamento Topográfico**

O levantamento topográfico tem como finalidade detalhar as dimensões do terreno e a sua área. Através dele que se representa uma área existente em uma planta ou em uma carta, possibilitando a criação dos projetos possíveis de serem implantado no terreno.

O levantamento topográfico do terreno foi realizado com a coleta de dados em campo, sendo uma combinação entre o levantamento planimétrico e o altimétrico. Prosseguindo com a geração da planta a partir da utilização do software Datageosis e AutoCAD.

Na segunda visita ao terreno realizada no inicio de março, foi feito o levantamento topográfico utilizando toda aparelhagem fornecida pelo Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) da EPUSP – PTR.

Os equipamentos e materiais de apoio utilizados foram:

- Estação Total;
- Prisma;
- Nível;
- Mira;
- Trena;
- Caderneta de anotação;
- Piquetes de madeira.

#### **3.1.5.1 Planimetria**

Para alcançar o objetivo dessa fase, seguiu-se a seguinte metodologia em campo, detalhada a seguir:

1º passo – Cravar os piquetes estrategicamente, buscando obter todos os pontos necessários;

2º passo – Posicionar e nivelar a Estação Total, como mostra a Figura 3-8;



**Figura 3-8 - Nivelamento da Estação Total**

- 3º passo – Inserir os dados iniciais;
- 4º passo – Ir com a mira até o ponto de ré e medir, (no caso da primeira poligonal foi zerado no ponto de ré);
- 5º passo – Ir com a mira até o ponto de vante e medir;
- 6º passo – Pegar os pontos de detalhe referente ao vértice da poligonal (Figura 3-9);



**Figura 3-9 - Coleta de dados referente ao vértice da poligonal**

- 7º passo – Repetir processo a partir do 2º passo até fechar a poligonal.

No Quadro 3-3, verificam-se os dados dos pontos da poligonal e pontos detalhes obtidos em campo.

<b>Dados Coletados 27/02</b>				
Ponto	Descrição	HD (m)	Hz	h
E2	Estação Vante	10,035	200º13'45"	-0,35
T1	Terreno	3,8	255º01'45"	-0,19

R1	Rotatória	13,28	296º54'10"	- 0,135
R2	Rotatória	19,27	327º51'00"	- 0,285
R3	Rotatória/guia	20,83	342º37'35"	-0,56
R4	Guia Final	41,61	349º14'40"	- 0,935
R5	Guia Final	41,37	357º29'20"	-0,93
R6	Rotatória/Guia	22,26	359º45'30"	-0,64
R7	Rotatória	17,82	14º42'40"	- 0,175
R8	Rotatória	11,41	47º30'20"	- 0,085
T2	Terreno	1,81	109º53'55"	0,13
A1	Árvore	6,48	149º23'30"	0,18
A2	Árvore	9,67	154º03'55"	-0,01
A3	Árvore	8,6	165º55'35"	- 0,015
A4	Árvore	10,41	155º36'25"	-0,01
A5	Árvore	13,985	162º24'55"	0,095
T3	Terreno	5,985	146º29'05"	0,2
A6	Árvore	6,76	172º44'15"	-0,04
T4	Muro	6,855	209º56'50"	-0,15
T5	Muro	10,71	208º54'40"	-0,24
A7	Árvore	2,95	169º16'35"	0,04
N1	Nivel	3,82	210º31'40"	- 0,035
N2	Nivel	3,74	206º55'30"	0,1
N3	Nivel	8,22	197º34'55"	- 0,185
N4	Nivel	8,675	193º38'25"	0,035
E1	Estação Ré	10,095	121º26'35"	0,33
E3	Estação Vante	19,615	290º58'10"	- 1,095
T6	Terreno	20,46	292º55'55"	- 1,095
T7	Terreno	15,695	294º01'10"	- 1,045
T8	Terreno	8,99	297º48'55"	- 0,545
N5	Nivel	5,33	291º38'25"	- 0,105
A8	Árvore	4,135	271º16'20"	0,205
E2	Estação Ré	9,63	226º15'35"	1,015
E4	Estação Vante	19,03	302º54'50"	1,29
A9	Árvore	3,02	300º43'25"	0,485
A10	Árvore	3,5	291º22'25"	0,345
A11	Árvore	2,84	246º23'45"	0,115
A12	Árvore	4,365	336º50'15"	0,72
A13	Árvore	6,695	311º46'15"	0,735
A14	Árvore	7,615	306º53'45"	0,74
E4	Estação Ré	19,04	202º26'15"	-

					1,325
E1	Estação Vante	30,155	272º12'35"	0,12	
A15	Árvore	8,065	272º17'15"	-0,37	
A16	Árvore	7,49	224º35'35"	-	0,285
A17	Árvore	8,13	227º02'05"	-0,09	
A18	Árvore	8,76	222º32'00"	-0,28	
T9	Terreno	2,085	286º25'20"	0,095	
T10	Terreno	0,5	340º23'20"	0,02	
A19	Árvore	2,045	275º43'25"	0,09	
A20	Árvore	4,435	278º11'45"	0,035	
A21	Árvore	5,18	263º02'45"	-0,04	
A22	Árvore	7,07	267º26'50"	0,045	
A23	Árvore	8,86	269º52'00"	0,11	
E4	Estação Ré	30,105	209º31'50"	0,135	

Quadro 3-3 - Dados dos pontos da poligonal e dos pontos de detalhes

### 3.1.5.2 Altimetria

O levantamento altimétrico consiste em detalhar a elevação do terreno, sendo adotada a seguinte metodologia:

1º passo – Cravar os piquetes

2º passo – Posicionar e nivelar o equipamento de nível no ponto médio de 2 vértices da poligonal principal (Figura 3-10);

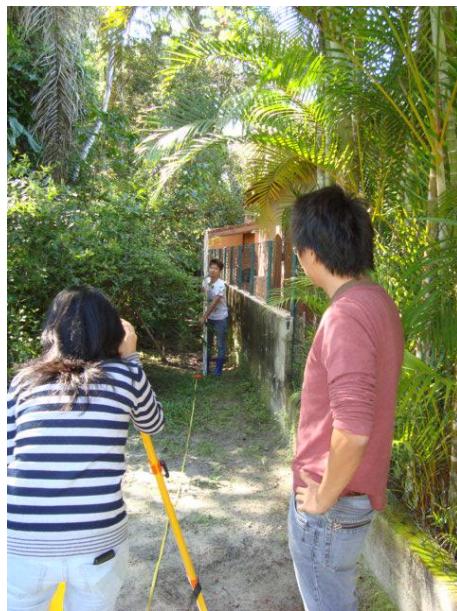


Figura 3-10 - Nivelamento do equipamento

3º passo – Medir a distância entre a estação e o piquete

4º passo – Medir com a mira o ponto de ré (o ponto anterior da poligonal)

5º passo – Medir com a mira no ponto de vante (o ponto posterior da poligonal) (Figura 3-11)



**Figura 3-11 - Medição com a mira**

6º passo – Repetir processo até fechar todos os pontos da poligonal.

### 3.1.5.3 Resultados

Com os dados de campo obtidos, leituras de ré e vante feitas nos 4 vértices da poligonal levantada pelo processo de azimutes magnéticos, foi realizado o fechamento adotando como azimute inicial a leitura de vante da estação 1 (Tabela 3-1).

**Tabela 3-1 - Cálculo de Azimutes**

Estação	Cálculo de Azimutes					
	Ângulo lidos		D (deflexão)	Azimutes		
	Vante	Ré		provisório	ajuste	ajustados
1	200,23	0		34,5	0,00000	34,500
2	290,97	125,08	345,89	20,39	-0,00035	20,391
3	309,04	230,85	258,19	278,58	-0,00069	278,580
4	275,40	206,03	249,37	167,95	-0,00104	167,947
1	263,67	217,12	226,55	34,50	-0,00139	34,500

Através dos azimutes ajustados e das distâncias entre os 4 pontos da poligonal, foram calculadas as coordenadas ajustadas de cada um deles (Tabela 3-2). No primeiro vértice, adotaram-se as coordenadas (0,0).

**Tabela 3-2 - Cálculo das Coordenadas**

Estação	Azimute	distância (m)	Cálculo das Coordenadas							
			Coordenadas Parciais				Coord. Gerais			
			ΔN		ajuste	ΔE		ajuste	N (m)	E (m)
			pos (m)	neg. (m)		pos (m)	neg. (m)		coordenada de partida	
1	34,50	10,04	8,27	-	0,0007	5,68	-	0,00	0,00	0,00
2	20,39	19,62	18,39	-	0,0015	6,83	-	0,00	8,27	5,68
3	278,58	19,03	2,84	-	0,0002	-	18,82	0,00	26,65	12,52
4	167,95	30,16	-	29,49	-	6,30	-	0,00	29,49	-6,30
1	34,50	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00
<b>Soma</b>		78,84	29,50	29,49	0,00	18,82	18,82	0,00		

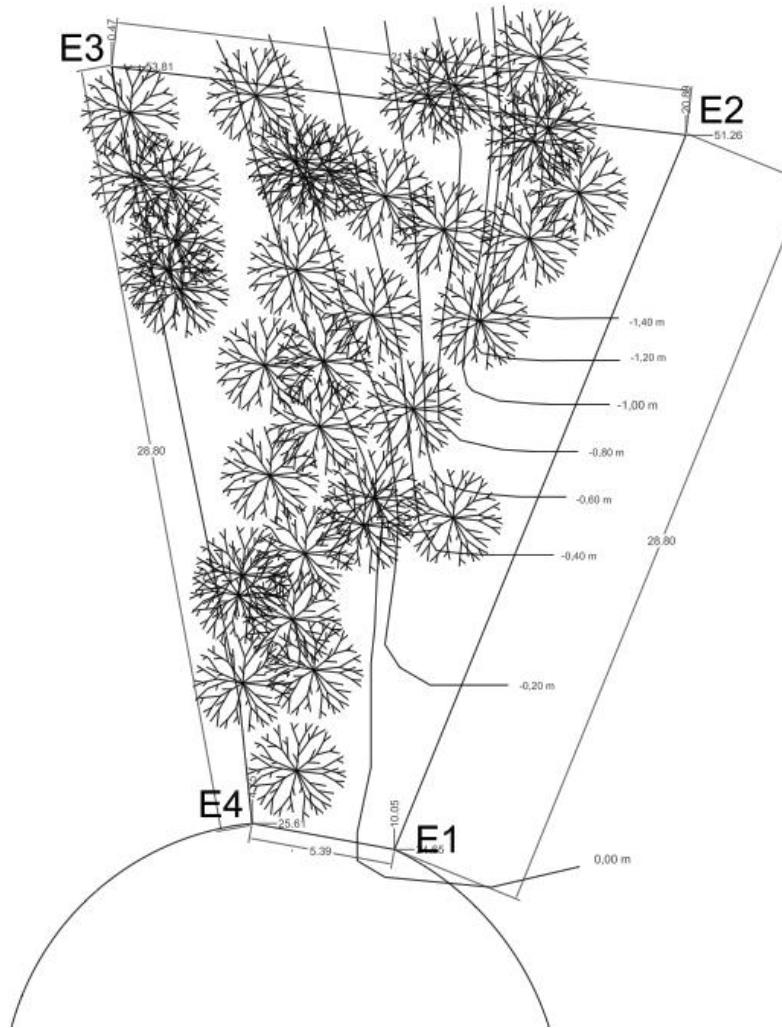
O erro de fechamento obtido através da Equação 3-1 foi de 0,005m ou 0,5cm.

$$f = \sqrt{f_N^2 + f_E^2}$$

**Equação 3-1 - Fechamento Linear**

Os erros admissíveis, impostos pelas especificações do levantamento, variam de acordo com o tipo de levantamento e equipamento utilizado. No caso da estação total, os erros admissíveis variam entre 1:500 a 1:2000 e a precisão nos cálculos é de decímetro.

Através dos dados referentes aos pontos da poligonal e dos pontos detalhes, juntamente com os cálculos dos azimutes e das coordenadas, foi obtido o produto final do levantamento, a planta referente ao terreno contendo as curvas de níveis (Figura 3-12).



**Figura 3-12 - Levantamento Topográfico**

### 3.1.6 Perfil do Subsolo

No desenvolvimento dos projetos, uma das etapas fundamentais para a construção de uma edificação é a investigação do subsolo. Possibilitando a escolha da fundação mais adequada para o empreendimento, visando a capacidade de carga e o custo.

Segundo Velloso e Lopes, “os poços são escavações manuais geralmente não ancoradas, que avançam ate que se encontre o nível d’água ou até onde for estável”. Os poços permitem um exame do solo nas paredes e fundo da escavação e a retirada de amostras indeformadas do tipo bloco ou em anéis. Esse tipo de investigação está normalizado pela NBR 9604.”.

Baseado nesses conceitos foi tomada essa opção como investigação do subsolo, por apresentar custos praticamente desprezíveis em relação aos outros processos. Apesar da pequena precisão dos resultados, isso se tornou

viável pelo fato das pequenas cargas que a edificação a ser construída exerce no solo.

A NBR 6122 - Projeto e execução de Fundações cujo estrato é apresentado no Quadro 3-4, permite estimar a capacidade máxima do solo de acordo com as suas características.

TIPO DE SOLO	CARACTERIZAÇÃO	CAPACIDADE MÁXIMA Kgf/cm <sup>2</sup>
a)	<i>Rocha viva, maciça sem laminações, fissuras ou sinal de decomposição, tais como gnais, granito, diabase, basalto.</i>	100
b)	<i>Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas, tais como : xistos e ardósias .</i>	35
c)	<i>Depósitos compactos e contínuos de pedras de varias rochas</i>	10
d)	<i>Solos concrecionados.</i>	8
e)	<i>Pedregulhos compactos e misturas compactas de areia e pedregulho.</i>	5
f)	<i>Pedregulhos fofos e misturas de areia e pedregulho, areia prossa, campacta.</i>	3
g)	<i>Areia grossa fofa e areia fina compacta.</i>	2
h)	<i>Areia fina fofa, submersa.</i>	1
i)	<i>Argila dura (terrenos altos e secos)</i>	3
j)	<i>Areia rija (terrenos altos e secos)</i>	2
k)	<i>Argila média (terrenos baixos, úmidos mas sem presença de água).</i>	1
l)	<i>Argila mole (terrenos baixos com forte presença de umidade)</i>	<i>Necessitam de estudos do solo local</i>
m)	<i>Argila muito mole (terrrenos baixos, alagados, próximo de córregos e lagoas).</i>	
n)	<i>Aterros</i>	

Quadro 3-4 – Pressões Admissíveis da Norma Brasileira NBR-6122 - Projeto e execução de Fundações

Segundo a NBR 6120, cargas para o cálculo de estruturas de edificações estão apresentadas no Quadro 3-5:

		Unid.: kN/m <sup>2</sup>
Local		Carga
1 Arquibancadas		4
2 Balcões	Meama carga de peça com a qual se comunicam e as previstas em 2.2.1.5	-
3 Bancos	Escritórios e banheiros Salas de diretoria e de gerência	2 1,5
	Sala de leitura Sala para depósito de livros	2,5 4
4 Bibliotecas	Sala com estantes de livros a ser determinada em cada caso ou 2,5 kN/m por metro do altura observado, porém o valor mínimo de	6
5 Casas de máquinas	(incluindo o peso das máquinas) a ser determinada em cada caso, porém com o valor mínimo de	7,5
6 Cinemas	Plateio com assentos fixos Estúdio e plateia com assentos móveis Banheiro	3 4 2
7 Clubes	Sala de reuniões e de assembleia com assentos fixos Sala de assembleia com assentos móveis Salão de danças e salão de esportes Sala de bilhar o banheiro	3 4 5 2
8 Corredores	Com acesso ao público Sem acesso ao público	3 2
9 Cozinhas não residenciais	A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo de	3
10 Depósitos	A ser determinada em cada caso e na falta de valores experimentais conforme o indicado em 2.2.1.3	-
11 Edifícios residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro Despensa, área de serviço e lavanderia	1,5 2
12 Escadas	Com acesso ao público (ver 2.2.1.7) Sem acesso ao público	3 2,5
13 Escolas	Anfiteatro com assentos fixos Corredor e sala de aula Outras salas	3 2

Quadro 3-5 – Valores mínimos das cargas verticais, trecho do quadro retirado da NBR 6120.

Partindo das referências da ABNT NBR 6122 das tensões admissíveis pelo solo em função das características de cada solo e da ABNT NBR 6120, que especifica as cargas para o cálculo de estruturas de edificações, foi possível estimar as cargas aplicadas ao solo. No Quadro 3-6, está a comparação das cargas da edificação e do solo.

Tipo de solo	Cargas verticais mínimas	Cargas Admissíveis pelo solo
Areia Grossa fofa e areia fina compacta	mínimo 1,5 KN/ m <sup>2</sup>	200 KN/ m <sup>2</sup>
Areia fina fofa, submersa	mínimo 1,5 KN/ m <sup>2</sup>	100 KN/ m <sup>2</sup>

Quadro 3-6 – Comparação da resistência do solo com as cargas aplicadas pelas edificações

Conforme indica o Quadro 3-5, as cargas verticais aplicadas pelas estruturas é de aproximadamente 2% da capacidade do solo, verificando que casas residenciais apresentam pouca carga em relação ao tipo de solo da região.

Na terceira visita realizada em meados do mês de março, analisou-se o solo do terreno. Para tal, foram utilizados uma cavadeira, um trado, uma enxada e uma trena. Inicialmente houve a necessidade da limpeza das regiões onde seriam escavados os poços. Assim foram feitos quatro perfurações ao longo do terreno, conforme representados e locados na Figura 3-13, com as profundidades do nível d'água registradas no Quadro 3-7:

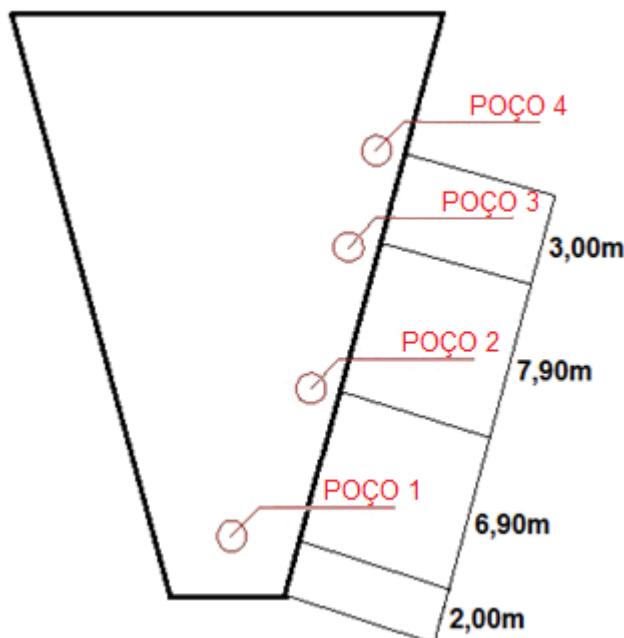


Figura 3-13 – Ilustração da localização dos poços

Poço	Localização	Nível D'água	Tipo de solo
1	2,00 m	0,75 m do solo	Areia
2	8,90 m	0,45 m do solo	Areia
3	16,80 m	0,31 m do solo	Areia
4	19,80 m	0,30 m do solo	Areia

**Quadro 3-7 – Profundidade do nível d'água identificada pelas perfurações**

A verificação do nível de água foi fundamental para determinar como seria o método construtivo da fundação. A Figura 3-14 permite verificar a profundidade do nível d'água, considerado alto podendo causar possíveis danos e empecilhos para o processo de produção das mesmas.



**Figura 3-14 – Perfuração do solo para analisar a profundidade do nível d'água.**

O perfil do solo do terreno é composto por uma camada superficial de solo orgânico e abaixo dela tem a camada de areia (Figura 3-14 e Figura 3-15). A escavação do solo evidenciou o nível d'água baixo que chega estar a 0,30m da superfície (Quadro 3-7).



**Figura 3-15 - Perfuração do solo.**

Além da sondagem realizada no terreno, uma forma de auxiliar na escolha da fundação é conhecer as fundações executadas na vizinhança. Na região, foi possível entrar em contato com uma empresa especializada no assunto, a Soenvil Engenharia Sondagens e Fundações, fornecendo dados relevantes para o conhecimento das condições do solo, constatando um solo formado principalmente por areia com boa resistência para realizar fundações rasas. Além disso, na terceira visita foi encontrada uma obra onde a fundação estava sendo executada, assim foi possível entrar em contato com o engenheiro de obras que estava presente no dia. O Engenheiro Queiroz, que executa frequentemente obras na região, informou que usualmente são realizadas fundações rasas do tipo sapata corrida, confirmando as informações passadas pela empresa contatada.

## **Concepção**

A partir da conclusão da primeira etapa, definiu-se o programa de necessidades através do levantamento obtido. A partir do programa de necessidades foram elaborados os estudos preliminares para a realização do anteprojeto.

### **3.1.7 Programa de Necessidades**

A partir da primeira conversa com os proprietários, definiu-se o programa de necessidades que o empreendimento deveria atender:

- Investimento: R\$ 140 000,00

Casa na praia para casal aposentado que pretende receber hóspedes durante períodos do ano. Deverão ser previstos iluminação e ventilação naturais nos cômodos, uso de águas pluviais e acessibilidade (considerar que a casa será térrea).

Além disso, os seguintes cômodos/espaços deverão ser previstos:

Garagem: 4 vagas

Casa Principal:

- Área: em torno de 100m<sup>2</sup>
- Sala/Cozinha integradas
- Churrasqueira próxima à cozinha
- 1 banheiro
- 1 quarto
- 1 suíte
- mezanino com estrutura de madeira

Edícula:

- 2 suítes
- 1 mini-cozinha

### **3.1.8 Estudo Preliminar**

Na elaboração dos primeiros croquis da residência, verificou-se que a geometria e a dimensão da residência seriam significativamente restrinvidas pelos parâmetros do zoneamento.

A decisão de manter a residência o mais acessível possível e com o maior número de cômodos em um mesmo nível, sem a necessidade de subir para um

novo pavimento, impediu que a casa fosse mais compacta, o que atenderia mais facilmente às restrições dos recuos e à taxa de ocupação.

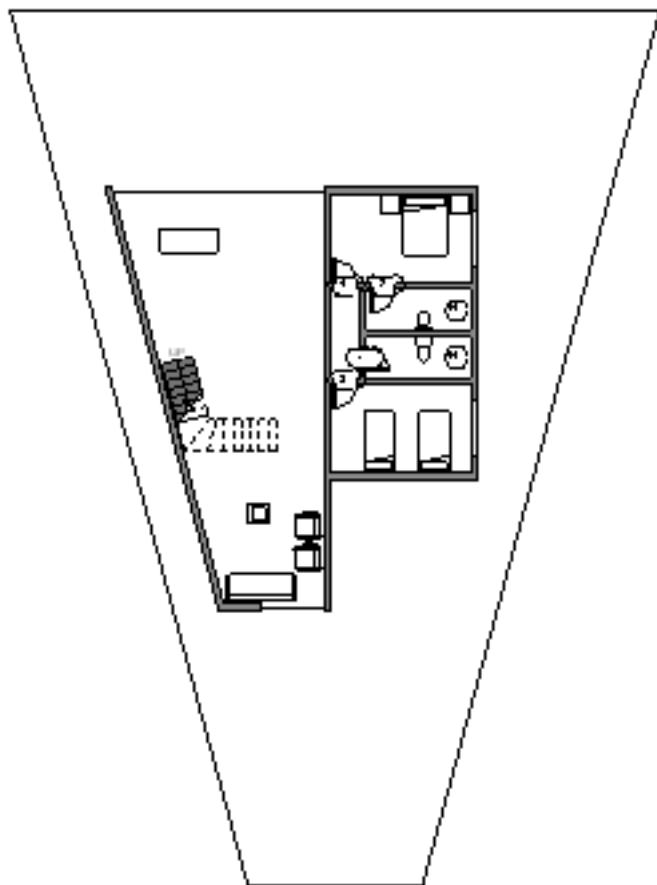
Como não seria possível atender a todo escopo estabelecido pelos clientes, foram propostas diversas soluções ao projeto de arquitetura com exclusão de alguns itens levantados com os clientes.

A proposta inicial (Figura 3-16.) foi de manter a edícula ao fundo e criar um quarto num pavimento superior. Porém, a criação de um quarto no andar superior implicaria na existência de um banheiro para atender a esse novo pavimento, levando a um custo maior dos sistemas hidro sanitários.



**Figura 3-16 -Croqui apresentado aos clientes**

Em uma nova solução (Figura 3-17.), resolveu-se manter todos os cômodos no nível térreo, e retirar a edícula. Como a edícula seria usada em algumas épocas do ano para receber familiares, foi decidido criar um novo quarto na casa principal na forma de um mezanino, o qual poderia acomodar mais hóspedes caso necessário. Apesar de não atender totalmente ao programa de necessidades, a decisão de se retirar a edícula permitiria maior folga no orçamento e aumentaria a área externa nos fundos.



**Figura 3-17. Croqui apresentado aos clientes**

Em relação ao espaço pretendido para as garagens, foi verificado que 4 vagas seria um número superdimensionado em relação as características do terreno. Por isso, foi proposta a redução do número de vagas para 2.

A partir dessas reflexões, foi proposto novo croqui para os espaços da casa e, em seguida, foi realizada uma nova visita aos clientes, a fim de discutir com eles essa nova proposta elaborada pelo grupo, com o seguinte programa de necessidades.

Programa final:

Investimento: R\$ 140 000,00

Casa térrea, na praia, para casal de aposentado que pretende receber hóspedes durante alguns períodos do ano, com previsão de iluminação e ventilação naturais nos cômodos e acessibilidade.

Garagem: 2-3 vagas

Casa Principal:

Área: em torno de 120m<sup>2</sup>

Sala/Cozinha integradas

Churrasqueira próxima à cozinha

1 banheiro

1 quarto

1 suíte

Mezanino (com estrutura de concreto)

Após a aprovação dos clientes, iniciou-se a elaboração do anteprojeto de arquitetura.

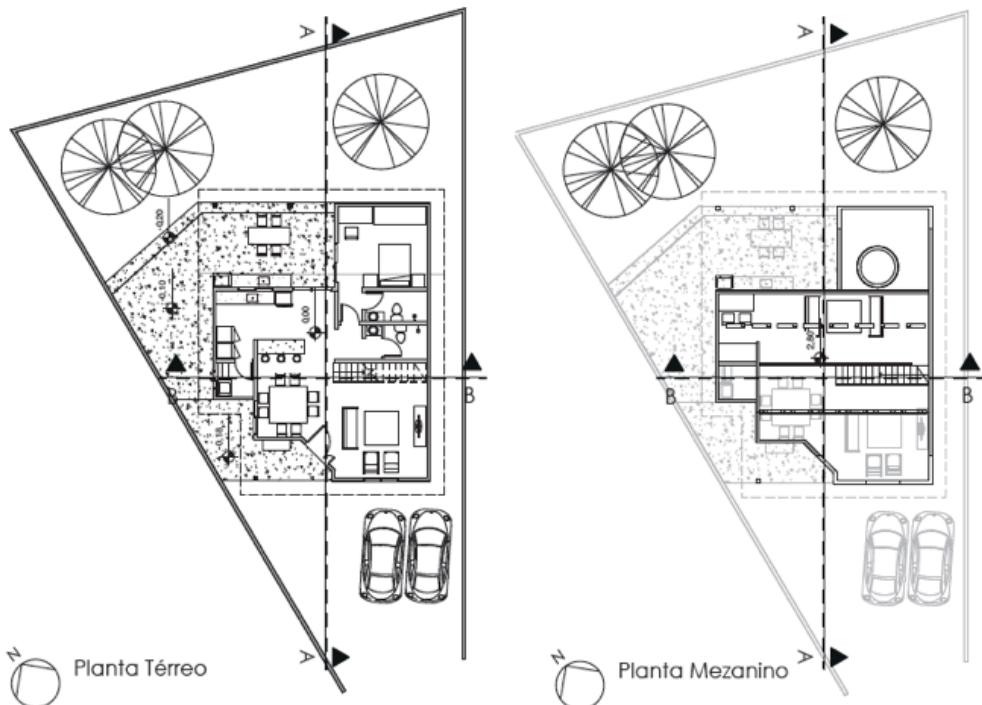
## Desenvolvimento do Anteprojeto

Nesta etapa foram elaborados os seguintes anteprojetos:

- Anteprojeto de Arquitetura;
- Anteprojeto de Fundações;
- Anteprojeto de Estruturas;
- Anteprojeto dos Sistemas Prediais (Instalações Hidráulicas, Esgoto e Elétrica)

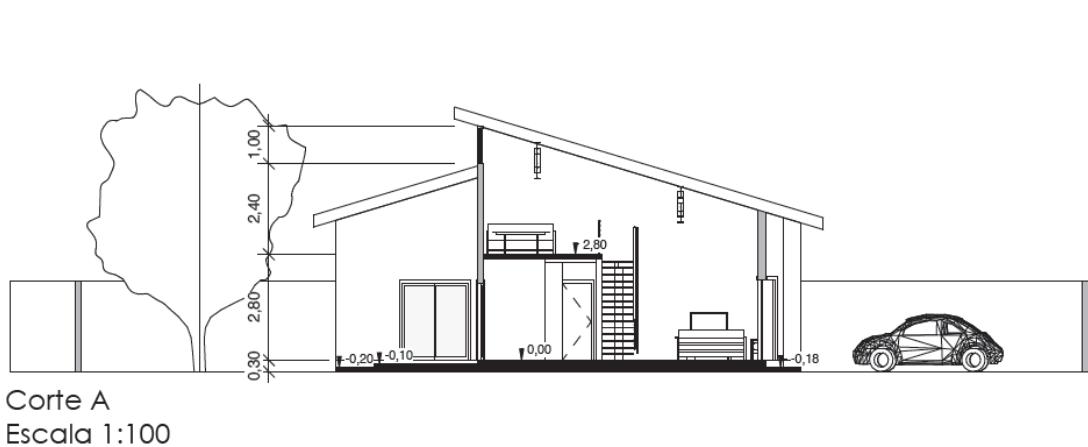
### 3.1.9 Anteprojeto de Arquitetura

O desenvolvimento do anteprojeto de arquitetura foi realizado a partir dos estudos obtidos na fase de concepção do projeto. Foram definidas a configuração dos cômodos na casa, a altura do mezanino, de forma a atender o nível de conforto e a altura da caixa d'água, para atender a pressão necessária para a operação adequada das louças sanitárias.



**Figura 3-18 - Planta Térreo e Mezanino**

No nível térreo foram locados a sala de estar, sala de jantar, cozinha, um banheiro, um lavabo e uma suíte. No mezanino foi locada uma área de estar, que permite transformá-lo em dormitório quando os residentes receberem a visita de hóspedes durante o período de temporada (Figura 3-18). Na parte externa haverá uma área de churrasqueira coberta.



**Figura 3-19 - Corte**

Definidas as alturas da caixa d'água e do mezanino, iniciou-se o estudo de cobertura para determinar as águas do telhado. Foi considerado que o telhado teria duas águas, sendo que a água maior teria declividade para frente e a menor para o fundo do terreno (Figura 3-19). A captação dessas águas seria realizada por meio de calhas que encaminharia a descida da água pluvial da cobertura para os drenos.

### 3.1.10 Anteprojeto de Fundação

A fundação é o elemento estrutural que sustentará todos os outros elementos estruturais e que transmite para o solo o carregamento decorrente das cargas permanentes e variáveis.

Por se tratar de um projeto de uma residência unifamiliar praticamente térrea, o carregamento exercido pela edificação sobre o solo é pequeno, permitindo a execução de fundações menos complexas. Assim, a priori, considera-se que a execução das fundações poderá ser realizada pelos operários contratados para a construção da casa como um todo, não sendo necessária a contratação de empresas especializadas. Isso permitirá a redução dos custos relacionados à mobilização de pessoas e equipamentos.

Na terceira visita ao terreno, quando foi realizada a inspeção do subsolo do terreno, constatou-se que o subsolo é composto por uma pequena camada de solo residual e logo abaixo areia com um nível d'água relativamente alto. Como a superfície do solo tem resíduos orgânicos e possui baixa capacidade de carga, será necessária a raspagem dessa camada, para apoiar a fundação em um nível com o solo melhor e mais resistente. Também foi analisado que a percolação d'água ocorre em direção ao fundo do terreno, visto os níveis d'água nos poços escavados.

Na quarta visita ao local do terreno, foi possível entrar em contato com um engenheiro e um pedreiro que costumam construir naquele local e foi

constatado que a fundação tipo sapata corrida é uma opção recorrente na região para a construção de residências unifamiliares.

Segundo o engenheiro, para a execução da fundação é necessária a drenagem do lençol freático para escavar o solo e apoiar a sapata a 30-50 cm da superfície do solo, pois o solo tem resistência adequada para que as construções residenciais não sofram recalques.

Dados os argumentos acima, as opções consideradas na escolha da fundação foram sapata corrida ou radier. Porém para a realização desses tipos de fundação, dada a presença de água, será necessário rebaixar o nível d'água com a escavação de uma vala de drenagem que direcionará a água para o fundo do terreno.

### **3.1.11 Anteprojeto de Estrutura**

Para o desenvolvimento do projeto de estrutura, levou-se em consideração métodos que possibilitassem a racionalização construtiva com o objetivo de otimizar o uso de recursos materiais, organizacionais e financeiros como forma de melhorar a qualidade do produto final sem o aumento do custo.

O planejamento da obra permite uma construção mais racionalizada, visto que o uso de materiais modulados favorece a construtibilidade, evitando o desperdício de materiais e, consequentemente, reduzindo a geração de entulho tornando a obra mais limpa e organizada. Seguindo essas premissas, será possível que se tenha uma casa ambientalmente mais sustentável, que nos dias atuais deve ser um dos objetivos de qualquer profissional que atua na área da construção.

Os anteprojetos estruturais elaborados foram pensados de forma a planejar como será realizada a sua construção na obra. Buscou-se identificar as interferências de outras disciplinas, como arquitetura e instalações prediais, para evitar as incompatibilidades que poderiam ocorrer durante a execução.

Com base nestes conceitos, o sistema estrutural escolhido foi a alvenaria estrutural, pois através da modulação dos blocos permite o encaixe conforme previsto no projeto. Assim, o construtor poderá visualizar como o sistema será executado na obra, evitando erros de execução e a necessidade de retrabalho, que aumentam os custos da obra sem agregar valor.

A seguir serão descritos o desenvolvimento do projeto de estrutura da casa.

#### **3.1.11.1 Alvenaria estrutural**

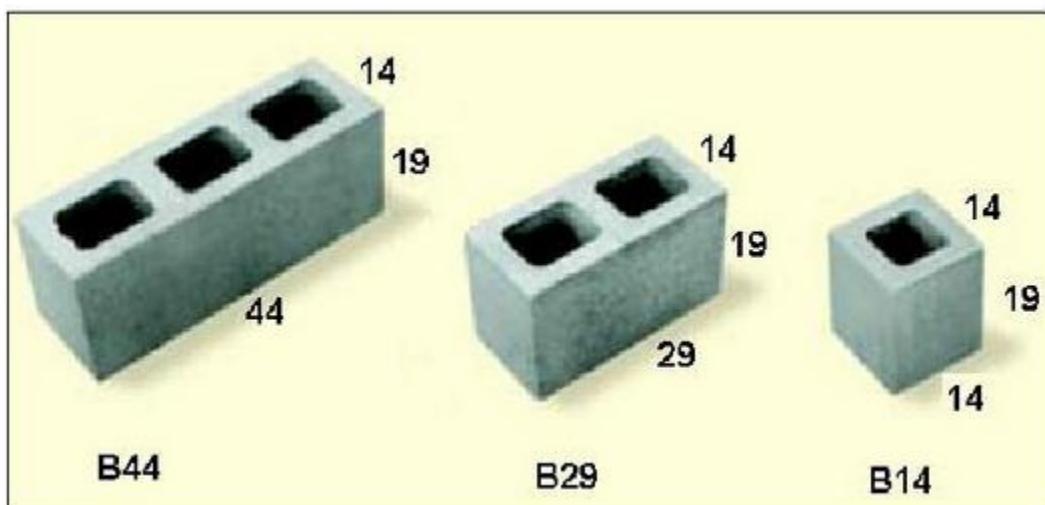
O sistema de alvenaria estrutural foi adotado por apresentar mão-de-obra qualificada no local e materiais disponíveis para construção na região. Além

disso, é um sistema construtivo racionalizado, no qual os próprios elementos desempenham a função estrutural, conduzindo assim a importantes simplificações no processo construtivo, reduzindo etapas e mão de obra, com consequente redução do tempo de execução e dos custos.

Abaixo estão listadas algumas vantagens que poderão ser verificadas no projeto com a utilização da alvenaria estrutural:

- Redução de quebras e de volume de entulho na obra em relação aos blocos cerâmicos;
- Durável, se o projeto e a execução forem realizados adequadamente exige pouca ou nenhuma manutenção;
- Facilidade de projeto, detalhamento do projeto e supervisão na obra devido à modularidade dos blocos;
- Técnica de execução simplificada;
- Racionalização da execução das obras e maior velocidade devido a previsão do posicionamento dos blocos no projeto;
- Resistência ao fogo e bom isolamento térmico e acústico;
- Os blocos apresentam baixíssima variação de dimensões e se forem previstos no projeto, é possível evitar quebras de blocos para serem utilizados na obra.

Para iniciar o projeto de vedações verticais, pesquisas foram realizadas para verificar os tipos de blocos presentes na região, selecionando assim, um a família de blocos cujas dimensões também existissem na região metropolitana de São Paulo. Assim serão utilizados blocos de concreto com módulo de 15 (Família 29), como pode ser verificado na Figura 3-20.



**Figura 3-20 - Blocos com modulação de 15cm (Família 29)**  
Fonte: <http://www.sempperfeito.com>

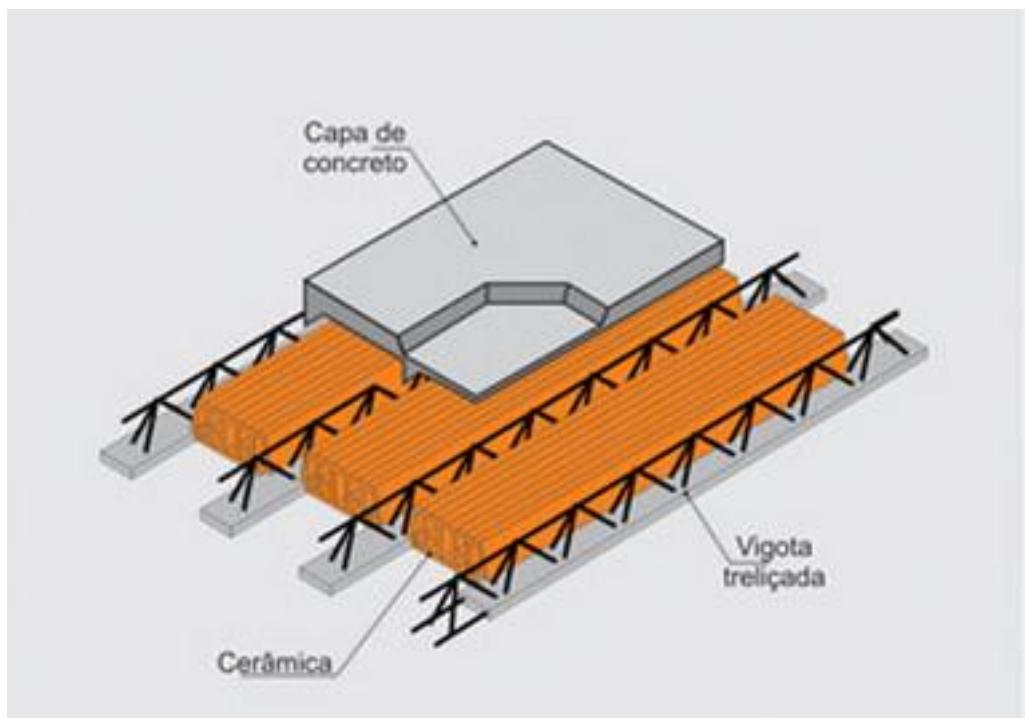
### 3.3.3.2 Estrutura reticulada de concreto

No projeto foi evitada ao máximo a utilização das formas de madeira para o sistema estrutural, visto que depois de utilizados seriam descartados, gerando gastos não incorporados à obra e entulhos. No entanto, houve a necessidade da aplicação desse tipo de sistema nos grandes vãos onde a cinta de amarração não suportaria a carga aplicada nela e na escada com acesso ao mezanino.

### 3.1.11.2 Laje

Para evitar a utilização das formas de madeira na execução da laje do mezanino, e consequentemente evitar custos adicionais e geração de volume de entulhos, foi considerada a utilização de lajes pré-fabricadas.

A laje treliçada possui menor consumo de concreto e menor peso próprio em comparação à laje moldada in loco, sendo a alternativa mais econômica para a construção de residência unifamiliar. É composta por vigotas treliçadas, lajotas (blocos cerâmicos ou EPS) e uma capa de concreto moldada no local (ver Figura 3-21).



**Figura 3-21 – Ilustração de uma laje treliçada**  
Fonte – <http://www.lajesalema.com.br/lajetrelica.html>

As vigotas são nervuras pré-moldadas, formadas por uma armadura de aço pré-fabricada na forma de uma treliça com duas barras de aço na base e uma no topo, interligadas com dois fios de aço diagonais e igualmente espaçados (Figura 3-21).

As lajotas são utilizadas como preenchimento com finalidade de diminuir o consumo de concreto nas lajes e reduzir o peso próprio, não apresentando função estrutural. O uso de lajotas mais altas pode melhorar o conforto térmico e acústico.

A capa de concreto tem a função de revestir a laje na região onde ela sofrerá compressão e também para proteger a armadura da vigota e a armadura negativa da laje.

As lajes treliçadas devem ser posicionadas de modo a cobrirem o vão livre de menor dimensão na sua dimensão longitudinal.

### 3.1.11.3 Anteprojeto de Cobertura

De acordo com o projeto de arquitetura, o telhado está dividido em duas águas (Figura 3-22), uma abrangendo a maior parte da casa, com queda para parte frontal do terreno e a outra com queda para a parte posterior do terreno, abrangendo a área da churrasqueira, a suíte e a caixa d'água.



**Figura 3-22 - Modelo Virtual**

A cobertura da casa será do tipo telhado com telhas cerâmicas, devido ao baixo custo e a disponibilidade na região.



**Figura 3-23 - Telha colonial**  
Fonte: Cerâmica João de Barro

O maior vão a ser vencido é de 8,5m (Figura 3-18). Para a telha colonial (Figura 3-24), a declividade mínima do cimento do telhado para este vão deve ser de 36% (Figura 3-24). No Anteprojeto de Alvenaria Estrutural foi adotada a

inclinação de 44,5%, visto que através dessa declividade obteria melhor aproveitando da modulação dos blocos.

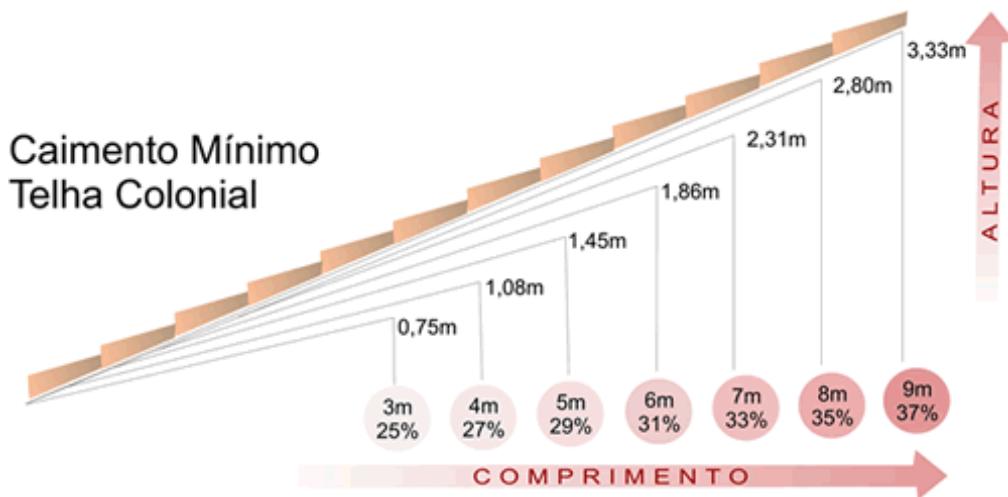


Figura 3-24 – Caimento mínimo para a telha colonial

Fonte: <http://www.ceramicauniao.com/dica.php?id=5>

Para a estrutura da cobertura, foi escolhida a madeira maçaramduba que possui alta resistência ao apodrecimento e ataque de insetos, ideal para o clima da região onde está localizada a edificação (Figura 3-25).



Figura 3-25 - Viga de madeira maçaramduba

Fonte: Brasilva Construção LTDA.

### 3.1.12 Anteprojeto de Instalações Elétricas

O anteprojeto de instalações elétricas foi realizado visando principalmente as necessidades e segurança do cliente. Para tal, foram estabelecidos dois princípios a serem seguidos para o desenvolvimento do mesmo.

1 – Segurança

As instalações elétricas exigem uma série de cuidados com a segurança, obedecendo a certas normas que foram aprimoradas ao longo dos anos, desta forma o anteprojeto de sistema elétrico foi realizado segundo a ABNT NBR 5410 (2004) - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Através desta, as quantidades de tomadas e pontos de iluminação foram levantadas com base na previsão de cargas.

O projeto de instalações foi dividido em circuitos menores, garantindo dessa forma, que o mau funcionamento ou o colapso de uma parte do sistema não atinja diretamente o restante. Esse tipo de divisão pode ser observado no quadro de luz, em que é dedicado a cada ambiente um disjuntor diferente. Esse cuidado, juntamente com o dimensionamento de cargas, é o responsável pela regularidade da iluminação, já que o ligamento de um aparelho de alto consumo energético não causará uma queda de alimentação no circuito de iluminação.

## 2 – Conforto

As instalações elétricas devem sempre garantir o conforto do seu usuário. Para tal, o primeiro foi desenvolvido com o objetivo de garantir o nível de luminosidade correto para cada ambiente e a quantidade ideal de pontos de tomada para garantir a instalação dos aparelhos elétricos necessários.

No pré-dimensionamento do sistema elétrico, os critérios estabelecidos para a determinação da quantidade mínima de pontos de luz foram:

- Prever pelo menos um ponto de luz no teto, comandada por um interruptor na parede;
- Arandelas presentes no banheiro devem distar no mínimo 60 cm do limite do boxe.

No caso da determinação da potência mínima de iluminação, a carga de iluminação foi feita em função da área de cada cômodo da residência respeitando dois critérios:

- Cômodos com área igual ou inferior a 6m<sup>2</sup>: atribuir um mínimo de 100VA;
- Cômodos com área superior a 6m<sup>2</sup>: atribuir um mínimo de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescido de 60VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros.

O resultado pode ser conferido na Tabela 3-3.

Dependência	Dimesões Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Potência de iluminação (VA)
Cozinha	11,46	15,300	160
Corredor da cozinha	3,30	7,900	100
Área de serviço	2,475	6,30	100
Banheiro da suíte	3,645	8,100	100
Banheiro	2,475	6,300	100
Sala de jantar	13,804	16,335	160
Sala	20,660	18,302	280
Mezanino	31,642	25,792	460
Corredor	1,575	5,100	100
Lavatório	1,350	4,800	100
Corredor da Suíte	1,575	5,100	100
Suíte	14,040	15,000	220
Banheiro da suíte (parede)	-	-	100
Lavatório (parede)	-	-	100
Área Externa Fundo	20,25	18,30	280
Área Externa Frente	-	-	100

**Tabela 3-3 – Carga de iluminação da residência**

Através das recomendações da ABNT NBR 5410, também foram estabelecidas a quantidade mínima de pontos de tomada (uso geral e específico). Essa quantificação foi estabelecida em função da área dos cômodos e seu perímetro, respeitando os critérios abaixo:

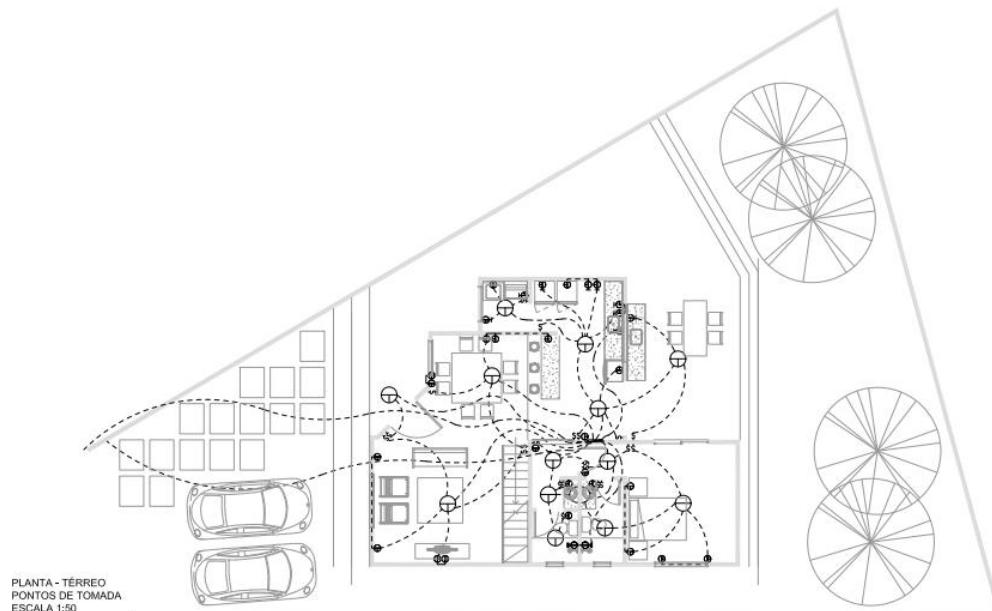
- Cômodos com área igual ou inferior a 6m<sup>2</sup>: prever no mínimo um ponto de tomada;
- Salas, dormitórios e dependências com área igual ou superior a 6m<sup>2</sup>: prever um ponto de tomada para cada 5 m ou fração de perímetro;
- Cozinhas, copa e áreas de serviço: prever um ponto de tomada para cada 3,5 m de fração de perímetro, independente da área;
- Banheiros: prever no mínimo um ponto de tomada junto ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do limite do boxe.

Os resultados podem ser verificados na Tabela 3-4.

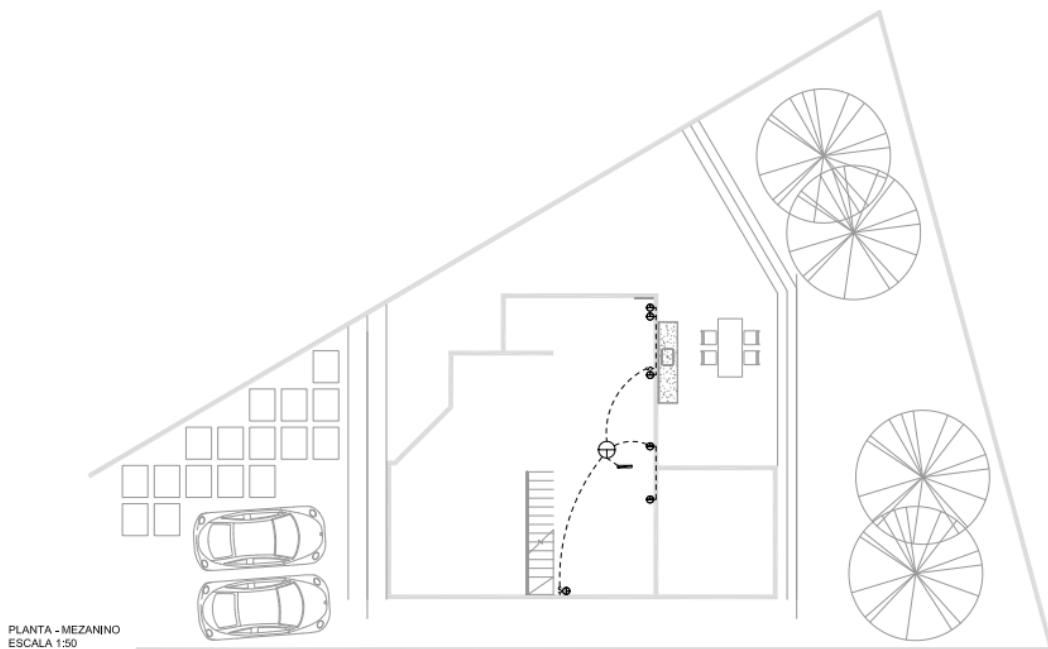
Dependência	Quantidade de pontos de tomada (uso geral e específico)			
	Dimensões	Quantidade Mínima	PTUG's	PTUE's
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)		
Cozinha	11,46	15,300	5	3
Corredor da cozinha	3,30	7,900	1	-
Área de serviço	2,475	6,30	1	1
Banheiro da suíte	3,645	8,100	1	1
Banheiro	2,475	6,300	1	1
Sala de jantar	13,804	16,335	5	-
Sala	20,660	18,302	4	-
Mezanino	31,642	25,792	6	-
Corredor	1,575	5,100	1	-
Lavatório	1,350	4,800	1	-
Corredor da Suíte	1,575	5,100	1	-
Suíte	14,040	15,000	4	-
Banheiro da suíte (parede)	-	-	-	-
Lavatório (parede)	-	-	-	-
Área Externa Fundo	20,25	18,30	1	-
Área Externa Frente	-	-	-	-

**Tabela 3-4 – Quantidade de pontos de tomada (uso geral e específico)**

Nas Figura 3-26 e Figura 3-27 estão ilustrados na planta da residência o posicionamento de todos os pontos de iluminação e pontos de tomada de uso geral e específico.



**Figura 3-26 - Pontos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral e específico presentes na residência - Térreo**

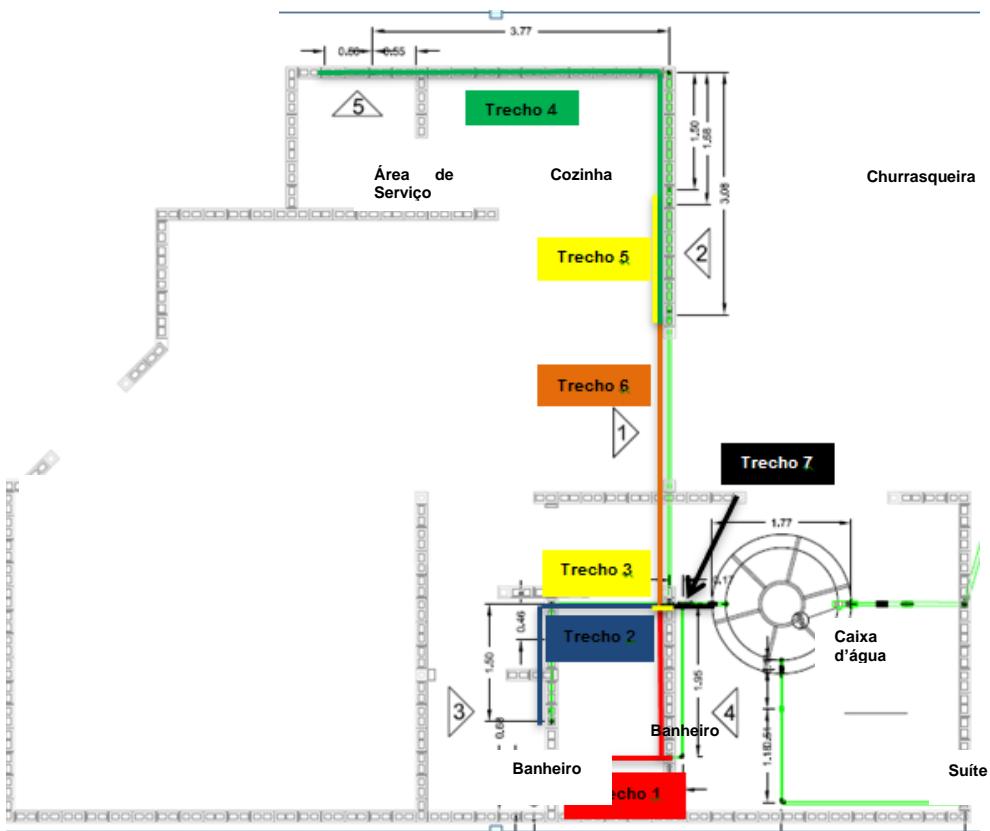


**Figura 3-27- Pontos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral e específico presentes na residência – Mezanino**

### 3.1.13 Anteprojeto de Instalações Hidráulicas

O anteprojeto de instalações hidráulicas, mostra onde estão os pontos de utilização de agua fria e por onde as tubulações irão passar. Ele foi pensado junto com o projeto de arquitetura, assim, os banheiros e a caixa d'água iriam ficar próximos para que não haja grandes perdas de carga assim como gastos em tubulações.

Os espaços que possuem pontos de utilização de água fria são os banheiros, cozinha a churrasqueira e a área de serviço (Figura 3-28). Todos serão alimentados por água fria e nenhuma por agua quente. No entanto, está prevista a instalação de dois chuveiros elétricos e uma torneira elétrica, esta que localiza na cozinha.



**Figura 3-28 - Passagem da tubulação em planta**

A tubulação escolhida é o tubo soldável de PVC rígido (Figura 3-29) que levará a água até os pontos de utilização. As conexões também serão de PVC rígido e a solda entre a tubulação e a conexão será feira por meio de um adesivo.

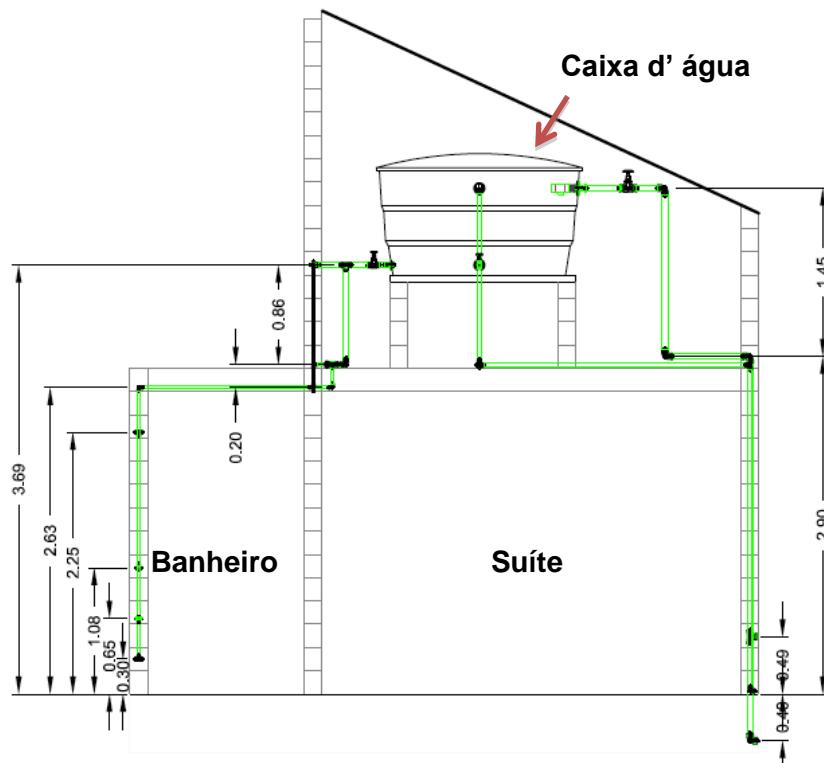


**Figura 3-29 - Tubulação de PVC rígido**

Será utilizada uma caixa d'água (Figura 3-30) e está localizada acima da suíte assim, ficando próximo aos banheiros e estará elevada sobre blocos de concreto para que atenda a pressão mínima no ponto mais crítico da residência. (Figura 3-31)



**Figura 3-30- Caixa d'água**



**Figura 3-31 - Posição da Caixa d'água**

### 3.1.14 Anteprojeto de Instalações de Esgoto

O anteprojeto de instalações de esgoto foi concebido também junto com a arquitetura para que haja uma economia na quantidade de tubulações.

O esgoto será coletado dos banheiros, da cozinha, da churrasqueira, e da área de serviço. Todos os esgotos precisam passar por uma caixa de inspeção (Figura 3-32) e no caso do esgoto das pias da cozinha e churrasqueira, elas precisam passar por uma caixa de gordura (Figura 3-33) também.



**Figura 3-32 - Caixa de inspeção**



**Figura 3-33 - Caixa de gordura**

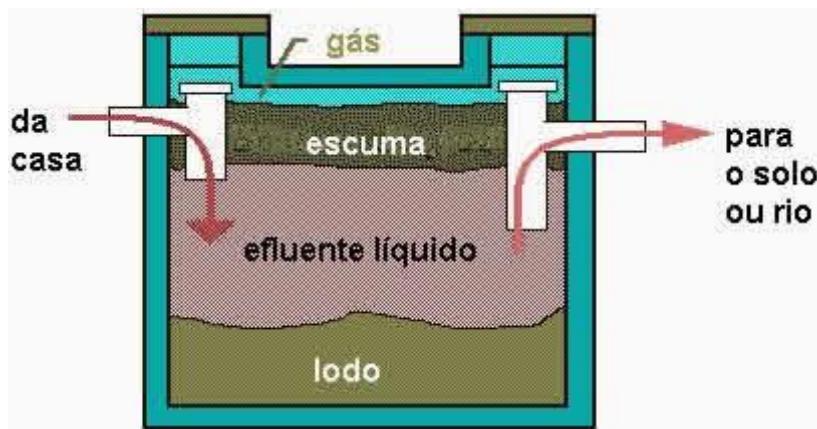
Para evitar que seja necessário quebrar o piso da casa caso ocorra algum problema nas tubulações, todas as tubulações de esgoto encaminham para fora da área da casa assim não há grandes quantidades de tubulação de esgoto passando por baixo da residência.



**Figura 3-34 - Tubulação de esgoto PVC soldável rígido**

Do lado de fora da residência, as tubulações encaminham o esgoto para a entrada do terreno, pois é onde se localiza a fossa séptica. Através de entrevistas realizadas com moradores do Condomínio Costa do Sol e também pela informação obtida pela Prefeitura, foi constatado que na região não havia rede de esgoto. A coleta de esgoto é realizada através da fossa séptica, instalada em cada residência.

A fossa séptica (Figura 3-35) é um tanque enterrado impermeável que recebe o esgoto proveniente de dejetos e águas servidas, eliminando o risco de contaminação do solo e do lençol freático. A instalação da fossa séptica é recomendada em áreas desprovidas de rede de esgoto, como é o caso do Condomínio Costa do Sol.



**Figura 3-35 - Fossa Séptica**

É necessário que as fossas sépticas não fiquem próximas das moradias para evitar o mau cheiro e nem muito longe para evitar tubulações muito longas sendo que a distância mínima entre a fossa e a residência é de 1,5 metros.

Outra recomendação é que a construção das fossas ocorra longe de poços, ramais prediais de água, rede publica de abastecimento de água, árvores ou qualquer outra fonte de captação de água, para evitar os riscos de contaminação no caso de vazamentos. Neste caso, a recomendação da norma é de que a distância mínima seja de 3,0 metros.

Como a construção da fossa séptica ocorrerá em local com presença de nível d'água deverão ser tomados os devidos cuidados para que não haja a contaminação do lençol freático. Para isso, a fossa séptica deverá ser submetida a ensaios de estanqueidade, para verificar a conformidade com as exigências normativas.

A norma brasileira não permite escoamento de água pluvial e proveniente da piscina para o sistema de esgoto porque poderiam sobrecarregar o sistema; necessita-se, assim, um sistema de drenagem adequado para essas águas.

## **Viabilidade do Empreendimento**

Para verificar a viabilidade do empreendimento, foi feito um pré-orçamento estimando-se a ordem de grandeza do custo do empreendimento.

O pré-orçamento foi baseado em pesquisas de mercado, softwares de cálculo e Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) que representa o custo da construção por metro quadrado, de acordo com o padrão de acabamento do imóvel.

Primeiramente foi utilizado o software Orça-casa, da PINI, no qual foram inseridos as dimensões de cada um dos cômodos da casa, a dimensão e a quantidade de suas respectivas esquadrias, seus revestimentos e seus pontos de energia e de luz. Obteve-se como resultado a estimativa dos preços de materiais, equipamentos e mão de obra no Estado de São Paulo. Porém o software não pode ser considerado preciso pois não é possível saber as tecnologias que são levadas em conta. Mesmo com essas divergências foram levados em consideração essa estimativa para comparar com as outras pesquisas.

Através da Revista Construção Mercado 119 Ano 64 de Novembro de 2012, é possível estimar os preços unitários das edificações. Segundo os índices de custos da revista, que são baseados nos dados do livro TPCO, o valor do custo unitário de um sobrado de padrão médio é de R\$ 1050,94. Portanto, a residência em questão que possui aproximadamente 121 metros quadrados, teria uma estimativa de custo de construção de R\$139.263,74.

Vendo que a residência tem um padrão de classe média, o valor disponibilizado pelo CUB é de R\$ 978,05 por metro quadrado, valor referente ao mês de Abril de 2012, portanto a estimativa do custo de construção seria de R\$ 119.443,05.

Abaixo está o Quadro 3-8 analisando as diferentes fontes para estimar o pré-orçamento da residência.

Referência	Valor Unitário do m <sup>2</sup> (R\$)	Valor de Construção Total (R\$)
Orça-Casa	1070,2	129494,46
Revista Construção Mercado	1150,94	139263,74
CUB (Custo Unitário Básico da Construção)	978,05	118344,05

**Quadro 3-8– Cálculo do pré-orçamento da residência.**

A importância deste pré-orçamento é verificar se os anteprojetos elaborados estão dentro do orçamento previsto para o empreendimento.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

### Projeto Executivo de Arquitetura

Ver Projeto Executivo de Arquitetura.

#### 4.1.1 Esquadria

A esquadria deve estar prevista no projeto de execução da alvenaria, definindo a localização e a execução de vergas e contra-vergas conforme especificado no projeto executivo.

Para a instalação da esquadria de alumínio deverá ocorrer após a execução da alvenaria, chumbando-as na alvenaria. O preenchimento no local onde tem os chumbadores deverá ser feito com massa reforçada de areia e cimento (3:1)

A instalação das portas de madeira deverá ocorrer quando todos os serviços estiverem finalizados as paredes, pisos, forros, pinturas, instalações, etc. para que esses serviços não danifiquem a porta. A fixação das portas será realizada através da aplicação da espuma de poliuretano em alguns pontos entre a alvenaria e o quadro da porta.

Exemplos de detalhes executivos da instalação das portas estão descritos nas Figura 4-1 e Figura 4-2:

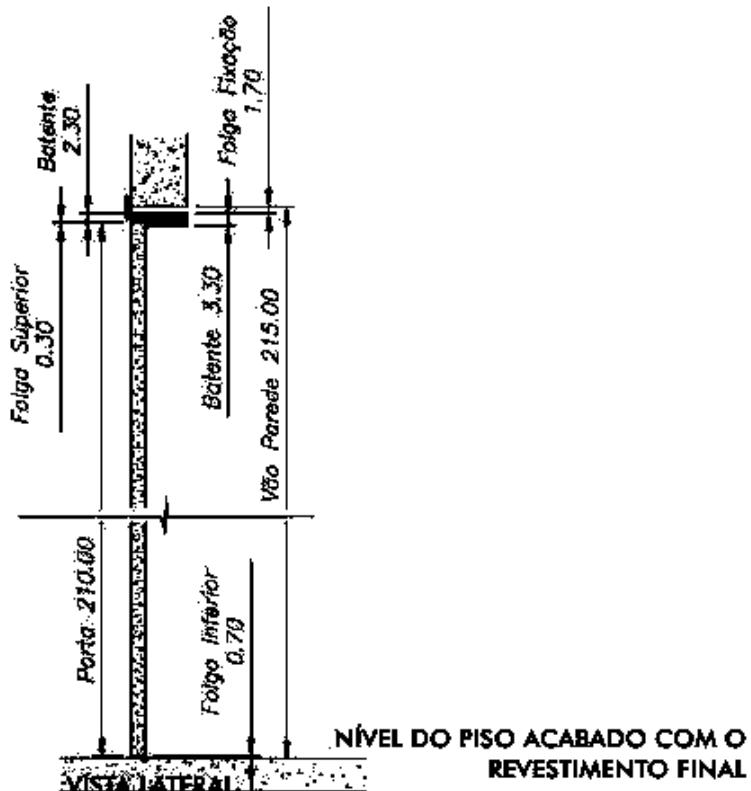


Figura 4-1 - Exemplo de detalhamento de porta de madeira com altura de 2,10m (vista lateral)

FONTE: [http://www.pormade.com.br/livro\\_111\\_solucoes.php](http://www.pormade.com.br/livro_111_solucoes.php)

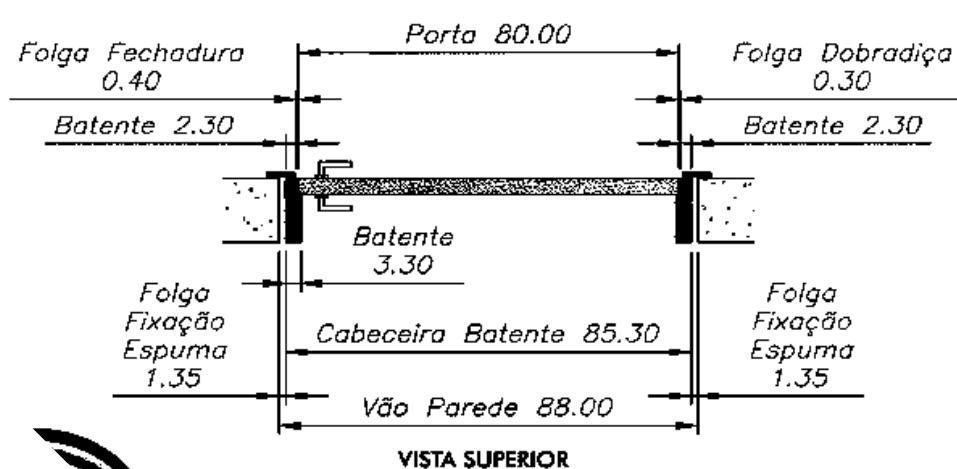


Figura 4-2 - Exemplo de detalhamento de porta de madeira com altura de 2,10m (vista superior)

FONTE: [http://www.pormade.com.br/livro\\_111\\_solucoes.php](http://www.pormade.com.br/livro_111_solucoes.php)

O Código de Obras e Edificação de Bertioga estabelece que o cálculo de aberturas de ventilação e iluminação deve seguir conforme os dispositivos do Código Sanitário estadual.

O artigo 44 e o 45 do Capítulo II do Código Sanitário estabelece que:

“A área iluminante dos compartimentos deverá corresponder, no mínimo à:

- nos locais de trabalho e nos destinados a ensino, leitura e atividades similares: 1/5 da área do piso;
- nos compartimentos destinados a dormir, estar, cozinhar, comer e em compartimentos sanitários: 1/8 da área do piso, com o mínimo de 0,60m<sup>2</sup> ;
- nos demais tipos de compartimentos: 1/10 de área do piso, com o mínimo de 0,60m<sup>2</sup>.

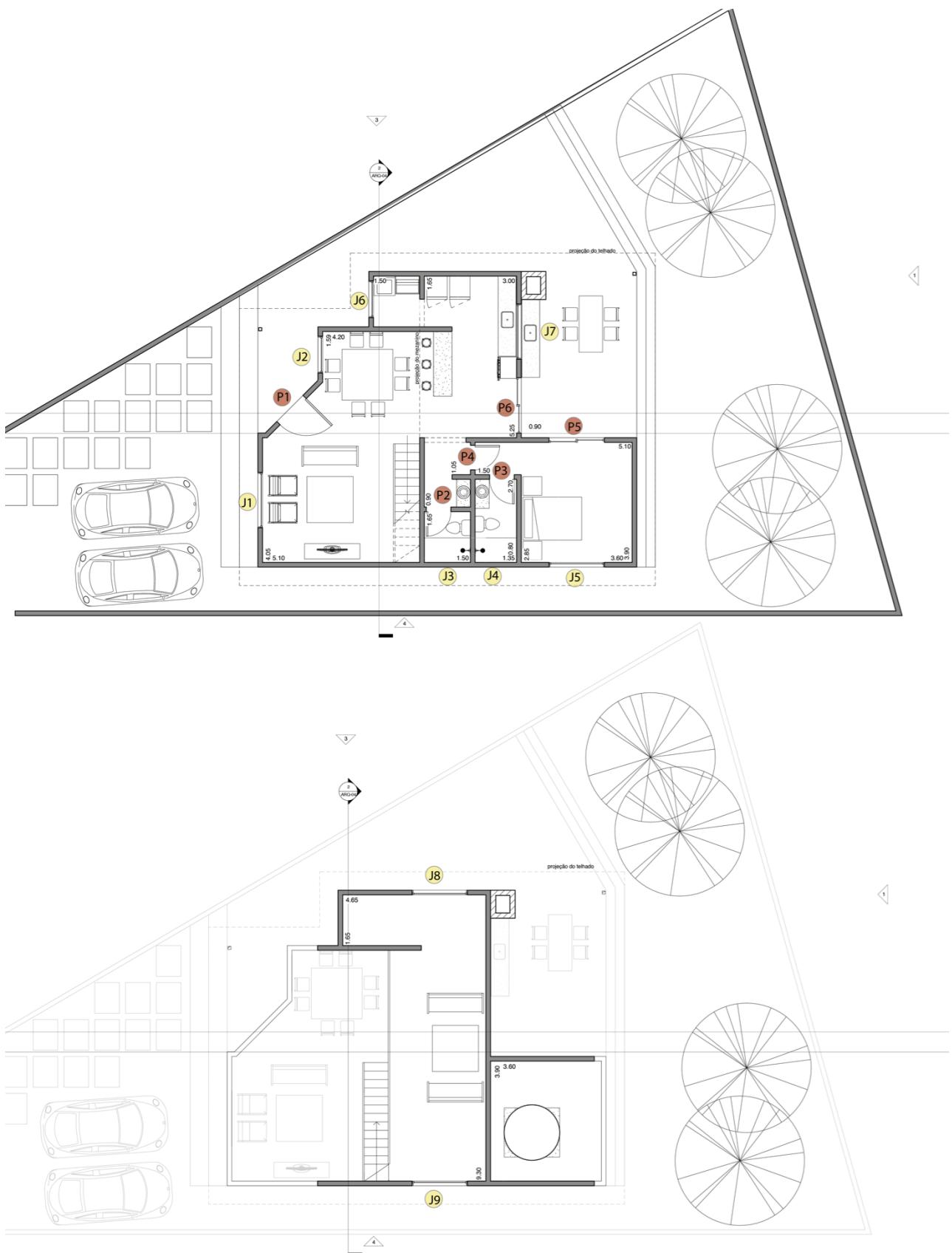
**Artigo 45** - A área de ventilação natural deverá ser em qualquer caso de, no mínimo, a metade da superfície de iluminação natural.”

Considerando o Código de Obras, foram consideradas as seguintes áreas mínimas de abertura para os cômodos Tabela 4-1:

**Tabela 4-1- Cálculo de área mínima de abertura**

Local	Área de Piso (m <sup>2</sup> )	Área Mínima (m <sup>2</sup> )	1/8 da Área (m <sup>2</sup> )	1/10 da área (m <sup>2</sup> )	Área Mínima Exigida (m <sup>2</sup> )	
					Iluminação	Ventilação
Sala TV	17,23	0,60	2,15		2,15	1,08
Sala de Jantar	10,87	0,60	1,36		1,36	0,68
Banheiro	2,47	0,60	0,31		0,60	0,30
Banheiro da suíte	3,65	0,60	0,46		0,60	0,30
Suíte	15,62	0,60	1,95		1,95	0,98
Lavanderia	2,47	0,60		0,25	0,60	0,30
Cozinha	24,37	0,60	3,05		3,05	1,52
Mezanino	14,65	0,60	1,83		1,83	0,92
Mezanino	14,65	0,60	1,83		1,83	0,92

Considerando a área mínima de abertura, as esquadrias foram posicionadas de acordo com a Figura 4-3. As dimensões dos vãos e das esquadrias de janelas e portas estão indicadas nos Quadro 4-1 e Quadro 4-2, respectivamente.



**Figura 4-3 -Localização das portas e janelas no térreo e mezanino**

Janelas (cm)							
Código	Local	Dimensão do Vão	Dimensão da Esquadria	Tipo	Material	Acabamento	Altura Peitoril
J1	Sala TV	180 x 120	175x175	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	100
J2	Sala de Jantar	120 x 120	115x115	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	100
J3	Banheiro	80 x 80	75x75	Maxim-ar	Alumínio	Pintura Epoxy	140
J4	Banheiro da suíte	80 x 80	75x75	Maxim-ar	Alumínio	Pintura Epoxy	140
J5	Suíte	150 x 120	145x115	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	100
J6	Lavanderia	120 x 120	115x115	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	100
J7	Cozinha	150 x 120	175x175	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	100
J8	Mezanino	150 x 120	175x175	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	380
J9	Mezanino	150 x 120	175x175	2 folhas (correr)	Alumínio	Pintura Epoxy	380

Quadro 4-1 - Resumo de janelas

Portas (cm)							
Código	Local	Tipo	Dimensões			Materiais	Acabamento
			Folha L x H	Batente L x E	Vão L x H		
P1	Sala	Pivotante	92 x 210	15 x 5	100 x 220	Mogno	Verniz
P2	Banheiro	1 folha	72 x 210	15 x 5	70 x 220	Mogno	Verniz
P3	Banheiro da Suíte	1 folha	72 x 210	15x5	70 x 220	Mogno	Verniz
P4	Suite (corredor)	1 folha	82 x 210	15 x 5	90 x 220	Mogno	Verniz
P5	Suite (exterior)	2 folhas (Correr)	145 x 210	15 x 5	150 x 220	Alumínio	Pintura Epoxy
P6	Cozinha	2 folhas (Correr)	145 x 210	1 x 1	150 x 220	Alumínio	Pintura Epoxy

Quadro 4-2 -- Resumo de portas

#### 4.1.2 Escada

A escada do mezanino foi projetada como estrutura de concreto com degraus de madeira.

O dimensionamento da escada foi calculado segundo a NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, que estabelece os seguintes parâmetros:

a) pisos (p):  $0,28 \text{ m} < p < 0,32 \text{ m}$ ;

b) espelhos (e)  $0,16 \text{ m} < e < 0,18 \text{ m}$ ;

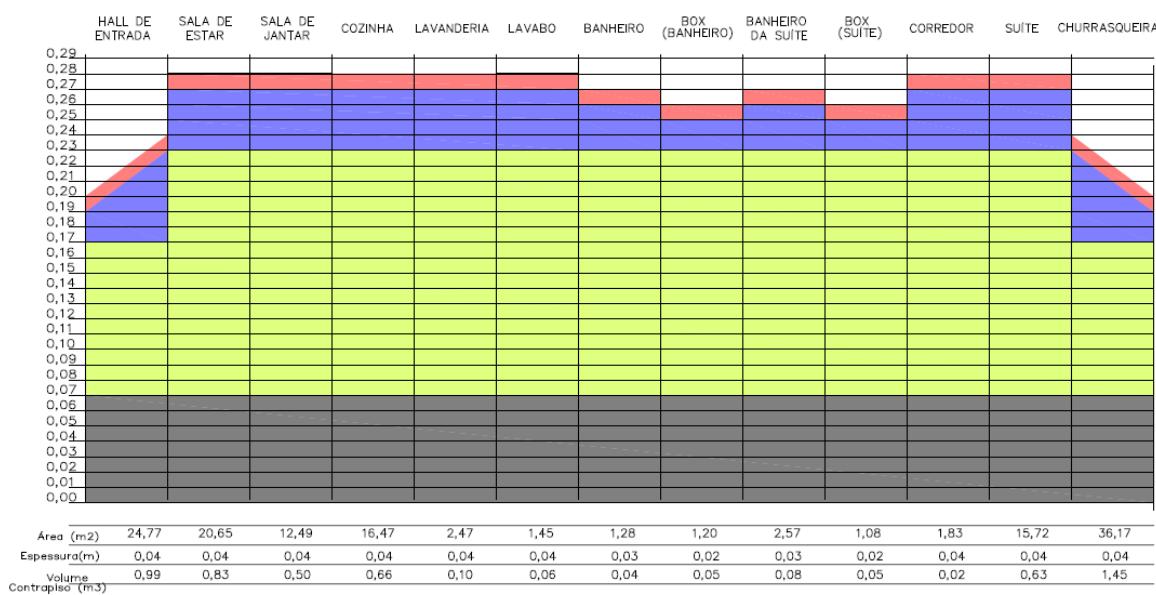
c)  $0,63 \text{ m} < p + 2e < 0,65 \text{ m}$

Assim, para atingir a altura do mezanino com 2,80, foi definida uma escada de 15 degraus com espelho de 0,18 e piso de 0,28.

#### 4.1.3 Revestimento

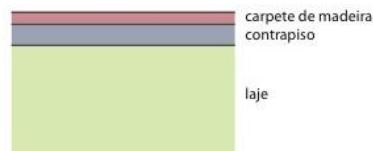
O revestimento horizontal e vertical deverá ser realizado após a execução das instalações hidráulica e elétrica e da estrutura.

Os revestimentos horizontais serão executados conforme a Figura 4-4, que está representado o tipo de material e os níveis de contrapiso e revestimento cerâmico adotados no projeto.



**Figura 4-4 - Projeto de contrapiso**

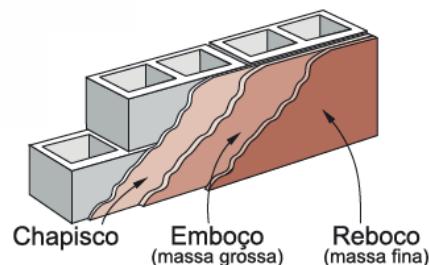
Para o mezanino foi previsto capete de madeira com 1cm de espessura e contrapiso de 2cm. O revestimento deverá ser aplicado sobre a laje treliçada Figura 4-5:



**Figura 4-5 - Detalhe do revestimento sobre mezanino**

Os revestimentos verticais serão executados conforme a Figura 4-6, através da aplicação das seguintes camadas:

- Chapisco: garante melhor aderência das outras camadas sobre a alvenaria para que não haja o descolamento;
- Emboço: regulariza a superfície da parede e absorve as deformações da parede. O emboço será aplicado em todas as paredes;
- Revestimento Cerâmico: para as áreas do banheiro e do box está prevista a execução do revestimento cerâmico. Após a execução do emboço, será aplicado o revestimento cerâmico sobre a argamassa colante.
- Reboco: permite o acabamento fino da parede. Será aplicado após o emboço nas paredes que receberão a pintura.
- Pintura: será aplicada a pintura acrílica nas demais áreas internas da casa após a execução do reboco.
- Textura: aplicação de textura tipo gradiato na área externa da casa após o emboço.



**Figura 4-6 -Detalhe de execução de revestimento vertical**  
Fonte: Mão à Obra

## Terraplenagem

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido conforme as especificações do Projeto de Arquitetura e de Estrutura, em que foi determinado os níveis do terreno.

Antes de iniciar qualquer construção da residência, é necessário que seja feita a terraplenagem no terreno. O terreno se encontra com várias árvores

distribuídas ao longo do terreno, com uma camada de aproximadamente 20cm de terra orgânica e com declive em direção ao fundo do terreno.

Com a liberação da prefeitura, deve-se remover as árvores do terreno e também a camada de 20cm de solo orgânico. Após isto, deve-se estabelecer o nível do terreno para iniciar a construção (Figura 4-7).



Figura 4-7 – Árvores a serem removidas

Para que houvesse volume mínimo de compra de solo, foi determinado que a cota do terreno estaria na cota -0,20 em relação ao nível da rua, e declives suaves em direção ao fundo do terreno, permitindo maior aproveitamento dessas áreas externas para o estacionamento de carros e atividades ao ar livre. Considerando essas premissas, foi estimado a compra de 40m<sup>3</sup> de solo.

As cotas finais do terreno e a declividade estão conforme o Apêndice H – Projeto Executivo de Terraplenagem.

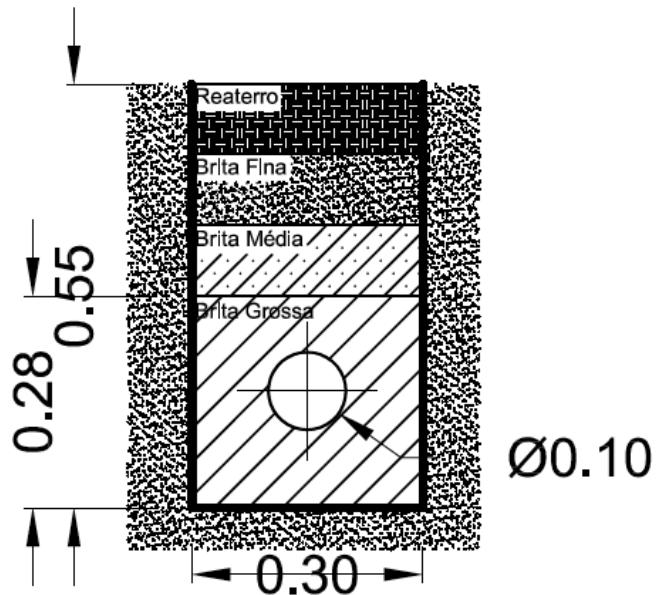
## Drenagem

O projeto de drenagem foi desenvolvido juntamente com o projeto de terraplenagem e fundação.

Para determinar o posicionamento dos drenos foi considerado em quais direções haveria o escoamento da água, determinado pelo projeto de terraplenagem.

Durante a investigação do solo, foi constatado o nível da água a uma profundidade de 30cm-70cm, portanto foi necessário prever a instalação de drenos ao longo do terreno para que reduzir o nível da água, viabilizando a construção da fundação da rasa. Para isso, serão instalados dois drenos nas laterais do terreno para realizar a drenagem inicial.

Para fazer a drenagem do terreno, é necessário que seja feita uma vala dentro dos limites do terreno e instalar a tubulação de dreno junto com a brita grossa, média e fina, para preencher a vala e permitir uma melhor infiltração da água no solo (Figura 4-8).



**Figura 4-8 - Detalhe da vala de drenagem**

A tubulação de dreno a ser instalada possui diâmetro de 100mm e é colocada com uma declividade de 1% para o fundo do terreno onde ao final, a tubulação encontrará uma caixa de areia onde acontecerá a dispersão da água coletada. Optou-se por conduzir a água coletada para o fundo do terreno pois não há presença de sarjeta ao longo da rua nas proximidades do terreno (Figura 4-9).



**Figura 4-9 - Frente do terreno sem a presença de sarjeta para escoamento da água**

A posição das tubulações de drenagem estão conforme o Projeto de Drenagem – DRE -1, assim como, os perfis mostrando a que profundidade se encontra.

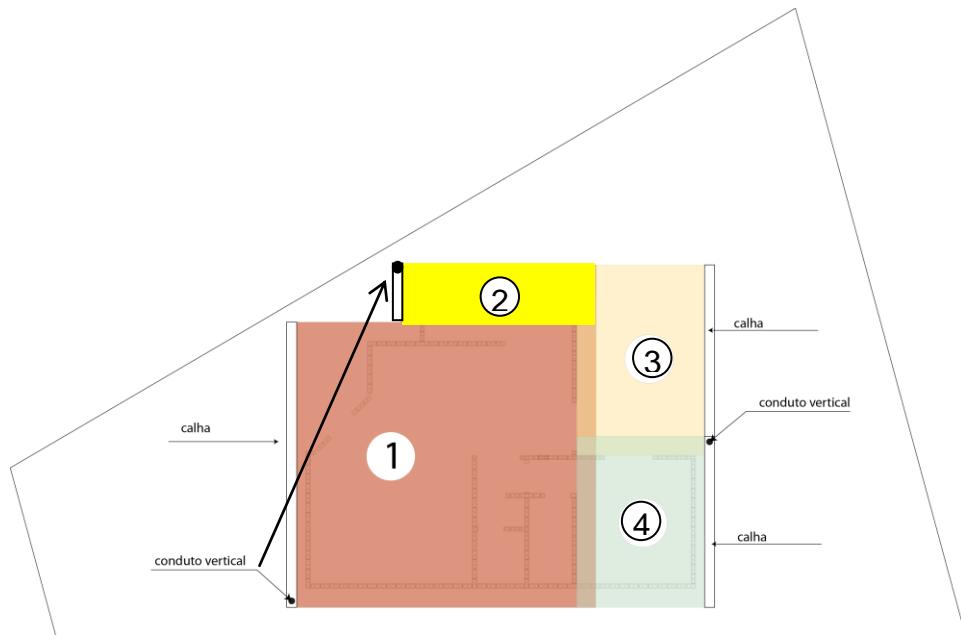
#### 4.1.4 Calhas

Para a drenagem da água pluvial, optou-se pelo uso das calhas de beiral circular de PVC (Figura 4-10), junto ao telhado, que eram conduzidas por um conduto vertical circular de PVC e depois se ligava aos tubo drenos localizadas na lateral do terreno (Apêndice I – Projeto de Drenagem).



**Figura 4-10 - Calha de beiral com seção circular PVC**

Existem três condutos verticais, dois localizando perto da entrada para captar a água pluvial dos telhados 1 e 2 e outro no fundo do terreno para captar a água pluvial dos telhados 3 e 4, conforme Figura 4-11- Disposição do telhado.



**Figura 4-11- Disposição do telhado**

##### 4.1.4.1 Dimensionamento

As calhas e o conduto vertical foram dimensionados segundo a NBR 10844 (1989). Primeiro determinou-se a vazão de projeto utilizando a **Equação 4-1**.

$$Q_{proj} = \frac{C * A * I}{60}$$

**Equação 4-1 - Vazão de projeto de água pluvial**

onde:

C = coeficiente de escoamento superficial (razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado – considera-se C=1);

A = área de contribuição ( $m^2$ );

I = intensidade pluviométrica (mm/h).

Como a área de construção é menor que 100m<sup>2</sup>, adotou-se I=150mm/h.

Obteve-se então as vazões de projeto dos telhados 1, 2, e 3, apresentados na Tabela 4-2.

**Tabela 4-2- Área de contribuição e vazão de projeto**

	A ( $m^2$ )	Q <sub>proj</sub> (L/min)
Telhado 1	96,1	240,2
Telhado 2	14,5	36,2
Telhado 3	32,9	82,3
Telhado 4	36,6	91,4

Em seguida foi feito o dimensionamento das calhas (Equação 4-2) para verificar se a vazão nas calhas é menor que a vazão de projeto.

$$Q = K \left( \frac{S}{n} \right) (R_h)^{2/3} (i)^{1/2}$$

**Equação 4-2 -Fórmula de Manning Strickler para dimensionamento da vazão**

onde:

Q = vazão (L/min);

K = 60000;

S = área da seção molhada ( $m^2$ );

n = coeficiente de rugosidade;

R<sub>h</sub> = raio hidráulico (m);

i = declividade da calha (m/m).

Consideraram-se os seguintes parâmetros para o dimensionamento:

- Calhas circulares de PVC;
- altura da lâmina d'água igual a 2/3 do diâmetro da calha;
- n = 0,011 (coef. de rugosidade do PVC);
- declividade 0,5%.

Assim, obteve-se a vazão das calhas e comparou com a vazão de projeto para ver se a atendia Tabela 4-3.

**Tabela 4-3 - Vazão na calha e verificação**

Qproj (L/min)	Q (L/min)	Verificação	
240,2	368,1	Q > Qproj	Atende a vazão de projeto
36,2	368,1	Q > Qproj	Atende a vazão de projeto
82,3	368,1	Q > Qproj	Atende a vazão de projeto
91,4	368,1	Q > Qproj	Atende a vazão de projeto

Por fim, dimensionaram-se os condutos verticais. Ambos os condutos foram dimensionados com os parâmetros adotados no

	Conduto vertical 1	Conduto vertical 2	Conduto vertical 3
Q (L/min)=	240,2	36,2	173,7075
H (mm)=	68	68	68
L (M)=	3,97	4,67	5,04

Quadro 4-3.

	Conduto vertical 1	Conduto vertical 2	Conduto vertical 3
Q (L/min)=	240,2	36,2	173,7075
H (mm)=	68	68	68
L (M)=	3,97	4,67	5,04

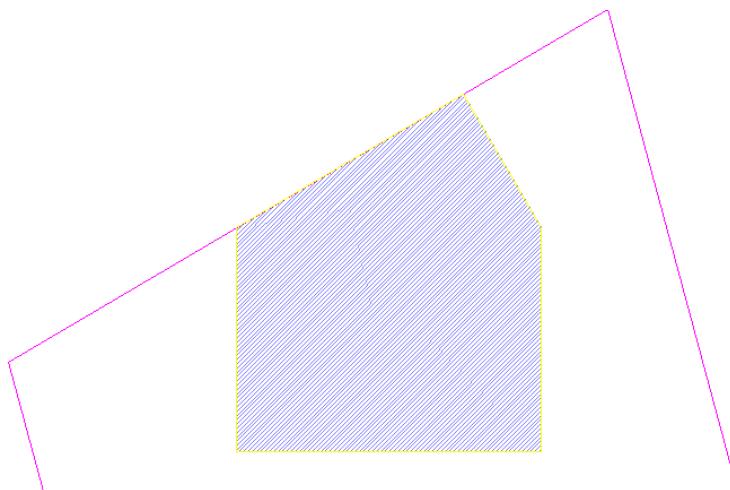
**Quadro 4-3 - Valores adotados de vazão, altura da lâmina da água e comprimento do conduto vertical**

Determinou-se que os diâmetros dos condutos verticais seriam 75mm cada um. No entanto, para que não ocorra a mudança do regime de escoamento anular com o consequente aparecimento de ruídos, turbulências e flutuações de pressão, limitou-se a espessura do anel de água a um máximo de 30% da seção transversal. Assim, ambos os condutos tiveram seus diâmetros alterados para 100mm, conforme o Projeto de Drenagem – DRE -1.

## Projeto Executivo de Fundação

### Dimensionamento

A determinação da altura da fundação do tipo radier e o cálculo das armaduras foram definidas através do dimensionamento de uma fundação do tipo sapata corrida para o trecho de parede mais solicitada. Na Figura 4-11, verifica-se a área do radier no terreno.



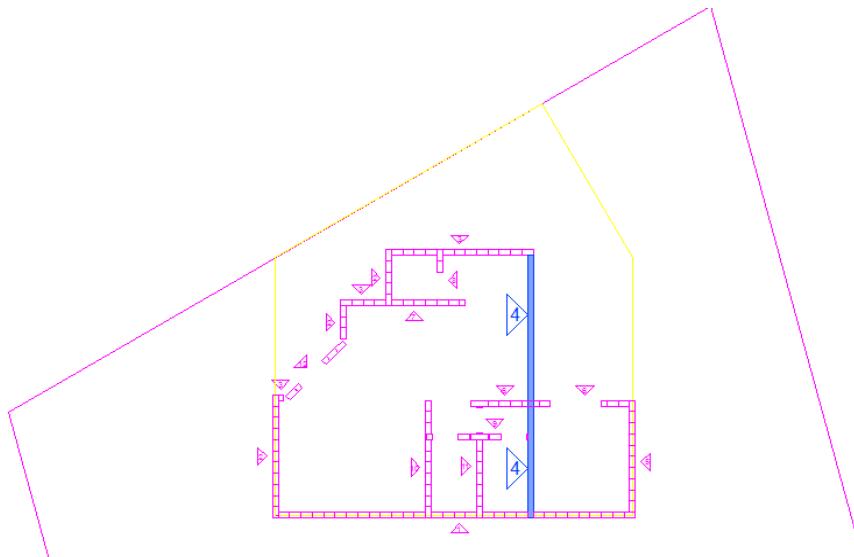
**Figura 4-11 – Área do radier**

A seleção da parede mais solicitada foi definida através do cálculo das cargas permanentes e acidentais de cada parede, como pode ser verificado na Tabela 4-4. No caso em questão, foi verificada que a parede mais solicitada é a parede 04 (Figura 4-12).

**Tabela 4-4- Cargas permanentes e acidentais de cada parede**

Parede	1	2	2	2	3	4	5
Cargas Admissíveis (kN/m <sup>2</sup> )	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concreto CA25	-	-	-	-	-	-	-
g (kN/m) - carga permanente	25,97	9,45	7,88	8,41	22,12	46,65	15,52
alvenaria	8,73	8,37	6,90	5,81	9,25	12,09	13,00
telhado	7,37	1,08	0,98	2,60	2,96	5,76	2,52
mezanino	9,87	-	-	-	9,90	28,80	-
Área - Alvenaria (m <sup>2</sup> )	58,94	8,28	6,22	13,84	25,12	59,52	21,00
q (kN/m) - sobrecarga	18,44	2,70	2,46	6,51	7,41	14,40	6,30
g+k	44,41	12,15	10,34	14,92	29,53	61,05	21,82
L (m)	12,29	1,80	1,64	4,34	4,94	9,60	4,20

Parede	6	7	8	9	10	11	12	13
Cargas Admissíveis (kN/m <sup>2</sup> )	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concreto CA25	-	-	-	-	-	-	-	-
g (kN/m) - carga permanente	20,07	17,88	13,32	15,77	22,34	22,34	8,33	10,25
alvenaria	11,83	12,16	7,20	7,20	7,25	7,25	7,25	8,81
telhado	3,32	2,60	1,16	1,43	2,51	2,51	1,07	1,44
mezanino	4,92	3,12	4,95	7,14	12,57	12,57		
Área - Alvenaria (m <sup>2</sup> )	25,21	20,29	5,37	6,59	11,69	11,69	4,99	8,14
q (kN/m) - sobrecarga	8,31	6,51	2,91	3,57	6,29	6,29	2,69	3,60
g+k	28,38	24,39	16,23	19,34	28,62	28,62	11,01	13,85
L (m)	5,54	4,34	1,94	2,38	4,19	4,19	1,79	2,40



**Figura 4-12 – Trecho de parede mais solicitada**

Selecionada a parede 04, calculou-se a altura da sapata corrida através das equações abaixo:

$$(g + q)_{total} = 61kN/m$$

**Equação 4-3 – Cálculo da carga**

A área da base da sapata, na faixa de 1,0m é dada por  $A = a \times 1 (m^2)$ , onde “a” é a largura da sapata.

Com base na pressão admissível, calcula-se a largura necessária da sapata:

$$A = \frac{(g + q)_{total}}{\sigma_{solo,adm}} = \frac{61}{100} = 0,61m^2$$

**Equação 4-4 – Área da sapata corrida**

$$a \times 1 = 0,61 \quad a = 0,61$$

**Equação 4-5 – Largura da sapata corrida**

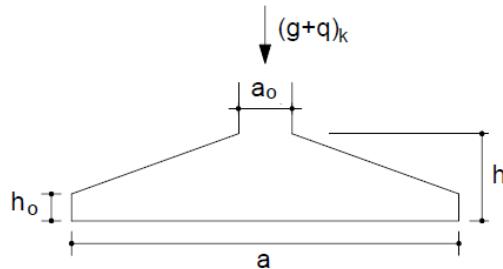
A altura da sapata é determinada de acordo com a rigidez que se pretende impor à mesma. Como o solo possui resistência relativamente baixa (tensão admissível menor que 150kN/m<sup>2</sup>) é aconselhável adotar sapata flexível.

$$h \leq \frac{(a - a_o)}{3} \leq \frac{(0,61 - 0,14)}{3} = 0,16m$$

**Equação 4-6 – Altura da sapata corrida**

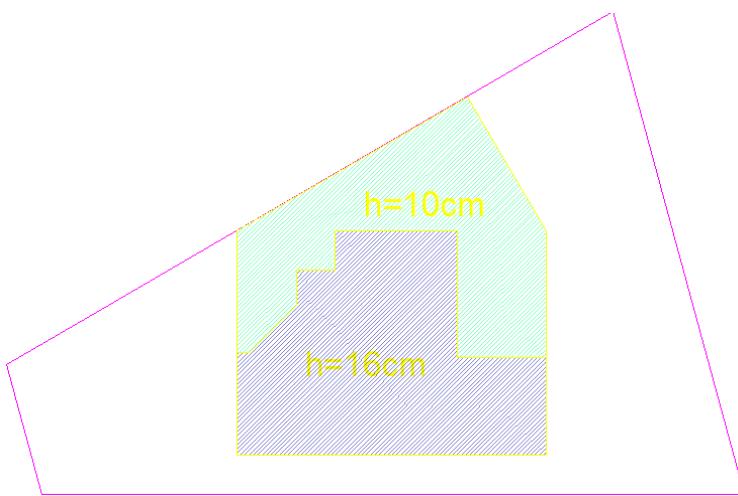
Para que a sapata seja flexível, sua altura deve ser no máximo de 16cm. Por outro lado, a altura h na extremidade da base da sapata não deve ser menor que 15cm. Verificado a variação da altura da sapata na seção, entre 15cm e 16cm, adotou-se uma altura constante, já que a diferença entre h e ho não é grande (Figura 4-13) . Logo, foi adotado:

$$h = h_0 = 16\text{cm}$$



**Figura 4-13 – Altura da sapata corrida sob carregamento uniforme distribuída**

Assim, para a região interna da residência, a espessura do radier é 16cm. Já na área externa da casa, a espessura adotada foi de 10cm para a execução do contrapiso do mesmo (Figura 4-14).



**Figura 4-14 – Altura do radier na área interna e externa**

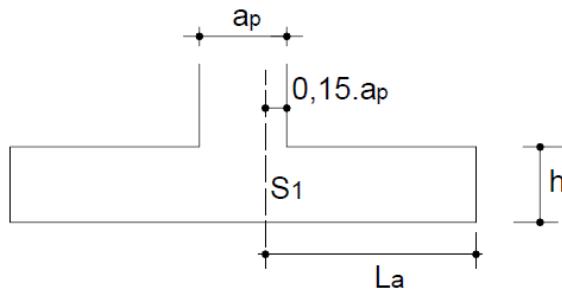
Em função do cobrimento requerido, será adotada nos cálculos como altura útil média

$$d = 14\text{cm}$$

### Dimensionamento das armaduras

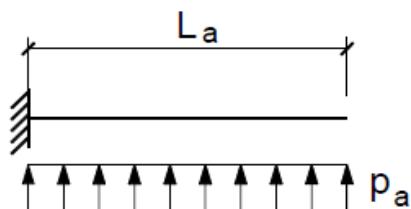
- Armaduras longitudinais (Flexão):

Determinação dos momentos fletores nas seções de referência  $S_1$ :



**Figura 4-15 – Seção de referência para cálculo do momento fletor**

Segundo a direção paralela ao lado “a”:



**Figura 4-16 – Carga segundo a direção paralela ao lado “a”**

$$L_a = \left( \frac{a - a_p}{2} \right) + 0,15 \times a_p = \left( \frac{0,61 - 0,14}{2} \right) + 0,15 \times 0,14 = 0,26m$$

**Equação 4-7 – Cálculo de La**

Dentro da faixa de 1,0m adotada, tem-se:

$$\sigma_{solo} = 100kN/m^2$$

$$q_a = \sigma_{solo} \times b = 100 \times 1 = 100kN/m$$

**Equação 4-8 – Cálculo da carga distribuída**

$$M_{ka} = \frac{q_a \times L_a^2}{2} = \frac{100 \times 0,26^2}{2} = 3,28kNm$$

**Equação 4-9 – Cálculo do momento fletor**

- Determinação da área total das armaduras inferiores

Como a sapata é corrida, a relação entre a maior e a menor dimensão em planta assume valor superior a 2. Portanto, o caso é idêntico à das lajes armadas em uma direção.

Na direção paralela ao lado “a” tem-se:

$$M_{da} = 1,4 \times 328 = 459,65kNm$$

#### **Equação 4-10 – Cálculo do M<sub>da</sub>**

Calcula-se a área longitudinal da armadura com a seguinte expressão simplificada:

$$A_s = \frac{M_d}{0,8 \times d \times f_{yd}}$$

$$A_{s,a} = \frac{459,65}{0,8 \times 0,14 \times 43,5} = 0,94\text{cm}^2 \text{ (por metro)}$$

**Equação 4-11 – Armadura longitudinal**

A área mínima de armadura recomendada em lajes armadas em uma direção é igual a 0,15% de  $b_w h$ . Portanto:

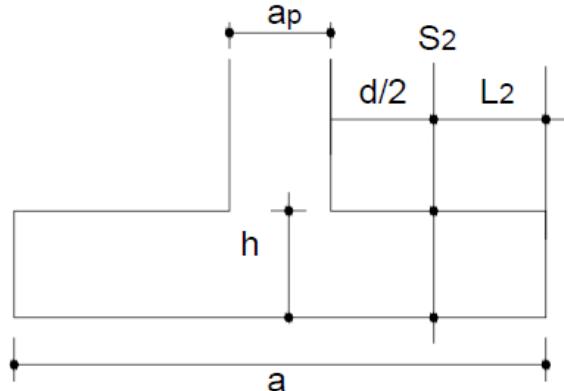
$$A_{s,a,min} = 0,0015 \times b_w \times h = 0,0015 \times 100 \times 16 = 2,4\text{cm}^2 > A_{s,a}$$

**Equação 4-12 – Armadura mínima**

Nesse caso, prevalece a armadura mínima. Adotando-se barras de 8mm de diâmetro e um espaçamento de 17cm entre elas, chega-se a  $\Phi 8$  c/23cm ( $A_{sef}=2,5\text{cm}^2$ )

- Armadura transversal (Força Cortante)

A verificação do esforço cortante é feita numa seção de referência S2, distante de  $d/2$  da face do pilar.



**Figura 4-17 – Seção de referência para verificação da força cortante**

$$L_2 = \frac{a - a_p}{2} - \frac{d}{2} = \frac{61 - 14}{2} - \frac{14}{2} = 16\text{cm}$$

**Equação 4-13 – Cálculo de L2**

Na faixa de 1,0m estipulada:

$$b_{s2} = 100\text{cm}$$

$$V_{sd} = 1,4 \times \sigma_{solo} \times b_{s2} \times L_2 = 1,4 \times 100 \times 1 \times 0,16 = 23,05\text{kN}$$

**Equação 4-14 –Força cortante**

Caso a tensão solicitante de cálculo for menor que a tensão resistente, a armadura transversal para força cortante pode ser dispensada, segundo a NBR 6118 (2003).

$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd1}$$

$$\tau_{Sd} = \frac{V_{sd}}{b_{s2} \times d_{s2}} = \frac{23,05}{100 \times 14} = \frac{0,02\text{kN}}{\text{cm}^2} = 0,21\text{MPa}$$

**Equação 4-15 – Cálculo da tensão solicitante**

$$\begin{aligned} \tau_{Rd1} &= \tau_{Rd} \times k \times (1,2 + 40\rho_1) \\ \tau_{Rd1} &= 0,0375 \times 25^{\frac{2}{3}} \times |1,6 - 0,14| \times \left(1,2 + 40 \times \frac{2,5}{100 \times 14}\right) = 0,59\text{MPa} \end{aligned}$$

**Equação 4-16 – Cálculo da tensão resistente**

$$\tau_{Rd1} > \tau_{Sd}$$

- Armadura de distribuição (secundária)

Similarmente às lajes armadas em uma direção, deve-se dispor de uma armadura de distribuição (secundária) na direção na maior dimensão. A área dessa armadura deve ser tomada como o maior dos seguintes valores:

$$\frac{A_{s,dist}}{s} \geq \begin{cases} 0,2 \times \frac{A_s}{s} \\ 0,9 \text{cm}^2/\text{m} \\ 0,5 \times \frac{A_{s,min}}{s} \end{cases}$$

onde  $A_s$  e  $s$  referem-se, respectivamente à área e ao espaçamento das barras longitudinais principais. Lembrando que a razão  $A_s/s$  indica a armadura por unidade de largura (1m), tem-se:

$$0,2 \times \frac{A_s}{s} = 0,2 \times 2,5 = 0,5 \text{cm}^2$$

$$0,5 \times \frac{A_{s,min}}{s} = 0,5 \times 2,4 = 1,2 \text{cm}^2$$

#### **Equação 4-17 – Cálculo das armaduras de distribuição**

Portanto o maior dos três valores resulta em  $1,2\text{cm}^2/\text{m}$ . Adotando barras de 6,3mm, temos  $\Phi 6,3$  c/17cm ( $A_{sef}=1,28\text{cm}^2$ )

- Verificação das tensões de aderência

A tensão de aderência nas barras de armadura inferior da sapata, junto à face do pilar (seção de referência S<sub>1</sub>), é determinada por:

$$\tau_{bd} = \frac{V_{Sd,1}}{0,9 \times d \times (n \times \pi \times \Phi)}$$

#### **Equação 4-18 – Tensão de aderência**

Dentro da faixa de 1,0m adotada:

$$V_{Sd,1} = 1,4 \times q_a \times L_a = 1,4 \times 100 \times 0,26 = 35,88 \text{kN}$$

#### **Equação 4-19 – Força cortante solicitante na seção S1**

$$\tau_{bd} = \frac{35,88}{0,9 \times 14 \times (5 \times \pi \times 0,8)} = 0,22 \text{kN/cm}^2 = 2,2 \text{MPa}$$

#### **Equação 4-20 – Tensão de aderência**

A tensão de aderência atuante não deve ultrapassar a resistência de aderência de cálculo  $f_{bd}$ , prescrita pela NBR 6118 (2003):

$$f_{bd} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times f_{ctd}$$

#### **Equação 4-21 – Tensão de aderência atuante**

$f_{ctd}$  é a resistência à tração de cálculo do concreto, igual a  $0,15 \cdot f_{ck}^{2/3}$  (MPa)

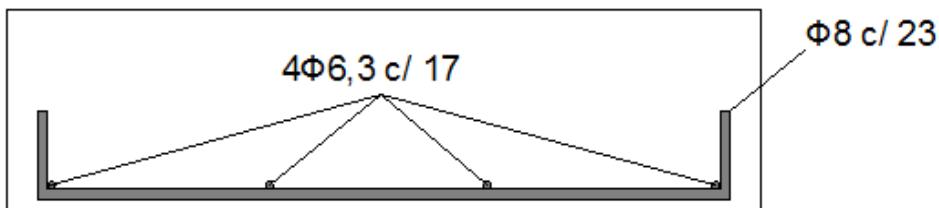
Neste caso, as barras longitudinais são nervuradas ( $\eta_1 = 2,25$ ), com situação de boa aderência ( $\eta_2 = 1,0$ ) e diâmetro menor que 32mm ( $\eta_3 = 1,0$ ).

Substituindo valores, obtém-se através da Equação 4-21 – Tensão de aderência atuante:

$$f_{bd} = 2,25 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,15 \times 25^{\frac{2}{3}} = 2,89 MPa > \tau_{bd} = 2,25 MPa \therefore OK$$

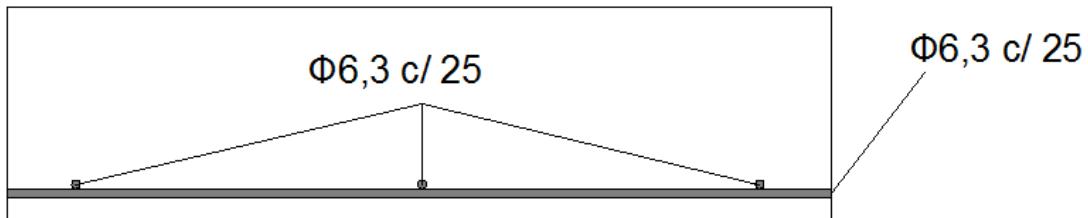
- Detalhamento das Armaduras

Na Figura 4-18, verifica-se as disposição das armaduras nos trechos de paredes.



**Figura 4-18 – Disposição das armaduras nos trechos de paredes**

Vale ressaltar que nas áreas onde não há paredes, serão implantadas malhas com barras de diâmetro de 6,3mm e espaçamento de 25cm entre elas para evitar a fissura do concreto (Figura 4-19).



**Figura 4-19 – Disposição das armaduras na malha**

## Estrutura

### 4.1.5 Alvenaria Estrutural

Foi considerada a modulação de 30 para os blocos da alvenaria estrutural.

Para a modulação das paredes e das fiadas dos blocos, ver Apêndice C – Projeto Executivo de Alvenaria.

### Cálculo do índice de esbeltez:

Considerando o índice de esbeltez na área mais desfavorável como o local próximo à escada do mezanino que apresenta extremidade livre e com maior altura. Assim, a altura efetiva ( $h_{ef}$ ) obtida foi calculado da seguinte forma:

$$h_{ef} = 2 \cdot h = 2 \cdot 5,2 = 10,8\text{m}$$

#### **Equação 4-22– Cálculo da altura efetiva com extremidade livre**

Para reduzir a altura efetiva, foi considerado uma cinta de amarração a cada 2,8m para realizar o travamento da alvenaria.

Assim,

$$h_{ef} = h = 2,8\text{m}$$

#### **Equação 4-23 – Cálculo da altura efetiva sem extremidade livre**

Como a espessura efetiva no ponto mais desfavorável é igual a  $t_{ef} = 0,14\text{m}$ , o cálculo do índice de esbeltez ( $\lambda$ ):

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,80}{0,14} = 20$$

#### **Equação 4-24 – Índice de esbeltez**

### Cálculo da resistência à compressão dos blocos:

$$\frac{\gamma_f N_k}{A} \leq \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \text{ parede} \\ 0,9 \text{ pilares} \end{array} \right\} \frac{0,7 f_{pk}}{\gamma_m} \left[ 1 - \left( \frac{h_{ef}}{40 t_{ef}} \right)^3 \right], \text{ com } \gamma_f = 1,4 \text{ e } \gamma_m = 2,0$$

#### **Equação 4-25 – Verificação de resistência à compressão**

em que:

$\gamma_f, \gamma_m$  – coeficientes de ponderação das ações e das resistências;

$N_k$  – força normal característica;

$A$  – área bruta da seção transversal;

$f_{pk}$  – resistência característica de compressão simples do prisma;

$t_{ef}, h_{ef}$  – espessura e altura efetiva.

Duas verificações:

i. o espalhamento de argamassa em toda a face superior dos blocos;

ii. o espalhamento de argamassa em dois cordões laterais apenas. (redução de 20% da resistência)

Conforme a Tabela 4-5, o maior carregamento é de  $N_k = 28,3\text{kN/m}$ .

Tabela 4-5 -Cálculo do carregamento da parede nos trechos mais solicitados

Trecho	Comprimento (m)	Peso próprio da parede (kN/m)	Reação das lajes					Carga permanente total (kN/m)	Carga Total (kN/m)
			Área de influencia da laje (m <sup>2</sup> )	Carga perm. Unitária da laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga perm. Sobre a parede (kN/m)	Carga acid. Unitária da laje (kN/m <sup>2</sup> )	Carga acid. Sobre a parede (kN/m)		
1	4,35	10,4	3,51	5,9	4,76	0	0,00	15,20	15,20
2	12,30	11,7	0	3,3	0,00	0	0,00	11,72	11,72
3	9,60	15	13,95	3,3	4,80	1,5	2,18	19,80	21,98
6	3,90	14,88	9,36	9,8	11,16	1,5	2,25	26,04	28,29
10	5,40	9,6	8,1	3,3	4,95	1,5	2,25	14,51	16,76

Substituindo o valor na Equação 4-25,  $f_{pk} \geq 924 \text{ kN/m}^2 = 0,9 \text{ MPa}$ , para o espalhamento da argamassa em toda a face superior dos blocos. Admitindo que

$f_{pk}/f_{bk} = 0,80$ , em que  $f_{bk}$  é a resistência do bloco,  $f_{bk} \geq 1,15 \text{ MPa}$ .

Considerando o espalhamento de argamassa apenas em dois cordões laterais,  $f_{bk} \geq 1,44 \text{ MPa}$ .

Portanto, será adotado bloco de  $f_{bk} = 4,0 \text{ MPa}$ .

#### Verificação do ponto com cargas concentradas:

No ponto em que ocorre o carregamento da viga do mezanino pode ser considerado um aumento de resistência à compressão se a área de contato for maior que  $t/3$  e 5cm, pois as tensões concentradas na região de contato com a viga estarão confinada por tensões menores ao redor Figura 4-20. Nessa caso, pode ser considerado um aumento de 50% na resistência à compressão Equação 4-26.

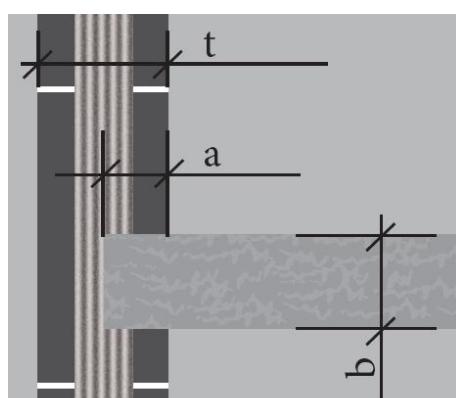


Figura 4-20 – Detalhe de apoio de viga sobre alvenaria

$$\frac{P_k \gamma_f}{ab} \leq \begin{cases} 1,5 \cdot 0,7 \cdot \frac{f_{pk}}{\gamma_m} & \text{se } a \geq \begin{cases} t/3 \\ 5\text{cm} \end{cases} \\ 0,7 \frac{f_{pk}}{\gamma_m} & \text{se } a < \begin{cases} t/3 \\ 5\text{cm} \end{cases} \end{cases}$$

**Equação 4-26 – Verificação de resistência com cargas concentradas**

$\gamma_f$ ,  $\gamma_m$  – coeficientes de ponderação das ações e das resistências;

$N_k$  – força normal característica;

$A$  – área bruta da seção transversal;

$f_{pk}$  – resistência característica de compressão simples do prisma;

$t_{ef}$ ,  $h_{ef}$  – espessura e altura efetiva;

$a$  = espessura de contato;

$b$  = altura da viga

O carregamento da viga sobre a alvenaria é de 8,3 kN. A espessura de contato entre a viga e a alvenaria é de 7,5cm. A resistência da parede é verificada considerando a primeira condição da Equação 4-26, tendo  $f_{pk} \geq 1,48$  MPa.

Assim, a resistência do bloco com o espalhamento de argamassa apenas em dois cordões laterais, tem-se  $f_{bk} \geq 2,30$  MPa. Portanto com bloco de 4,0 MPa esta condição é atendida.

Dimensionamento da verga e da contraverga:

Para os comprimentos das vergas e contravergas serão adotados os seguintes valores:

- Vergas:
  - Até 1,0 m de comprimento = 15 cm;
  - Acima de 1,0 m = 30 cm.
- Contravergas: 30 cm.

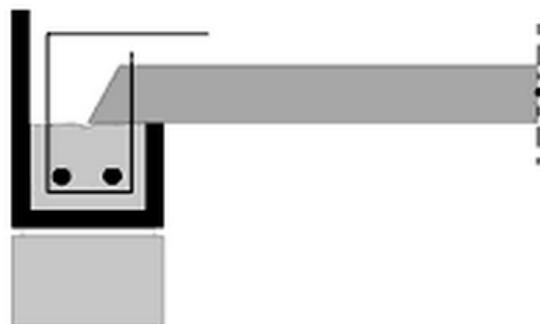
Na contraverga, será adotado uma armadura construtiva de uma barra com 10mm.

Armaduras construtivas:

No projeto foi previsto o reforço das alvenarias próximas a portas, cantos externos, paredes mais altas e apoio da escada, com uma barra de 6,3mm.

A cinta de amarração tem duas barras de 6,3mm e ocorre na 14<sup>a</sup> fiada. Na região em que ocorre o apoio da laje do mezanino sobre a alvenaria foi prevista

a quebra do bloco canaleta para que seja mantida a modulação dos blocos, conforme Figura 4-21 - Detalhe do apoio da laje sobre o alvenaria.



**Figura 4-21 - Detalhe do apoio da laje sobre o alvenaria**

#### 4.1.6 Laje Treliçada

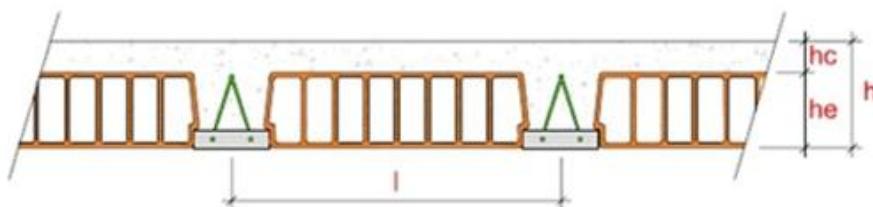
Para o cálculo da carga variável foram adotados os valores da ABNT NBR 6120 - Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações (ver Quadro 3-5) para edifícios residências:

Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro: Carga = 1,50 KN/m<sup>2</sup>

	Sentido do vão	Vão livre (m)	Carga Permanente (KN/m <sup>2</sup> )	Carga Variável (KN/m <sup>2</sup> )	Vão Maximo (m)
Mezanino	N - S	3,60	1,82	1,50	4,9

**Quadro 4-4 – Valores das cargas na laje**

Para verificar a espessura da laje, foi consultado o site da empresa M3/SP Engenharia Indústria e Comércio Ltda. A Figura 4-22 indica a espessura da laje em função do vão máximo e da sobrecarga. De acordo com a tabela da figura, será adotada a espessura de 12 cm para a única laje da construção considerando a altura das lajotas de 8 cm e a espessura da capa de concreto de 4 cm.

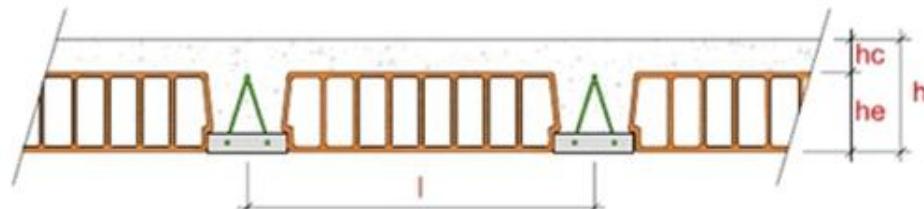


$l$ =Interlixo •  $he$ =altura do enchimento •  $hc$ =altura da capa •  $h$ =altura total

#### Vigetas Treliçadas Unidirecionais com Lajota Cerâmica (NBR 14859-1)

Espessura (cm)	Vãos máximos (m) X Sobreargas (kgf/m <sup>2</sup> )								Peso Próprio (kg/m <sup>2</sup> )	Consumo Concreto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
	100	150	200	250	300	400	500	600		
12(8+4)/52	5,20	4,90	4,60	4,40	4,30	4,00	3,70	3,50	180	0,052
16(12+4)/52	6,60	6,25	5,95	5,70	5,50	5,15	4,85	4,65	220	0,061
20(16+4)/52	7,90	7,60	7,25	7,00	6,75	6,35	6,00	5,70	260	0,070

\* Para o dimensionamento de sua laje, consulte nosso Departamento Técnico

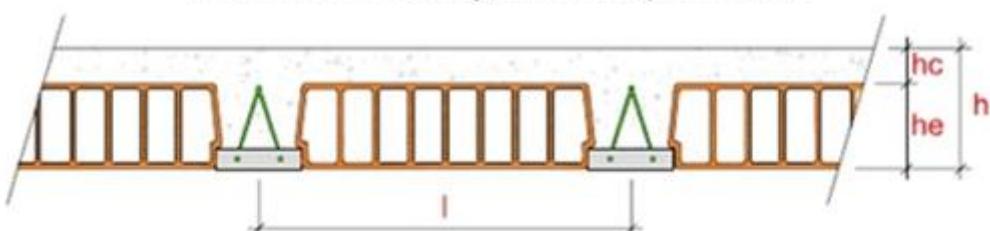


$l$ =Interlixo •  $he$ =altura do enchimento •  $hc$ =altura da capa •  $h$ =altura total

#### Vigetas Treliçadas Unidirecionais com Lajota Cerâmica (NBR 14859-1)

Espessura (cm)	Vãos máximos (m) X Sobreargas (kgf/m <sup>2</sup> )								Peso Próprio (kg/m <sup>2</sup> )	Consumo Concreto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
	100	150	200	250	300	400	500	600		
12(8+4)/52	5,20	4,90	4,60	4,40	4,30	4,00	3,70	3,50	180	0,052
16(12+4)/52	6,60	6,25	5,95	5,70	5,50	5,15	4,85	4,65	220	0,061
20(16+4)/52	7,90	7,60	7,25	7,00	6,75	6,35	6,00	5,70	260	0,070

\* Para o dimensionamento de sua laje, consulte nosso Departamento Técnico



$l$ =Interlixo •  $he$ =altura do enchimento •  $hc$ =altura da capa •  $h$ =altura total

#### Vigetas Treliçadas Unidirecionais com Lajota Cerâmica (NBR 14859-1)

Espessura (cm)	Vãos máximos (m) X Sobreargas (kgf/m <sup>2</sup> )								Peso Próprio (kg/m <sup>2</sup> )	Consumo Concreto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
	100	150	200	250	300	400	500	600		
12(8+4)/52	5,20	4,90	4,60	4,40	4,30	4,00	3,70	3,50	180	0,052
16(12+4)/52	6,60	6,25	5,95	5,70	5,50	5,15	4,85	4,65	220	0,061
20(16+4)/52	7,90	7,60	7,25	7,00	6,75	6,35	6,00	5,70	260	0,070

\* Para o dimensionamento de sua laje, consulte nosso Departamento Técnico

**Figura 4-22 - Vigetas Treliçadas Unidirecionais com Lajota Cerâmica**

Fonte - <http://www.m3sp.com.br/>

A execução da laje do mezanino ocorrerá após a execução da fiada da alvenaria até a altura do mezanino. Primeiramente são posicionadas as vigetas distanciadas de uma lajota, utilizando as próprias lajotas como referência.

Locada as vigotas, já é possível colocar as lajotas entre os espaçamentos, tomando o cuidado de nunca se pisar nas lajotas, pois sozinhas elas não possuem resistência para esse tipo de esforço e podem muito facilmente quebrar. Conforme a Figura 4-23:



**Figura 4-23 – Montagem das vigotas e encaixe das lajotas**

Fonte - <http://www.m3sp.com.br/>

Durante esse processo deve-se embutir os eletrodutos das instalações elétricas nas lajotas (de preferência sempre dentro dos vão das lajotas para evitar problemas estruturais nas lajes).

Depois de pronta toda a montagem das vigotas e lajotas e alocados todos os outros componentes e dispositivos, a laje poderá ser concretada conforme indicado pelo projeto, que prevê uma capa de 4 centímetro a partir do ponto mais alto da armadura da vigota. O concreto será produzido no local com uma betoneira, pois a quantidade é relativamente pequena para utilizar concreto usinado.

#### 4.1.7 Estruturas Reticuladas de Concreto

O dimensionamento das estruturas reticuladas de concreto foi realizado com base na Norma NBR-6118, juntamente com conceitos abordados na matéria Estruturas de Concreto I – PEF-2301.

#### 4.1.7.1 Viga

Será executada uma viga de concreto moldada in loco para o apoio da laje do mezanino. A viga será apoiada sobre a alvenaria estrutural. O vão a ser vencido pela viga é de 3,5m.

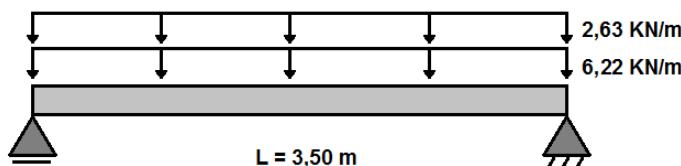
Para o dimensionamento dessa viga, os carregamentos permanentes são provenientes do peso-próprio da laje, da viga e dos revestimentos de piso somados com o peso do guarda-corpo, desta forma é apresentado o cálculo da carga permanente aplicada na viga na Tabela 4-6 - Cálculo das cargas atuantes sobre o mezanino.

Para efeito de cálculo, a viga está apoiando a laje pré-fabricada onde será o mezanino, como a norma não define a carga acidental para este tipo de estabelecimento, será considerado que esta carga será de 1,5 KN/m<sup>2</sup>, semelhante para salas e dormitórios, que serão suas principais funcionalidades, definido pelo cliente.

**Tabela 4-6 - Cálculo das cargas atuantes sobre o mezanino**

	Carga (KN/m)
Peso-próprio viga	0,75
Peso-próprio laje + revest.	5,46
Carga acidental	2,63
Total	8,84

O modelo considerado para o cálculo dessa viga está apresentado na Figura 4-24 abaixo:



**Figura 4-24 - Desenho da viga bi-apoiada com os carregamentos.**

A partir das considerações acima, o momento aplicado no meio do vão pelos carregamentos é calculado pela fórmula abaixo:

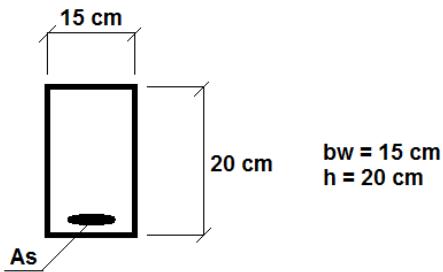
$$M = \frac{pl^2}{8}$$

**Equação 4-27 - Cálculo do momento máximo na viga bi-apoiada**

Assim o momento máximo na viga é de  $M = 13,53$  KN.m.

Para o dimensionamento da armadura positiva da viga, será considerada uma viga de 20 centímetros de altura e 15 centímetros de base, conforme a Figura 4-25, para que seu posicionamento na alvenaria não cause interferências na

modulação dos blocos. No entanto, será necessário um gasto maior de armação.



**Figura 4-25 – Detalhe do perfil da viga**

A seguir é calculada a localização da linha neutra pela fórmula abaixo, x dado em metros:

$$x = 1,25 \times d \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{Md}{0,425 \times bw \times d^2 \times fcd} \right)} \right]$$

**Equação 4-28 – Cálculo da linha neutra**

$$x = 0,0903 \text{ m}$$

Analizando a relação  $x/d = 0,502$ , é verificado que a estrutura necessitará de armadura dupla, assim:

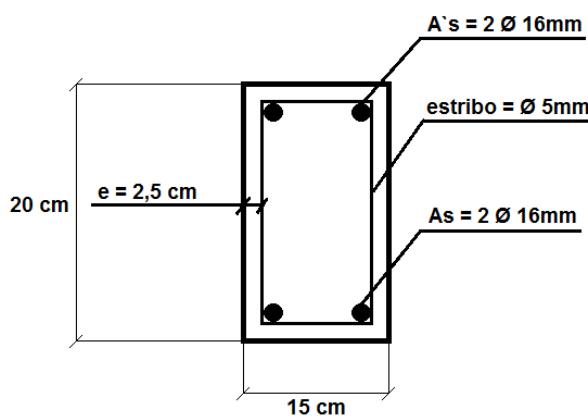
$$Mwd = 0,272 \times fcd \times bw \times d^2 = 18,8 \text{ KN.m}$$

$$M'd = Md - Mwd = 0,142 \text{ KN.m}$$

$$A's = \frac{M'd}{(d - d')fyd} = 0,9 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{M'd}{(d - d')fyd} + \frac{Md}{(0,8 \times d)fyd} = 3,9 \text{ cm}^2$$

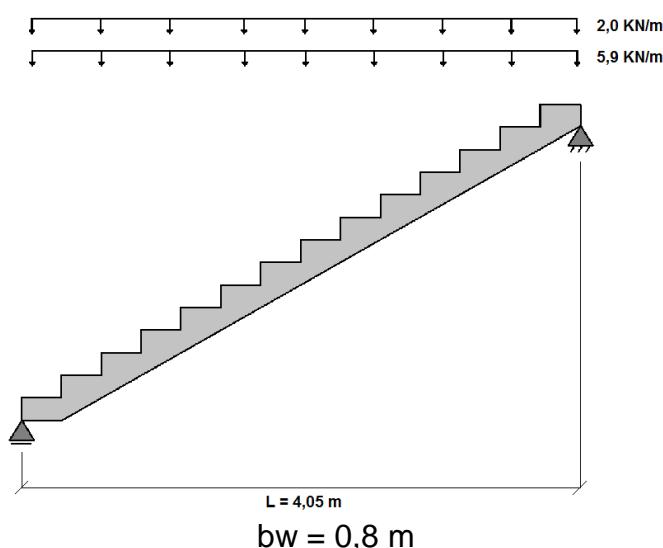
Portanto será adotado uma viga de 15cmx20cm com 4 barras de  $\varnothing 16 \text{ mm}$ , conforme mostra o detalhamento na figura a seguir (Figura 4-26):



**Figura 4-26 – Detalhamento da Viga**

#### 4.1.7.2 Escada

Para a escada foi adotado o mesmo procedimento para o cálculo da viga. Para os carregamentos foi utilizada a carga acidental de 2,0kN/m para e a carga permanente de 5,9KN/m decorrente do peso próprio do concreto, conforme Figura 4-27 - Modelo estrutural da escada.



**Figura 4-27 - Modelo estrutural da escada**

Assim, utilizando a Equação 4-27 - Cálculo do momento máximo na viga bi-apoiada para calcular o momento máximo da estrutura da escada, tem-se que o valor é igual a:

$$\begin{aligned} M &= 16,2 \text{ KN.m} \\ M_d &= 22,7 \text{ KN.m} \\ h &= 0,19 \text{ m} \\ d &= h \times 0,9 = 0,17 \text{ m} \end{aligned}$$

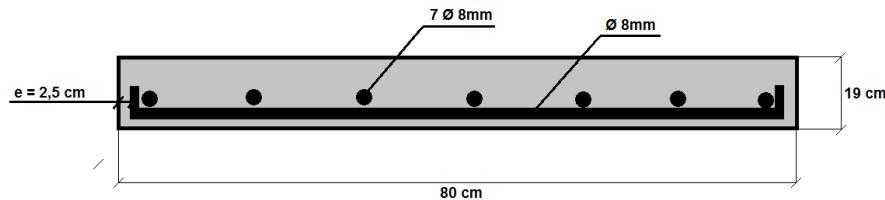
Desta forma é calculado o posicionamento da linha neutra (x):

$$\begin{aligned} x &= 1,25 \times d \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{M_d}{0,425 \times bw \times d^2 \times f_{cd}} \right)} \right] \\ x &= 0,018 \text{ m} \end{aligned}$$

Assim, pela relação  $x/d < 0,259$ , a estrutura está no domínio 2. Deste modo, a armadura da escada é calculada pela equação a seguir:

$$A_s = \frac{M_d}{(d - 0,4 \times x) f_y d} = 3,2 \text{ cm}^2$$

Para a escada foi considerado 7 barras de 8mm. O posicionamento da armadura está indicado na Figura 4-28 - Detalhe da Escada:



**Figura 4-28 - Detalhe da Escada**

## Cobertura

O dimensionamento da cobertura segue conforme o Boletim Técnico BT/PEF/9602 – Norma de Projeto de Estruturas de Madeira. Ver Apêndice J – Projeto Executivo de Cobertura

Para a estrutura da cobertura de madeira (viga e pulares), foi considerado no dimensionamento o uso de maçaranduba classe 60 com as seguintes classificações:

$$\begin{aligned} f_{c0k} &= 60 \text{ MPa} \\ E_{c0m} &= 24500 \text{ MPa} \end{aligned}$$

O coeficiente de modificação afeta os valores de cálculo da madeira conforme a classe de carregamento da estrutura, a classe de umidade admitida e do eventual emprego de madeira de 2<sup>a</sup> qualidade, o coeficiente de modificação é calculado de acordo com a Equação 3-1, através dos parâmetros dos Quadro 4-5 Quadro 4-6 e Quadro 4-7:

$$k_{mod} = k_{mod,1} * k_{mod,2} * k_{mod,3}$$

**Equação 4-29 - Coeficiente de modificação**

Classe de Carregamento	Tipos de madeira		
	Madeira Serra Madeira compensada Madeira Laminada Colada	Madeira recomposta	
Permanente	0,60	0,30	
Longa Duração	0,70	0,45	
Média Duração	0,80	0,65	
Curta Duração	0,90	0,90	

Duração Instantânea	1,10	1,10
---------------------	------	------

Quadro 4-5 – Valores de Kmod,1

Classe de umidade	Umidade relativa do ambiente Uamb	Tipos de madeira		
		Madeira Serra Madeira compensada Madeira Laminada Colada	Madeira recomposta	
(1)	$\leq 65\%$	1,00	1,00	
(2)	$65\% < Uamb \leq 75\%$	1,00	1,00	
(3)	$75\% < Uamb \leq 85\%$	0,80	0,90	
(4)	$Uamb > 85\%$ durante longos períodos	0,80	0,90	

Quadro 4-6 – Valores de Kmod,2

Condição da madeira	kmod,3
1ª categoria	1,0
2ª categoria	0,8

Quadro 4-7– valores de Kmod,3

Assim, o  $k_{mod} = k_{mod} = 0,6 * 0,8 * 1,0 = 0,42$

Resistência de cálculo, modificado pelo k,mod:

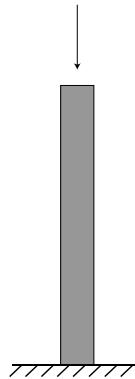
$$f_{c0d} = k_{mod} * \frac{f_{c0k}}{\gamma_{wd}} = 18,0 \text{ MPa} = 3 \frac{kN}{cm^2}$$

Módulo de elasticidade efetivo, modificado pelo k,mod:

$$E_{c0ef} = k_{mod} * E_{c0m} = 1,715 \times 10^4 \text{ MPa}$$

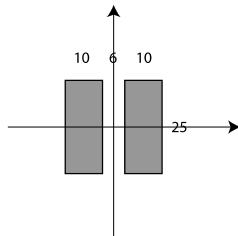
### Dimensionamento dos Pilares

No projeto foi previsto dois pilares de madeira para o apoio da estrutura da cobertura. Para o dimensionamento destas peças foi considerado o modelo da Figura 4-29, com o carregamento de  $N = 4kN$  em cada pilar.



**Figura 4-29 – Modelo de carregamento de pilar.**

Foi definido o pilar como peça curta com índice de esbeltez  $\lambda \leq 40$  para que fosse considerado apenas a solicitação à compressão simples, desprezando os eventuais efeitos de flexão. Para isso foi considerada a seção do pilar conforme a Figura 4-30.



**Figura 4-30 – Seção do Pilar**

Momento de Inércia da seção:

$$\begin{aligned} I_x &= 26041,67 \text{ cm}^4 \\ I_y &= 32291,67 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

**Equação 4-30 – Raio de giração**

Para o cálculo do raio de giração foi considerado o maior momento de inércia  $i_y = 7,22\text{cm}$ .

$$\lambda = \frac{L}{i}$$

**Equação 4-31 – Índice de esbeltez**

Portanto a seção indicada na Figura 4-30 atende a premissa de pilar com peça curta com o índice de esbeltez  $\lambda = 38,78$ .

Cálculo das tensões:

$$\sigma_{Nd} = \frac{N_d}{Aw} = \frac{4}{500} = 0,008 \frac{kN}{cm^2} < f_{cod} (\text{ok})$$

### Dimensionamento das Vigas

Para o dimensionamento das vigas foi considerado a região de maior solicitação: a viga acima do mezanino com vão de 7,5m. Foi considerado a viga de seção 12cmx30cm, conforme Figura 4-31.

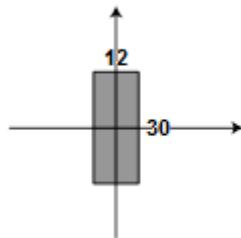


Figura 4-31 - Seção da Viga

$$I_z = 27000 \text{ cm}^4$$

$$W_z = 1800 \text{ cm}^3$$

Verificação do Estado Limite Último:

Esforços solicitantes:

$$M_{zd} = \gamma * M = 20,3 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{Md} = \frac{M_d}{W_z} = \frac{22,4}{1800} = 11,3 \text{ MPa} < f_{cod} (\text{ok})$$

Verificação do Estado Limite de Serviço:

As ações acidentais são ponderadas com coeficiente  $\psi = 0,2$ . O cálculo da flecha de existentes para a verificação do Estado Limite de Serviço será feita pela fórmula:

$$V_{ef} = \frac{5 * (g_k + \psi * q_k)}{384 * E_{ef} * I_z} = 30,1 \text{ mm}$$

Equação 4-32 - Flecha existente para verificação ELS

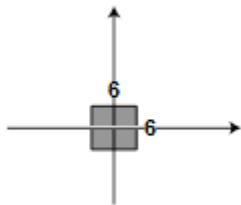
$$V_{lim} = \frac{L}{200} = 48,0 \text{ mm}$$

Como  $V_{ef} < V_{lim}$ , a viga atende ao Estado Limite de Serviço.

Para os caibros, foi utilizado o mesmo método de cálculo feito para as vigas:

$$g_k = 0,6 \text{ KN/m}$$

$$M_d = 14,7 \text{ MPa}$$



$$bw = 6 \text{ cm}$$

$$h = 6 \text{ cm}$$

$$I_z = 108 \text{ cm}^4$$

$$W_z = 36 \text{ cm}^3$$

Verificando o Estado Limite Último:

$$\sigma_{Md} = \frac{M_d}{W_z} = \frac{14,7}{36} = 14,7 \text{ MPa} < f_{c0a} (\text{ok})$$

Verificando o Estado Limite de Serviço:

$$V_{lim} = \frac{L}{200} = 11,25 \text{ mm}$$

$$V_{ef} = \frac{5 * (g_k + \psi_2 * q_k)}{384 * E_{ef} * I_z} = 10,81 \text{ mm}$$

**Equação 4-33 - Flecha existente para verificação ELS**

## Sistema Hidráulico

Para o cálculo do sistema hidráulico, inicia-se o dimensionamento pelo cálculo do volume da caixa d'água da residência e em seguida o diâmetro da tubulação de alimentação.

Segundo a ABNT NBR5626 (1998), a Equação 4-34 serve para determinar a consumo diário de água e a partir deste valor, determinar o volume da caixa d'água.

$$C_D = C \times P$$

**Equação 4-34 - Cálculo do consumo diário total**

onde:

$C_D$  = consumo diário total (l/dia);

C = consumo diário “per capita” (l/dia);  
P = população da residência (pessoas).

Considerando que a residência terá uma média de 4 pessoas e que o volume da caixa d’água deverá ter capacidade de alimentar o sistema por 2 dias em caso de problemas na rede pública de água, obtém-se a Tabela 4-7 abaixo:

**Tabela 4-7 - Determinação da capacidade da caixa d’água necessária.**

Consumo diário por pessoa (l/pessoa)	nº de pessoas	Volume da caixa d’água	Caixa d’água
150	4	1200L	1500L

Em seguida, calcula-se o diâmetro da tubulação de alimentação utilizando a Equação 4-35 e Equação 4-36 abaixo retirado da ABNT NBR 5226 (1998).

$$Q_{AP} = \frac{C_D}{86400}$$

**Equação 4-35 - Determinação da vazão de alimentação da residência**

$$D_{AP} = \sqrt{\frac{4 \times Q_D}{\pi \times V_{AP}}}$$

**Equação 4-36 - Determinação do diâmetro da tubulação de alimentação da residência**

Onde:

$C_D$  = consumo diário total (l/dia);

$V_{AP}$  = Velocidade no alimentador residencial. ( $0,6 < V_{AP} < 1,0 \text{ m/s}$ )

$D_{AP}$  = diâmetro da tubulação de alimentação de água fria.(m)

$Q_{AP}$  = vazão mínima a ser considerada no alimentador predial (l/s).

Através dos cálculos e das fórmulas da Equação 4-35 e da Equação 4-36, determinou-se um valor de diâmetro de alimentação abaixo:

Dalimentação
50mm

**Quadro 4-8 - Diâmetro da tubulação de alimentação**

No dimensionamento do sistema de distribuição hidráulico, supõem-se o funcionamento simultâneo de todos os pontos que compõem o sistema (vazão máxima de projeto), o que se constitui, na maioria dos casos, uma abordagem inadequada, já que a probabilidade de que isto ocorra é bastante baixa, conduzindo a sistemas antieconômicos.

Para efeito corretivo, devem-se incorporar à vazão máxima de projeto, fatores que representem a probabilidade de ocorrência de uso simultâneo de diferentes pontos do sistema (vazão máxima provável).

Empregando-se métodos empíricos (Equação 4-37 e Equação 4-38) são obtidas as vazões de projeto considerando-se as Equação 4-34 e Equação 4-35:

$$Q_{PT} = q_r \sqrt{\sum n_i p_i}$$

**Equação 4-37 - Cálculo da vazão de projeto**

$$p_i = \left( \frac{q_i}{q_r} \right)^2$$

**Equação 4-38 - Cálculo do peso relativo**

onde:

$q_r$  é a vazão de referência (l/s);

$n_i$  é o número de aparelhos sanitários do tipo “i”;

$q_i$  é a vazão unitária do aparelho do tipo “i”.

Pela ABNT NBR5626 (1998), a vazão de referência,  $q_r$  é igual a 0,3 l/s.

Na Tabela 4-8, verificam-se os pesos atribuídos aos pontos de utilização e as quantidades de aparelhos sanitários da residência.

**Tabela 4-8 – Quantidades de aparelhos sanitários e pesos atribuídos aos pontos de utilização**

Aparelhos Sanitários	Peça de Utilização	Quantidade	Peso relativo	Peso Total
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	2	0,3	0,6
Chuveiro Elétrico	Registro de Pressão	2	0,1	0,2
Lavadora de Roupas	Registro de Pressão	1	1	1
Lavatório	Torneira	2	0,3	0,6
Pia	Torneira	1	0,7	0,7
Tanque	Torneira	1	0,7	0,7
Pia	Elétrica	1	0,1	0,1

No caso dos ramais, a determinação da vazão de projeto pode ser feita de duas maneiras:

- A soma das vazões de todos os aparelhos ligados ao ramal (vazão máxima possível);
- Incorporação de fatores de simultaneidade à vazão máxima possível, obtendo-se a vazão máxima provável, ou então, soma das vazões dos aparelhos ligados ao ramal e que se julga estarem em funcionamento simultâneo.

A velocidade de escoamento é limitada em função do ruído e da possibilidade de corrosão. A NBR 5626 recomenda que a velocidade da água, em qualquer trecho da tubulação não seja superior a 3m/s.

No caso das pressões, a NBR 5626 recomenda os seguintes valores máximos e mínimos para a pressão em qualquer ponto da rede:

- Pressão Estática Máxima: 400kPa (40mca)
- Pressão Dinâmica Mínima: 10kPA (1,0mca)

Através da Equação 4-39, Equação 4-40 e Equação 4-41 é possível pré-dimensionar o sistema de distribuição:

$$Q_P = A_{mín} \times V_{MÁX}$$

#### **Equação 4-39 - Vazão de projeto**

$$A_{mín} = \frac{Q_P}{V_{MÁX}}$$

#### **Equação 4-40 - Área Mínima**

$$D_{MÍN} = \sqrt{\frac{4 \times Q_P}{\pi \times V_{MÁX}}}$$

#### **Equação 4-41 - Diâmetro mínimo**

onde:

$Q_p$  = vazão de projeto ( $m^3/s$ );

$A_{mín}$  = área mínima da seção transversal do tubo ( $m^2$ );

$V_{max}$  = limite superior admitido para a velocidade média;

$D_{min}$  = diâmetro interno mínimo (m).

Para o cálculo da perda de carga, utilizou-se a fórmula de Fair Whipple-Hsiao para tubo de PVC, água a 20°C, recomendada para tubulações de pequeno diâmetro, variando entre 15mm e 50mm (Equação 4-42 - Perda de Carga).

$$Q = 55,934 \times J^{0,571} \times D^{2,714}$$

ou

$$J = 0,00085 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

#### **Equação 4-42 - Perda de Carga**

O cálculo do comprimento virtual é obtido através da Equação 4-43. Verificam-se também nas tabelas seguintes, como o comprimento efetivo foi calculado para cada trecho.

$$L_{VIRUAL} = L_{REAL} + \sum L_e$$

**Equação 4-43 - Cálculo do comprimento virtual**

onde:

$L_{virtual}$  = Comprimento total considerando o comprimento real e o comprimento equivalente.(m)

$L_{real}$  = Comprimento da tubulação (m).

$L_e$  = Comprimento equivalente devido à alguma singularidade no trecho (m).

Na sequência, passa-se à verificação das pressões mínimas necessárias ao longo do sistema predial de água fria, em especial àquelas referentes aos pontos de utilização. A geometria da instalação determina a(s) configuração (ões) crítica(s) a ser(em) verificada(s). A pressão dinâmica disponível a jusante em um trecho qualquer é obtida através da Equação 4-44:

$$P_{JUSANTE} = P_{MONTANTE} \pm Desnível - Perda\ de\ Carga$$

**Equação 4-44 - Cálculo da pressão a jusante**

onde:

$P_{jusante}$  = pressão dinâmica disponível a jusante do trecho considerado

$P_{montante}$  = pressão dinâmica disponível a montante do trecho considerado

Na Tabela 4-9, encontram-se os resultados obtidos dos cálculos para a situação em projeto e os trechos citados na tabela estão definidos na Figura 4-32.

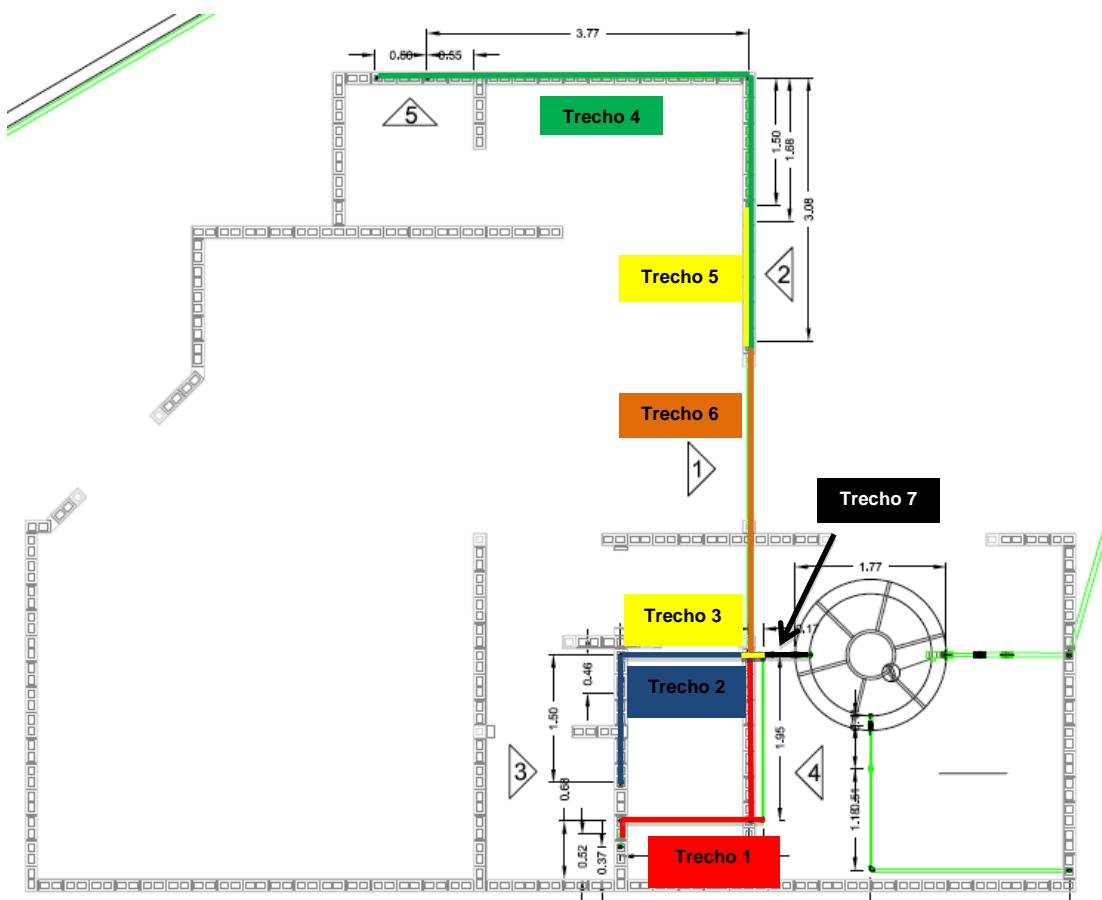


Figura 4-32 - Localização dos trechos dimensionados

**Tabela 4-9 - Dimensionamento da tubulação de água fria**

Trecho	Caminho	Pesos	Qp(m³/s)	Dint(mm)	Dnom(mm)	Dint (mm)	Dint(m)	V(m/s)
1	Chuveiros - Ponto 1	0,2	0,00013	7,5459	25	21,6000	0,0216	0,3661
2	Bacia sanitária e Lavatório - Ponto 1	1,2	0,00033	11,8100	25	21,6000	0,0216	0,8968
3	Banheiros (Ponto 1 até 3)	1,4	0,00035	12,2740	40	35,2000	0,0352	0,3648
4	Máquina de Lavar Roupa e Tanque - Ponto 2	1,7	0,00039	12,8845	25	21,6000	0,0216	1,0675
5	Pia da Cozinha e Churrasqueira - Ponto 2	0,8	0,00027	10,6716	25	21,6000	0,0216	0,7323
6	Cozinha e Área de Serviço (Ponto 2 até 3)	2,5	0,00047	14,1886	25	35,2000	0,0352	0,4874
7	Final (Ponto 3 até 4)	3,9	0,00059	15,8570	40	35,2000	0,0352	0,6088

Lreal(m)	Le(m)	Lvirtual(m)	J (m/m)	H(mca)	$\Sigma H$ (mca)	Desnível(mca)	Pdisponivel(mca)	Situação
6,83	10,50	17,3300	0,0116	0,2009	0,4199	1,4400	1,0201	Atende
5,68	10,20	15,8800	0,0556	0,8828	1,1018	3,3900	2,2882	Atende
0,99	10,50	11,4900	0,0063	0,0719				
10,50	5,40	15,9000	0,0754	1,1989	1,4969	3,0400	1,5431	Atende
4,55	3,90	8,4500	0,0390	0,3294	0,6275	3,0400	2,4125	Atende
4,03	10,50	14,5300	0,0104	0,1509				
0,60	9,00	9,6000	0,0153	0,1471				

## Sistema de Esgoto

O sistema de Esgoto Sanitário foi dimensionado a partir das prescrições da ABNT NBR 8160 (1990) que estabelece critérios para que esse sistema seja projetado e executado com o objetivo de possibilitar o rápido escoamento e facilitar a manutenção. Além disso, também deve evitar a contaminação de água potável e impedir que os gases provenientes do interior do sistema atinjam áreas de utilização.

O dimensionamento dos componentes do sistema foi realizado empregando-se o método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC) – fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada tipo de aparelho sanitário. Em tal método, deve-se respeitar os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga. No Quadro 4-9, verificam-se as UHC's dos aparelhos sanitários e os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga.

Aparelho Saniário	Numero de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro Nominal mínimo do ramal de descarga DN
Bacia sanitária	6	100
Chuveiro de residência	2	40
Lavatório de residencia	1	40
Pia de cozinha residencial	3	50
Tanque de lava roupas	3	40
Máquina de lavar roupas	2	50
Máquina de lavar pratos	3	50

**Quadro 4-9 - UHC's dos aparelhos sanitários e os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga**

A declividade mínima adotada para os ramais de descarga, que recebem os efluentes dos aparelhos sanitários, deve respeitar os seguintes critérios:

- $D \leq 75mm \rightarrow i = 2\%$
- $D \geq 100mm \rightarrow i = 1\%$

A partir da soma dos UHC dos aparelhos sanitários, determinam-se os diâmetros dos ramais de esgoto (Quadro 4-10). Considerando essas prescrições, diâmetros nominais para situação em projeto encontram-se no Quadro 4-11.

Diâmetro nominal do tubo (DN)	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Quadro 4-10 - Diâmetro nominais dos ramais de esgoto

Ramais de esgoto	UHC	DN
Banheiro da suite	3	40
Banheiro da sala	3	40
Cozinha	6	50
Área de serviço	5	50
Churrasqueira	3	40

Quadro 4-11 - Diâmetro nominal em função do número máximo de UHC

No dimensionamento do coletor considerou-se o aparelho de maior UHC de cada banheiro, chegando-se ao diâmetro nominal de 100mm e declividade de 1%.

#### 4.1.7.3 Fossa Séptica

##### Dimensionamento

O dimensionamento da fossa séptica foi realizado de acordo com a ABNT NBR 7229 (1993).

A partir das informações obtidas com o cliente, considerou-se que o sistema de fossa séptica será dimensionado para o período mais desfavorável, ou seja, durante a temporada de férias e de verão que é a época em que receberiam maior número de hóspedes (familiares e amigos). Assim, nesse período foi considerado que a casa teria ocupação de 9 pessoas.

Para dimensionamento do volume útil total da fossa séptica foi considerada a Equação 4-45:

$$V = 1000 + N * (C * T + K * L_f)$$

Equação 4-45 - Cálculo do volume da fossa séptica

V = volume útil, em litros

N = número de pessoas ou unidades de contribuição

C = contribuição de despejos ( L/pessoa x dia ou em L/unidade x dia);

T = período de detenção (dias);

$K$  = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;  
 $L_f$  = contribuição de lodo fresco ( $L_f$ /pessoa x dia ou em  $L_f$ /unidade x dia).

Segundo os dados obtidos na norma, a contribuição de despejos ( $C$ ) é de 130 litros por pessoa por dia e a contribuição de lodo fresco ( $L_f$ ) igual a 1 litro por pessoa por dia.

Como a contribuição diária será de 1170 litros por dia, o tempo de detenção será de 0,92 dias (22 horas).

Por questões de comodidade e de custos relacionados à construção e à manutenção, considerou-se que limpeza da fossa séptica ocorreria a cada 3 anos. A temperatura do mês mais frio do ano foi considerada como 15,4 °C, valor obtido no Manual de Conforto Térmico para a cidade de Santos-SP. Considerando esses parâmetros, a taxa de acumulação do lodo ( $K$ ) é de 145.

Assim, o volume útil total da fossa séptica é de aproximadamente 3400 litros.

## Sistema Elétrico

O dimensionamento do sistema elétrico foi realizado segundo a ABNT NBR 5410 (2004). Primeiramente, foram previstas as cargas de iluminação da planta da unidade residencial, de acordo com a área de cada cômodo. No caso de instalações residenciais, os critérios adotados foram:

- Cômodos ou dependências com área inferior ou igual a  $6m^2$ , a potência de iluminação mínima deverá ser de 100VA.
- Cômodos ou dependências com área superior a  $6m^2$ , a potência de iluminação mínima deverá ser de 100VA para os primeiros  $6m^2$  e soma-se 60VA para cada  $4m^2$  inteiros.

No Quadro 4-12, encontram-se as cargas de iluminação de todos os cômodos da residência.

Dependência	Dimensões Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Potência de iluminação (VA)
Cozinha	11,46	15,300	160
Corredor da cozinha	3,30	7,900	100
Área de serviço	2,475	6,30	100
Banheiro da suíte	3,645	8,100	100
Banheiro	2,475	6,300	100
Sala de jantar	13,804	16,335	160
Sala	20,660	18,302	280
Mezanino	31,642	25,792	460
Corredor	1,575	5,100	100
Lavatório	1,350	4,800	100
Corredor da Suíte	1,575	5,100	100
Suíte	14,040	15,000	220
Banheiro da suíte (parede)	-	-	100
Lavatório (parede)	-	-	100
Área Externa Fundo	20,25	18,30	280
Área Externa Frente	-	-	100

**Quadro 4-12 – Cargas de iluminação– Potência de iluminação (VA) em função das dimensões dos ambientes.**

Em seguida, determinou-se a quantidade mínima de pontos de tomadas de uso geral (PTUG) e pontos de tomada de uso específico (PTUE) necessária em cada cômodo da residência e suas respectivas potências. Os critérios adotados para a previsão de TUG seguiram as prescrições da ABNT NBR 5410 (2004) e foram:

- Cômodos ou dependências com áreas iguais ou inferiores a 6m<sup>2</sup>, devem ter no mínimo um ponto de tomada;
- Salas, dormitórios e cômodos ou dependências com áreas superiores a 6m<sup>2</sup>, devem ter no mínimo um ponto de tomada a cada 5m ou fração de perímetro, distribuídas o mais uniforme possível;
- Cozinhas, copa, copa-cozinhas, área de serviço, lavanderias e semelhantes devem ter um ponto para cada 3,5m ou fração de perímetro, independente da área..

No caso das TUE's, sua quantidade é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização que sabidamente vão estar fixos em uma dada posição no ambiente. No

encontram-se as quantidades mínimas de TUG e TUE para cada cômodo.

Quantidade de pontos de tomada (uso geral e específico)				
Dependência	Dimensões		Quantidade Mínima	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	PTUG's	PTUE's
Cozinha	11,46	15,300	5	3
Corredor da cozinha	3,30	7,900	1	-
Área de serviço	2,475	6,30	1	1
Banheiro da suíte	3,645	8,100	1	1
Banheiro	2,475	6,300	1	1
Sala de jantar	13,804	16,335	5	-
Sala	20,660	18,302	4	-
Mezanino	31,642	25,792	6	-
Corredor	1,575	5,100	1	-
Lavatório	1,350	4,800	1	-
Corredor da Suíte	1,575	5,100	1	-
Suíte	14,040	15,000	4	-
Banheiro da suíte (parede)	-	-	-	-
Lavatório (parede)	-	-	-	-
Área Externa Fundo	20,25	18,30	1	-
Área Externa Frente	-	-	-	-

**Quadro 4-13 – Quantidade de mínima de pontos de tomada de uso geral e específico**

Os critérios adotados para a determinação das potências mínimas das tomadas de uso geral estão listados abaixo:

- Banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes deve-se atribuir, no mínimo, 600VA por ponto de tomada, até 3 tomadas e 100VA para os excedentes.
- Para os demais cômodos, devem ser atribuídos, no mínimo, 100VA por ponto de tomada.

No caso das tomadas de uso específico, deve ser atribuídas às mesmas uma potência igual ao equipamento que ela irá alimentar. No caso da cozinha os equipamentos considerados foram geladeira, fogão e torneira elétrica. Nos banheiros, chuveiros elétricos foram os equipamentos considerados. No Quadro 4-14 são apresentadas as potências das tomadas de uso geral e específico de cada cômodo.

Prevendo as cargas de pontos de tomadas de uso geral e específico						
Dependência	Dimensões		Quantidade		Previsão de carga	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	PTUG's	PTUE's	PTUG's (VA)	PTUE's (W)
Cozinha (com corredor)	11,46	15,30	5	3	3x600	1x3000
					2x100	1x100
					2x100	1x500
Corredor da cozinha	3,30	7,90	1	-	1x100	-
Área de serviço	2,48	6,30	1	1	1x600	1x1000
Banheiro da suíte	3,65	8,10	1	1	1x600	1x5500
Banheiro	2,48	6,30	1	1	1x600	1x5500
Sala de jantar	13,80	16,34	5	-	5x100	-
Sala	20,66	18,30	4	-	4x100	-
Mezanino	31,64	25,79	6	-	6x100	-
Corredor	1,58	5,10	1	-	1x100	-
Lavatório	1,35	4,80	1	-	1x600	-
Corredor da Suíte	1,58	5,10	1	-	1x100	-
Suíte	14,04	15,00	4	-	4x100	-
Banheiro da suíte (parede)	-	-	-	-	-	-
Lavatório (parede)	-	-	-	-	-	-
Área Externa Fundo	20,25	18,30	1	-	1x600	-
Área Externa Frente	-	-	-	-	-	-

Quadro 4-14 - Previsão das cargas de pontos de tomadas de uso geral e específico

No Quadro 4-15 verifica-se o resumo dos dados obtidos anteriormente.

Dependência	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	PTUG's		PTUE's	Potência (W)
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)		
Cozinha	11,46	15,30	160	5	2100	Torneira Geladeira Fogão 4 bocas	3000 500 100
Corredor da cozinha	3,30	7,90	100	1	100	-	-
Área de serviço	2,48	6,30	100	1	600	Máquina de lavar roupa	1000
Banheiro da suíte	3,65	8,10	100	1	600	Chuveiro	5500
Banheiro	2,48	6,30	100	1	600	Chuveiro	5500
Sala de jantar	13,80	16,34	160	5	500	-	-
Sala	20,66	18,30	280	4	400	-	-
Mezanino	31,64	25,79	460	6	600	-	-
Corredor	1,58	5,10	100	1	100	-	-
Lavatório	1,35	4,80	100	1	600	-	-
Corredor da Suíte	1,58	5,10	100	1	100	-	-
Suíte	14,04	15,00	220	4	400	-	-
Banheiro da suíte (parede)	-	-	100	-	-	-	-
Lavatório (parede)	-	-	100	-	-	-	-
Área Externa Fundo	20,25	18,30	280	1	600	-	-
Área Externa Frente	-	-	100	-	-	-	-
<b>Total</b>			<b>2560</b>		<b>7300</b>		<b>15600</b>

Quadro 4-15 - Resumos dos dados obtidos

Para obter a potência total da instalação, faz-se necessário calcular a potência ativa de iluminação e dos pontos de tomadas de uso geral e somá-las. Em função da potência ativa total prevista para a residência é que se determina o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.

Potência ativa de iluminação	Potência de iluminação = 2560VA Fator de potência a ser adotado = 1,0 $2560 \times 0,8 = 2048W$
------------------------------	---

Potência ativa das TUG's	Potência de PTUG = 7300VA Fator de Potência a ser adotado = 0,8 $7300 \times 0,8 = 5840W$
--------------------------	---

Cálculo da potência ativa total	Potência ativa de iluminação = 2048W Potência ativa de PTUG's = 5840W Potência ativa de PTUE's = 15600W
---------------------------------	---

Através dos cálculos, obteve-se que a potência ativa é de 23488W.

Abaixo, segue os critérios adotados para a escolha do tipo de fornecimento e tensão:

- Potencia Ativa Total menor ou igual a 12000W
  - Fornecimento Monofásico
    - feito a dois fios: uma fase e um neutro
    - tensão de 127V
- Potencia Ativa Total entre 12000W e 25000W
  - Fornecimento Bifásico
    - feito a três fios: duas fases e um neutro
    - tensões de 127V e 220V
- Potencia Ativa Total entre 25000W e 75000W
  - Fornecimento Trifásico
    - Feito a quatro fios: três fases e um neutro
    - tensões de 127V e 220V

Portanto, o fornecimento da residência é bifásico, ou seja, feito a três fios (2 fases e 1 neutro), com tensões de 127 e 220.

Por fim, foi proposta a divisão dos circuitos com suas respectivas cargas, o tipo de proteção a ser empregada para cada circuito, a corrente nominal passando pelos circuitos e a seção dos condutores (Quadro 4-16).

Círculo		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	Nº de circuitos agrupados	seção de condutores (mm²)	Proteção		
nº	tipo			Quantidade x Potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de polos	Corrente nominal
1	Ilum. Social	127	Sala	1 x 280	1820	14,33	3	2,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Suite	1 x 220							
			Corredor da Suíte	1 x 100							
			Mezanino	1 x 460							
			Banheiro	1 x 100							
			Banheiro da suíte	1 x 100							
			Banheiro da suíte (parede)	1 x 100							
			Lavatório	1 x 100							
			Lavatório (parede)	1 x 100							
			Corredor	1 x 100							
2	Ilum. Serviço	127	Sala de jantar	1 x 160	740	5,83	4	1,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Cozinha	1 x 160							
			Corredor da cozinha	1 x 100							
			Área de serviço	1 x 100							
			Área Externa Fundo	1 x 280							
3	PTUG's	127	Área Externa Frente	1 x 100	900	7,09	2	1,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Sala	4 x 100							
4	PTUG's	127	Sala de jantar	5 x 100	3000	23,62	2	6,0	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Suite	4 x 100							
			Corredor da Suíte	1 x 100							
			Banheiro da suíte	1 x 600							
			Lavatório	1 x 600							
			Corredor	1 x 100							
			Banheiro	1 x 600							
5	PTUG's	127	Mezanino	6 x 100	2700	21,26	4	6,0	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Cozinha	3 x 600							
			2 x 100	2 x 100							
6	PTUG's	127	Corredor da cozinha	1 x 100	600	4,72	4	1,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
			Área Externa Fundo	1 x 600							
7	PTUE's	127	Área de serviço	1 x 600	600	4,72	4	1,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
8	PTUE's	220	Área de serviço	1 x 1000	1000	7,87	4	1,5	DTM + IDR	1 e 2	10 e 25
9	PTUE's	220	Chuveiro - Banheiro	1 x 5500	5500	25,00	2	4,0	DTM + IDR	2 e 2	30 e 40
10	PTUE's	220	Chuveiro - Banheiro da suite	1 x 5500	5500	25,00	2	4,0	DTM + IDR	2 e 2	30 e 40
11	PTUE's	220	Torneira elétrica - Cozinha	1 x 3000	3000	13,64	1	2,5	DTM + IDR	2 e 2	10 e 25
Distribuição	220		1 x 100		600	2,73	2	6,0	DTM + IDR	2 e 2	30 e 40
			1 x 500								
			Quadro de distribuição								
			Quadro de medidor		20204	91,84	1	25	DTM	2	100

Quadro 4-16– Corrente nominal em cada circuito

## 5 CRONOGRAMA

O cronograma do projeto foi planejado de acordo com as necessidades do cliente, determinado principalmente pelo prazo do término da construção. Desta forma o tempo máximo para a finalização da obra foi determinada para o final do mês de Outubro de 2013.

Com esse determinante, foram analisadas todas as tarefas para diminuir os gastos com a mão de obra, contratando o menor número possível de pessoas. Assim, contratando três pessoas foi possível alcançar um prazo de 10 meses, uma vez que são poucos os períodos que caminham mais de um serviço ao mesmo tempo.

No quadro a seguir, estão as durações de cada uma das tarefas de terminadas pelas tecnologias construtivas adotadas para o projeto, conforme descrito anteriormente nos anteprojetos.

TAREFA	DURAÇÃO
Instalações provisórias	3 dias
Limpeza do terreno	5 dias
Terraplenagem	10 dias
Drenagem	10 dias
Fundação	10 dias
Sistema Hidráulico	50 dias
Sistema de Esgoto	50 dias
Sistema Elétrico	50 dias
Alvenaria Estrutural (1 pav.)	20 dias
Escada	5 dias
Viga	2 dias
Laje	5 dias
Alvenaria Estrutural (2 pav.)	30 dias
Esquadrias	10 dias
Cobertura	20 dias
Vertical Interno	20 dias
Vertical Externo	15 dias
Horizontal Interno	15 dias
Acabamento	20 dias

**Quadro 5-1 - Tem de duração das etapas**

Com o auxílio do MS Project 2003 e partindo das durações das atividades determinadas anteriormente, foi elaborado o cronograma macro da obra (APÊNDICE A).

Pelo cronograma, pode-se verificar o cumprimento do prazo para o final do mês de Outubro de 2013, sobrando ainda uma folga de 3 semanas para a entrega da obra.

## 6 ORÇAMENTO

O orçamento foi feito através de consultas pela internet e pelo documento “Preços e Insumos” elaborado pela Caixa. Foram feitas consultas principalmente na loja virtual da empresa Casa & Construção, [www.cec.com.br](http://www.cec.com.br), onde foi possível cotar a maioria dos materiais com grande variedade de modelos e preços.

Os preços dos outros materiais que não estavam disponíveis na loja virtual foram obtidos através do documento “Preços e Insumos” da Caixa e de fornecedores especializados.

Para facilitar o desenvolvimento do orçamento, os preços dos materiais foram orçados conforme a quantidade necessária em cada uma das atividades. No APÊNDICE B, estão detalhados os custos de cada um dos materiais utilizados em cada uma das atividades do projeto.

## 7 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Baseado no cronograma e no orçamento da obra foi desenvolvido o cronograma físico-financeiro, que através dele foi possível distribuir os custos da obra durante o seu período de construção. Prevendo os gastos em cada um dos meses de acordo com a evolução da obra. Permitindo um planejamento mais detalhado do projeto.

No APÊNDICE C, estão detalhados os custos previstos para cada um dos meses conforme o planejamento da execução das atividades.

## 8 CONCLUSÃO

Os objetivos estabelecidos para este do trabalho foram atingidos com atraso devido às dificuldades encontradas na execução dos projetos. Houve a necessidade de revisar os mesmos diversas vezes, visando atender os parâmetros definidos no programa de necessidades e a compatibilização entre os projetos. A modificação de um dos projetos influenciava diretamente nos outros, necessitando fazer correções em praticamente todos eles.

Outra dificuldade deveu-se à inexperiência do grupo em realizar a execução dos projetos. Para que fossem encontradas as soluções dos problemas exigiu grande tempo de pesquisa; seja para determinar os parâmetros de cálculo do dimensionamento seja para as escolhas de métodos construtivos adotados no projeto. Para tais soluções, o auxílio e a orientação da Prof. Dra. Mércia Maria Semensato Bottura de Barros foi de extrema importância para que o grupo desse continuidade no trabalho.

Assim, concluiu-se que gestão do tempo foi o maior problema encontrado pelo grupo, visto que grande parte do tempo utilizado resumiu-se em correções e revisões dos projetos.

Em relação à solução técnica preliminar da residência, verificou-se que esta se encontra dentro das limitações legislativas existentes da região e possui uma arquitetura que atende as necessidades desejadas pelo cliente. No caso da solução estrutural, buscou-se uma concepção que atenda aos critérios de segurança e estabilidade visando sempre a racionalização e o custo de implantação.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### TOPOGRAFIA

- CINTRA, Jorge Pimentel. Notas de Aula: Topografia, 2011, EPUSP – PTR
- ABNT, NBR 13133 - Norma de Levantamento Topográfico. ABNT, Rio de Janeiro, 1994

### FUNDAÇÕES

- Velloso, D. e Lopes, F. – Fundações (volumes 1 e 2). COPPE/UFRJ, 2002.
- Hachich, W. et alii (editores) - Fundações: Teoria e Prática. Pini, 1996.
- Das, Braja M. – Fundamentos de Engenharia Geotécnica. Thomson, 2007
- Pinto, C.S. Curso Básico de Mecânica dos Solos. Oficina de Textos, 2001.

### ESTRUTURA

- ABNT - NBR6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado, Rio de Janeiro, 1978.
- ABNT - NBR6120 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações. Rio de Janeiro, 1980.
- FUSCO, P. B. ; Técnicas de Armar as Estruturas de Concreto. São Paulo. Ed. Pini, 1995.
- FUSCO, P. B. Estruturas de Concreto: Solicitações Normais. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, 1986.
- LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. Construções de Concreto - 6 vols. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 1978.

### ARQUITETURA

- GAUZIN-MULLER, Dominique. 25 Casas Ecológicas, Ed. GustavO Gili, 2006.
- DEL VALLE, Cristina. Compact Houses: Architecture for the Environment. Ed. Universe, 2005
- Frota, Anésia Barros e Schiffer, Sueli Ramos. Manual de Conforto Térmico. São Paulo, SP. Studio Nobel, 2001.
- JOHN, Vanderley Moacyr e PRADO, Racine Tadeu Araújo. Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo, SP. Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

### SISTEMAS PREDIAIS

- ABNT - NBR5626 - Instalações Prediais de Água Fria
- ABNT - NBR7198 - Instalações Prediais de Água Quente
- ABNT - NBR10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais
- ABNT - NBR8160 - Instalações Prediais de Esgotos Sanitários
- ABNT - NBR7229 – Fossas Sépticas
- ABNT – NBR10844 – Calhas
-

**OUTROS**

- Livros Técnicos
- Artigos e publicações
- Legislações

**APÊNDICE A**  
**CRONOGRAMA MACRO DA OBRA**



## **APÊNDICE B**

## **ORÇAMENTO**



**APÊNDICE C**  
**CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

**ANEXO I**

**Uso Permitido por Zonas e Restrições da Lei n° 317/1998**

TABELA A		USO PERMITIDO POR ZONAS E RESTIÇÕES									
Zona	Categoria de Uso	Área Mín. Terreno (m <sup>2</sup> )	Frente Mínima (m)	Taxa de Ocup.	Índice de Aproveitamento	Recuos (m)			Nº de Pav.		
						Frente	Fundo	Laterais			
ZT1	H1	300	10,00	0,45	0,90	5	1+H/6	1+H/6	3		
	H2	5 000	12,00	0,20	1,50	7	H/4>3	H/2	6		
	H4	1 000	20,00	0,40	1,00	5	H/2>3	H/2>3	3		
	H6	300	10,00	0,40	0,80	5	2	2	2		
	E1,E2,E4,E5,R3,A4,S1,S2,S6,S7,S10,C1	300	10,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	2		
	R1,R4	1 000	15,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	2		
	R2	2 000	15,00	0,60	2,50	5	H/2	H/2	6		
	S11	1 000	15,00	0,60	2,50	5	H/2	H/2	10		
	C4	1 000	15,00	0,60	1,80	5	H/2	H/2	3		
	S4	300	10,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	3		
ZT2	H1	360	12,00	0,45	0,90	5	1+H/6	1+H/6	3		
	H2	2 000	12,00	0,25	1,50	7	H/4>3	H2	6		
		3 000	12,00	0,25	2,50	7	H/4>3	H2	10		
	H4	1 000	20,00	0,40	1,00	5	H/2>3	H/2>3	3		
	E1,E2,E3,E4,E5,R1,R3,R4,A4,S1S2,S6,S7,S8,S10,C1	360	12,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	2		
	A2,A3	1 000	15,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	2		
	S11	1 000	15,00	0,60	3,00	5	H/2	H/2	10		
	C4	2 000	15,00	0,60	3,00	5	H/2	H/2	4		
	R2,A1	2 000	15,00	0,60	3,00	5	H/2	H/2	10		

	S4	360	12,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	3	
ZT3	H1	500	12,00	0,45	0,90	5	1+H/6	1+H/6	3	
	H2	2 000	12,00	0,25	1,50	5	H/4>3	H/2	6	
	H4	1 000	20,00	0,40	1,00	5	H/2>3	H/2>3	3	
	H6	300	10,00	0,40	0,80	5	2	2	2	
	E1,E2,E4,E5,R1R3,R4, A4,S1,S2,S6,S7,S10,C1	500	12,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	2	
	C4	1 000	12,00	0,60	1,20	5	H/2	H/2	4	
	S11	1 000	12,00	0,60	2,70	5	1+H/4	H/2	10	
	S4	500	12,00	0,60	1,20	5	1+H/6	1+H/6	3	
	R2	2 000	20,00	0,60	2,50	5	H/2	H/2	6	
	H1	360	12,00	0,40	1,50	5 ou 7	2+H/10	1,5+H/10	3	
ZT4	H2		2 100	20,00	0,40	1,50	5 ou 7	2+H/10	H/2	5
	H2		2 100	20,00	0,20	1,50	7	2+H/10	H/2	10
	H4	2 100	20,00	0,40	1,50	5	2+H/10	1,5+H/10	3	
	E1,E2,E4,R1,R3,I3,C1, S1,S4,S8S10,S11	360	12,00	0,40	1,50	5 ou 7	2+H/10	1,5+H/10	2	
	C3,C4,S5	1 000	15,00			5 ou 7	1,5+H/10	1,5+H/10	2	
	R2	2 000	15,00	0,60	2,50	5 ou 7	H/2	H/2	6	