

NICOLAS GARCIA DE LAS BAYONAS

RAFAEL DO NASCIMENTO DOMINGUES ESTEVES

RAUL MACIEL DE CARVALHO

THAIS AKINA TANAKA TSUCHIYA

**Projeto de uma residência unifamiliar com
tecnologias racionalizadas**

São Paulo

2014

NICOLAS GARCIA DE LAS BAYONAS

RAFAEL DO NASCIMENTO DOMINGUES ESTEVES

RAUL MACIEL DE CARVALHO

THAIS AKINA TANAKA TSUCHIYA

Projeto de uma residência unifamiliar com tecnologias racionalizadas

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mércia Maria
Semensato Bottura de Barros.

São Paulo

2014

Catálogo-na-publicação

Bayonas, Nicolas Garcia de las

Projeto de uma residência unifamiliar com tecnologias racionalizadas / N.G. de las Bayonas; R.N.D. Esteves; R.M. de Carvalho; T.A.T. Tsuchiya. -- São Paulo, 2014.
152 p.

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

1.Construção civil (Projeto) 2.Alvenaria estrutural 3.Racionalização da construção I.Esteves, Rafael do Nascimento Domingues II.Carvalho, Raul Maciel de III.Tsuchiya, Thais Akina Tanaka IV.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil V.t.

O verdadeiro fundador da sociedade civil foi o primeiro que, tendo cercado um terreno, lembrou-se de dizer isto é meu e encontrou pessoas suficientemente simples para acreditá-lo.

(Jean Jacques Rousseau)

As oportunidades pequenas são o princípio das grandes empresas.

(Demóstenes)

DEDICATÓRIA

Trabalho dedicado às nossas famílias, amigos e à Escola.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	5
SUMÁRIO.....	6
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Contexto	15
1.2. Objetivo.....	15
1.3. Justificativa	15
1.4. Interdisciplinaridade	18
2. METODOLOGIA.....	20
3. HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	21
4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	23
4.1. Estudo Preliminar	23
4.1.1. Localização do terreno.....	23
4.1.2. Estudo do entorno.....	24
4.1.3. Legislação e código de obras.....	28
4.1.4. Viabilidade Financeira.....	29
4.2. Projetos.....	35
4.2.1. Projeto de Arquitetura.....	35
4.2.1.1. Partido do projeto	35
4.2.1.2. Programa de necessidades	39
4.2.1.3. Processo de definição da volumetria	39
4.2.1.4. Processo de Definição de Ambientes.....	43
4.2.1.5. Configuração da Arquitetura Final.....	45
Cota 100,15 m	46
Cota 98,75 m	46

Cota 95,95 m	47
4.2.2. Movimentação de terra	48
4.2.3. Projeto de Fundações	50
4.2.3.1. Análise dos perfis de sondagem do subsolo	50
4.2.3.2. Cálculo das cargas atuantes e dimensionamento das fundações	52
4.2.3.3. Definição dos Carregamentos por Grupos de Paredes	53
4.2.3.4. Determinação do comprimento das estacas	57
4.2.4. Projeto de Estrutura	60
4.2.4.1. Definição do tipo de estrutura	60
4.2.4.2. Modulação dos blocos de alvenaria estrutural	61
4.2.4.3. Dimensionamento dos Blocos de Concreto	63
4.2.4.4. Escolha do tipo de Laje	65
4.2.4.5. Pré-dimensionamento das lajes	65
4.2.4.6. Pré-dimensionamento das Vigas	71
4.2.4.7. Dimensionamento das Vigas	74
4.2.5. Projeto de Sistemas Prediais - Hidráulica	75
4.2.5.1. Sistemas de Água Fria e Água Quente	75
4.2.5.1.1. Capacidade, localização e acesso do reservatório de água fria	75
4.2.5.1.2. Dimensionamento de tubulações da rede predial de distribuição	76
4.2.5.1.3. Água quente: estimativa de consumo, tipo de aquecedor e localização	78
4.2.5.1.4. Dimensionamento da rede	80
4.2.5.2. Sistema de Esgoto Sanitário	82
4.2.5.2.1. Dimensionamento das tubulações	82
4.2.5.2.2. Traçado das tubulações de esgoto	82
4.2.6. Projeto de Sistemas Prediais – Elétrica	84
4.2.6.1. Quadro de força geral e dos pavimentos	92
4.2.7. Projeto de Sistemas Prediais – Sistemas Lógicos	94
5. CRONOGRAMA DA OBRA	96

6. ORÇAMENTO	98
7. CONCLUSÃO	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
APÊNDICE A: CÁLCULO DO COMPRIMENTO DAS FUNDAÇÕES	107
APÊNDICE B: RESULTADOS DE ESTUDO DAS VIGAS	125
APÊNDICE C: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE HIDRÁULICA	135
APÊNDICE D: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ORÇAMENTO	141

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ÍNDICE PINI PARA ESTIMATIVA DE CUSTO DE CONSTRUÇÃO.....	30
TABELA 2 - POSSIBILIDADES DE INVESTIMENTO.....	31
TABELA 3 - VALORES DO EMPREENDIMENTO, ÁREA E CUSTOS.....	31
TABELA 4 - RESUMO DOS MODELOS DE RESIDÊNCIAS NA REGIÃO.....	34
TABELA 5 - NECESSIDADES ESTABELECIDAS PARA A RESIDÊNCIA.....	39
TABELA 6 - VOLUMES DE CORTES E REATERRO.....	49
TABELA 7 - DEFINIÇÃO DOS CARREGAMENTOS POR GRUPO DE PAREDES - COTA 100,15 (GARAGEM).....	53
TABELA 8 - DEFINIÇÃO DOS CARREGAMENTOS POR GRUPO DE PAREDES - COTA 98,75 (SUPERIOR).....	54
TABELA 9 - DEFINIÇÃO DOS CARREGAMENTOS POR GRUPO DE PAREDES - COTA 95,95 (INFERIOR).....	55
TABELA 10- CARREGAMENTO DAS ESTACAS	56
TABELA 11 - COEFICIENTE K E ALPHA.....	58
TABELA 12 - VALORES F1 E F2 EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESTACA	59
TABELA 13 - CÁLCULO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DE COMPRESSÃO SIMPLES DO PRISMA	64
TABELA 14 - TABELA DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS LAJES	68
TABELA 15 - CONSUMO DE CONCRETO	69
TABELA 16 - TABELA RESUMO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO	73
TABELA 17 - DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS - GEOMETRIA E CARREGAMENTO.....	74
TABELA 18 - DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS - ARMADURAS	74
TABELA 19 - DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS - ESTUDO DO ESMAGAMENTO DAS BIELAS	74
TABELA 20 - TABELA DE PESOS RELATIVOS NOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO IDENTIFICADOS EM FUNÇÃO DO APARELHO SANITÁRIO E DA PEÇA DE UTILIZAÇÃO (NBR 5626)	77
TABELA 21 - MÉTODO UHC	82
TABELA 22 - TABELA DE POTÊNCIAS DE APARELHOS DOMÉSTICOS.....	87
TABELA 23 - FATOR DE DEMANDA PARA ILUMINAÇÃO E TUG'S.....	88
TABELA 24 - CÁLCULO DAS CARGAS, CORRENTE E SEÇÃO DOS CIRCUITOS.	89
TABELA 25 - TABELA DE ELETRODUTOS.....	89
TABELA 26 - TABELA DE CORRELAÇÃO SEÇÃO X CORRENTE X Nº DE CONDUTORES.....	90
TABELA 27 - TABELA DE CORRELAÇÃO SEÇÃO X CORRENTE X Nº DE CONDUTORES.....	90
TABELA 28 - TABELA DE CORRELAÇÃO ENTRE SEÇÃO X DIÂMETRO X E CORRENTE MÁXIMA QUE O CONDUÍTE SUPORTA.	92
TABELA 29 - COMPOSIÇÃO SINAPI PARA EXECUÇÃO DE FORMAS.	98

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CASA DAS CANOAS, DE OSCAR NIEMEYER.....	16
FIGURA 2 - CASA BAETA, DE VILANOVA ARTIGAS.	16
FIGURA 3 - CASA DE VIDRO, DE LINA BO BARDI.....	17
FIGURA 4 - VILA SAVOYE, DE LE CORBUSIER.	17
FIGURA 5 – CASA FARNSWORTH, DE MIES VAN DER ROHE.	18
FIGURA 6 - CRONOGRAMA ATUAL DA RESIDÊNCIA.	21
FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO MACRO DA RESIDÊNCIA.	23
FIGURA 8 – TERRENO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	24
FIGURA 9 - ENTORNO, BASE 50 KM.	26
FIGURA 10 - ENTORNO, BASE 20 KM.	26
FIGURA 11 - ENTORNO, BASE 10KM.....	27
FIGURA 12 - ENTORNO, BASE 1 KM.	27
FIGURA 13 - ENTORNO, BASE 200 M.	28
FIGURA 14 - ZONEAMENTO DA REGIÃO.	29
FIGURA 15 - MODELO 1 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	32
FIGURA 16 - MODELO 2 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	32
FIGURA 17 - MODELO 3 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	32
FIGURA 18 - MODELO 4 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	33
FIGURA 19 - MODELO 5 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	33
FIGURA 20 - MODELO 6 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	33
FIGURA 21 - MODELO 7 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	34
FIGURA 22 - MODELO 8 DE RESIDÊNCIA DA REGIÃO.	34
FIGURA 23 - TOPOGRAFIA DO TERRENO.	35
FIGURA 24 - RESIDÊNCIA EM SÃO JOSÉ, SC.	35
FIGURA 25 - RESIDÊNCIA NO INTERIOR DE SP.	36
FIGURA 26 - MATÉRIA DA REVISTA CONSTRUIR MAIS POR MENOS.....	37
FIGURA 27 - MIRANTE DA CASA VIZINHA AO TERRENO.....	38
FIGURA 28 - MIRANTE DA CASA BETTEGA, DE ARTIGAS.....	38
FIGURA 29 - IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.	40
FIGURA 30 - MODELO INICIAL UTÓPICO.....	41
FIGURA 31 – IDEIA INICIAL DE VOLUMETRIA PARA O EMPREENDIMENTO.	42
FIGURA 32 - CORTE DA RESIDÊNCIA, DESTAQUE PARA A DIFERENÇA DO PÉ DIREITO DO AMBIENTE SOCIAL.	42
FIGURA 33 - RENDERIZAÇÃO EXTERNA DO PROJETO.....	43
FIGURA 34 - PRIMEIRO DESENHO DE CONFIGURAÇÃO.....	44
FIGURA 35 - RENDERIZAÇÃO INTERNA DO PROJETO.....	45

FIGURA 36 - PLANTA COTA 100,15 M (SEM ESCALA).....	46
FIGURA 37 - PLANTA COTA 98,75 M (SEM ESCALA)	47
FIGURA 38 - PLANTA COTA 95,95M (SEM ESCALA).....	48
FIGURA 39 - IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIO EM UM TERRENO COM DECLIVIDADE.	48
FIGURA 40 - DETALHE DO DRENO.....	49
FIGURA 41 - PERFIL DO SOLO E SONDAGENS.....	51
FIGURA 42 - GEOMETRIA DO BLOCO DE FUNDAÇÃO.....	57
FIGURA 43 - EXEMPLOS DE BLOCOS. FONTE: GLASSER.....	61
FIGURA 44 - PLANTAS DA MODULAÇÃO DA ALVENARIA – PÁGINAS 8 A 13 DO CADERNO.	62
FIGURA 45 - DETALHE 1 INTERFACE DA VIGA COM A ALVENARIA.	63
FIGURA 46 - DETALHE 2, INTERFACE DA VIGA COM A ALVENARIA.	63
FIGURA 47 - DETALHE 3, INTERFACE DA VIGA COM A ALVENARIA.	63
FIGURA 48 - VIGOTAS PRÉ-MOLDADAS COM EPS.	65
FIGURA 49 - CONSUMO DE CONCRETO E PESO PRÓPRIO E EXEMPLO DE LAJE TRELIÇA COM EPS.....	66
FIGURA 50 - LAJES MACIÇAS APOIADAS NO TERRENO.....	66
FIGURA 51 - PLANTAS DE LAJES.....	67
FIGURA 52 - DETALHES CONSTRUTIVOS.....	70
FIGURA 53 - DETALHE DA ESCADA.....	70
FIGURA 54 - DIAGRAMA DE MOMENTO FLETOR VIGA BI APOIADA E VIGA CONTÍNUA.....	71
FIGURA 55 - DIFERENÇA ENTRE OS TIPOS DE VIGAS.....	71
FIGURA 56 - SEÇÃO PADRÃO DAS VIGAS COM FORMA DE MADEIRA.....	73
FIGURA 57 -ALÇAPÃO PARA ACESSO A COBERTURA.....	76
FIGURA 58 - NORMOGRAMA DE PESOS, VAZÕES E DIÂMETROS.	78
FIGURA 59 - SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR COM APOIO A GÁS.....	80
FIGURA 60 - RAMAIS DOS BANHEIROS PRINCIPAIS	81
FIGURA 61 - - RAMAIS DA COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO E LAVABO.....	81
FIGURA 62 PROJETO DE ESGOTO NOS BANHEIROS	84
FIGURA 63 PROJETO DE ESGOTO NO PAVIMENTO INFERIOR	84
FIGURA 64 - PROJETO DE ELÉTRICA, COTA 95,95 M.	85
FIGURA 65 - PROJETO ELÉTRICO, COTA 98,75 M.	86
FIGURA 66 - PROJETO ELÉTRICO, COTA 100,15 M.	86
FIGURA 67 - DIAGRAMA TRIFILAR DO PAVIMENTO INFERIOR.	93
FIGURA 68 - DIAGRAMA TRIFILAR DO PAVIMENTO SUPERIOR, GARAGEM E PRESSURIZADOR.	93
FIGURA 69 - PROJETO LÓGICO, COTA 95,95 M.	95
FIGURA 70 - PROJETO LÓGICO, COTA 98,75 M.	95
FIGURA 71 - CRONOGRAMA DESENVOLVIDO PARA A OBRA.	97
FIGURA 72 - RELATÓRIO DE CUSTOS DE COMPOSIÇÃO.	99
FIGURA 73 - RELATÓRIO DE CUSTOS DE INSUMOS.	99

FIGURA 74 - PROJETO DE CÁLCULO DE CARGAS,COTA 95,95 M.	107
FIGURA 75 - PROJETO PARA O CÁLCULO DAS CARGAS, COTA 98,75 M.....	108
FIGURA 76 - PROJETO PARA O CÁLCULO DAS CARGAS, COTA 100,15 M.	109

RESUMO

A concepção de uma edificação é um processo que envolve diversas especializações, desde a primeira idealização de uso e volumetria, passando pelo estudo de viabilidade, projetos de várias disciplinas, construção e venda.

Todas essas especialidades são estudadas durante o curso de engenharia civil de forma mais aprofundada ou menos. Coube a esse trabalho, através de um exercício projetual, reunir todo o conhecimento adquirido na graduação. Dessa forma, preencheu-se a lacuna de compatibilização entre disciplinas que a estrutura segmentada da escola deixa a seus alunos.

O trabalho contempla várias fases para a concepção de uma residência na cidade de Campinas. Ele foi feito em duas etapas, a primeira envolvendo o Estudo Preliminar: localização do terreno, estudo do entorno, estudo da legislação e viabilidade financeira do empreendimento e o Projeto de Arquitetura baseado no partido, no programa de necessidades, no conforto do usuário e na racionalização construtiva. A segunda etapa foi dedicada aos projetos de engenharia.

No projeto de fundações, foi feito o estudo das sondagens, o cálculo das cargas e o dimensionamento dos elementos. Na parte da estrutura, se justificou a escolha da alvenaria estrutural, foi feita a modulação dos blocos e se dimensionaram lajes e vigas.

Em sistemas prediais, foram feitos os projetos de água fria, água quente, esgoto sanitário, elétrica e sistemas lógicos. Para cada um deles, definiram-se as premissas necessárias, foram desenhados os traçados e dimensionados os elementos constituintes.

Por fim, com base em todos os projetos feitos, se definiu o cronograma da obra e o orçamento.

O trabalho não conseguiu contemplar todas as etapas para a concepção da residência, faltam ainda alguns projetos como drenagem e acabamentos e o detalhamento aprofundado dos projetos feitos. No entanto, acredita-se que o objetivo de encarar o desafio de um trabalho que contempla diversas áreas da engenharia civil foi alcançado.

ABSTRACT

The conception of buildings is a process that involves many specializations, since the first idealization of use and volumetry of the buildings, viability studies, projects of many disciplines, construction and selling.

Every specialization are studied during the graduation on civil engineering, in a more or less intensive way, depending on the subject. This work was due to gather all the knowledge acquired during the graduation through a project exercise. Therefore, the gap in compatibility between disciplines is filled.

This work contemplates many phases of the conception of a residence in Campinas city. It was elaborated in two stages: the first involves the preliminary study: location of the building, surrounding studies, legislation studies and financial viability, architecture projects based on the requirements of the briefing, comfort and construction rationalization. The second stage was dedicated to engineering projects.

For the building foundation projects, studies were made on drilling, load calculations and dimensioning of the elements. For the structure projects, structural masonry was the structure technology selected, and the modulation of masonry blocks and the dimensioning of slabs and beams were made.

In the discipline of building systems, projects on the distribution of water, sewage and, electric systems and logic. For each one of them it was defined the basic premises and has been drawn the layout design and dimensioned the constituting elements.

After all, with all the projects done, it has been defined the schedule of the the construction site and its cash flow.

This work could not complete all the steps of the building conception. There are still some projects as drainage, finishes and the detailling of the projects yet done which could be more detailed.

However, it is believed that the objective to face the challenge of a work which includes various areas of civil engineering has been achieved.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto

Este trabalho é, antes de tudo, um trabalho de Engenharia Civil, portanto, visa colocar em prática, o máximo possível, o aprendizado da maioria das disciplinas pelas quais o grupo passou ao longo do curso.

Pode-se dizer que este seja um grupo diferenciado porque dois de seus integrantes realizaram o programa POLI-FAU e, portanto, tiveram uma complementação de seu aprendizado em outra unidade. Trata-se, assim, de um grupo com grande apreço pela beleza que a construção pode ter, tanto na questão estética quanto na tecnológica.

Buscando-se aliar a racionalização da Engenharia com a estética apreendida da Arquitetura, procurou-se desenvolver um produto que pudesse aliar a racionalização com a facilidade construtiva, mas que não deixasse de ter sua beleza estética.

Escolheu-se como objeto um produto complexo – uma residência unifamiliar, pois esta apresenta as várias interfaces de projetos de engenharia civil e é uma construção única, com peculiaridades que não ocorrem na modularidade de edifícios multifamiliar.

1.2. Objetivo

Desenvolver o projeto executivo de uma residência unifamiliar, contemplando os projetos de arquitetura, estrutura, fundações e diversos sistemas prediais, até o detalhamento de todos os métodos construtivos. Será dada prioridade às técnicas racionalizadas.

1.3. Justificativa

O exercício de se desenvolver todas as etapas de um projeto executivo, considerando e vivenciando as interferências e interdependências entre a arquitetura e a engenharia e entre as diversas disciplinas da engenharia civil servirá como um elo de todo o conhecimento adquirido na graduação.

A própria concepção heterogênea do grupo, que conta com dois alunos participantes do programa de dupla formação em Arquitetura e Urbanismo e um intercambista, implicará em um trabalho resultante da conexão entre percepções e pontos de vistas diferentes.

A escolha de uma residência unifamiliar se deu não apenas pelo seu pequeno porte, que viabilizará estudos e desenhos mais detalhados, mas também pela simbologia histórica de arquitetos que se utilizaram dos projetos de residências unifamiliares ora como palco de estudo de novas estéticas e técnicas construtivas ora sintetizando os procedimentos projetuais desenvolvidos em toda sua carreira.

Exemplos disso são: a Casa das Canoas, de Oscar Niemeyer (Figura 1); a Casa Baeta, de Vilanova Artigas (Figura 2); a Casa de Vidro; de Lina Bo Bardi (

Figura 3); a Villa Savoye, de Le Corbusier (Figura 4) e a Farnsworth House, de Mies Van der Rohe (

Figura 5).

Figura 1 - Casa das canoas, de Oscar Niemeyer.



Fonte: <http://www.brazilfilms.com/Rio%20brazilfilms%20Casa%20das%20canoas%202022.jpg>

Figura 2 - Casa Baeta, de Vilanova Artigas.



Fonte: <http://leonardofinotti.blogspot.com.br/2011/02/vilanova-artigas-baeta-house.html>

Figura 3 - Casa de vidro, de Lina Bo Bardi.



Fonte:

http://2.bp.blogspot.com/_mGn4yO1XfL4/TNn8T2cPJwI/AAAAAAAAAmU/aEI8tH8EKtU/s1600/casa-de-vidro1.jpg

Figura 4 - Vila Savoye, de Le Corbusier.



Fonte: <http://www.galinsky.com/buildings/savoye/savoye3l.jpg>

Figura 5 – Casa Farnsworth, de Mies van der Rohe.



Fonte: http://1.bp.blogspot.com/-soJtjqcD74w/T3lQVW-n7dl/AAAAAACKml/6kwlmQ6_w_0/s1600/farnsworth_house%2B8%2Biih.jpg

1.4. Interdisciplinaridade

É sabido que um projeto, seja ele qual for, concreto ou abstrato, é interdependente de muitas outras frentes e interfaces. O projeto de uma residência não seria diferente. Como conceito ou ideia, dependeu dos estímulos causados pelo ambiente de estudo da Escola Politécnica ou da Faculdade de Arquitetura durante o período de formação dos alunos. Estes foram o invólucro de ideias, conversas e técnicas que culminaram na elaboração deste trabalho final de graduação.

Posto isto, como interface com o conhecimento adquirido ao longo dessa trajetória, tem-se de imediato grande afinidade com a área de estruturas, construção de edifícios. Isto devido à própria natureza do projeto: *“projeto de uma residência unifamiliar com tecnologias racionalizadas”*. Tem-se como objetivo a elaboração de uma série de desenhos executivos e, para isso, é necessária a análise das técnicas construtivas, dos métodos e processos construtivos, custos dos insumos, viabilidade da construção e o cálculo mais apurado dos elementos estruturais, inclusive fundações.

Não tão evidente, porém sempre presente, há ainda interface com a área de transporte ao situar o empreendimento na cidade, com localização de vias de acesso, transporte público e o pensamento fora da visão micro de uma residência.

Na área dos sistemas prediais são feitos os cálculos hidráulicos e o dimensionamento de toda a parte elétrica.

2. METODOLOGIA

O grupo foi organizado de forma a simular os processos e discussões de um escritório de projetos. A compatibilização dos projetos foi estimulada na divisão de alguns núcleos dentro do grupo, sempre respeitando as frentes: arquitetura, estrutura, sistemas prediais, fundações e orçamento. Essa simulação muitas vezes não foi tão fiel à realidade dos escritórios de projetos, uma vez que houve muito mais liberdade e discussão em todas as fases de projeto do que se teria na vida real.

O processo de elaboração dos desenhos de arquitetura começou por esboços e croquis feitos à mão, passando por programas de modelagem 3D e sendo finalizado em uma plataforma BIM. Os projetos de estruturas e de instalações elétricas tiveram como base o modelo final da arquitetura e foram desenvolvidos inicialmente à mão em esboços e finalizados em CAD. Os projetos de instalações hidráulicas foram desenvolvidos em plataforma BIM, tendo sido possível exercitar as diversas interferências entre instalações e arquitetura.

A apresentação do trabalho será dividida em dois documentos: um com formato A4 com todas as informações técnicas do trabalho e outro com todos os desenhos construtivos em formato adequado a cada projeto. Os dois documentos estão divididos nas diferentes frentes de projeto.

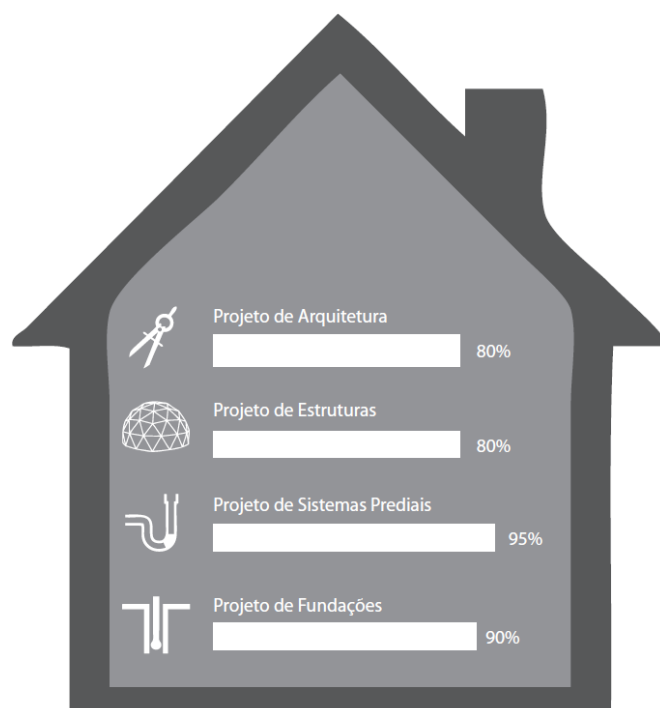
3. HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Pode-se dizer que durante a primeira etapa do trabalho, a arquitetura foi praticamente definida. Os projetos de estruturas e de sistemas prediais ficaram finalizados, no que se refere ao projeto “pré-executivo”, e o projeto de fundações ficou na fase de estudo preliminar.

Durante o segundo semestre foi realizado o detalhamento de estruturas, dos sistemas prediais, assim como o projeto completo de fundações. Além disso, foi feito um orçamento de todos os serviços e materiais. Também foi feito um estudo com o movimento das massas de terra do terreno, que auxiliou no projeto de fundações. Foi atualizada a viabilidade financeira, para valores atuais, de forma a comparar com o orçamento e deixar o estudo mais realista.

Como pode-se observar, o primeiro semestre foi mais para o pensamento do projeto, teve um desenvolvimento mais cerebral, mais teórico, portanto com menos trabalho escrito e menor quantidade de projetos. Neste segundo semestre foi feito um trabalho intensivo para efetivamente realizar os projetos, portanto os desenhos e os textos foram em volume muito superior.

Figura 6 - Cronograma atual da residência.

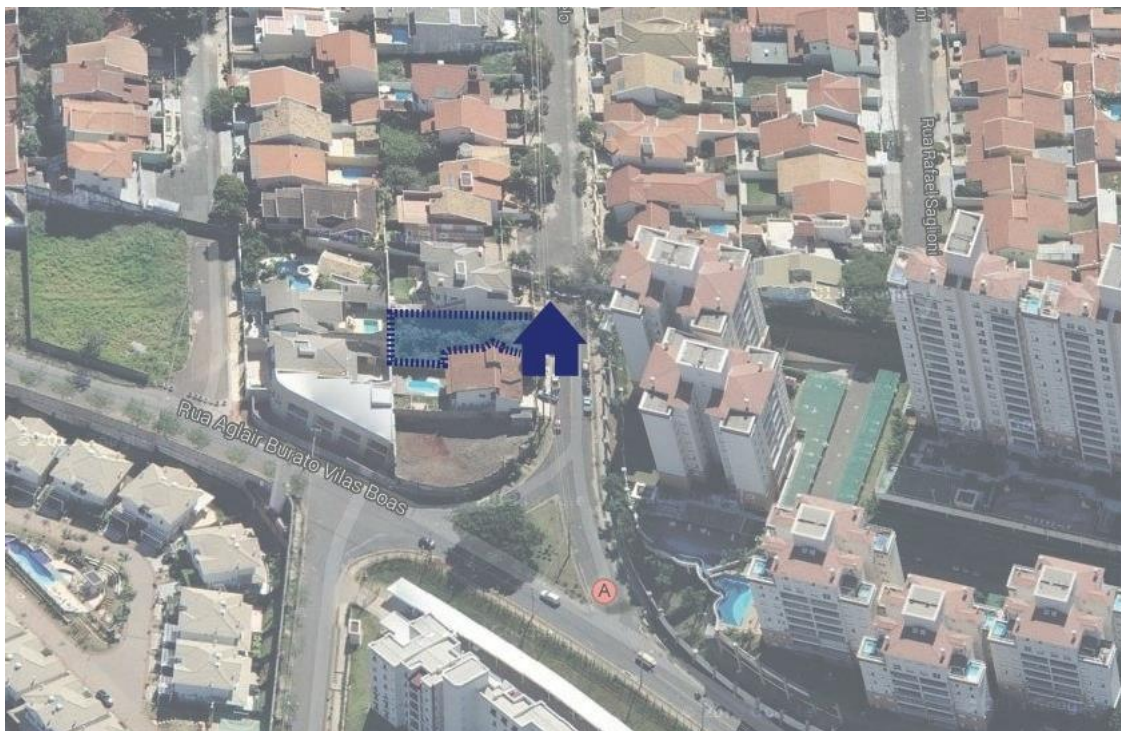


Conforme mostrado na Figura 6, os projetos não estão 100% finalizados. Ainda há alguns poucos detalhes que poderiam ser feitos, porém estes ajustes finos seriam para um eventual 3º semestre da disciplina, que não é o caso.

4.1.2. Estudo do entorno

Para qualquer projeto de arquitetura, considera-se o entorno parte essencial do projeto. É importante que o projeto se integre à região, que haja uma relação de pertencimento. Um bairro essencialmente residencial com a presença de pequenos comércios locais.

Figura 8 – Terreno de desenvolvimento do projeto.



Fonte: maps.google.com.br adaptado.

No caso de um empreendimento de uso privado, o estudo do entorno pode ser utilizado como uma ferramenta de marketing vislumbrando a venda do imóvel. É uma ferramenta de ilustrações com a qual se pode explorar todos os benefícios da localidade do projeto.

Pensando no aspecto financeiro, é importante realizar este estudo do entorno para que se possa ter consciência das limitações que o projeto enfrentará. Não faria sentido para um escritório de projeto elaborar um projeto que não se enquadrasse na situação real da região onde a residência se encontra. Este trabalho não tem a intenção de realizar um projeto simplesmente conceitual, portanto todas as decisões foram tomadas sempre levando em consideração o enfoque financeiro.

Para a análise do entorno foi elaborada uma série de mapas ilustrando as potencialidades do bairro e da localidade do terreno. Mesmo sendo um

empreendimento de baixo impacto na região, não havendo necessidade de um estudo tão aprofundado, optou-se por caracterizá-lo dentro de uma malha balizadora, onde se encontram as principais vias de acesso partindo de São Paulo, os principais aeroportos e portos, além da mobilidade pela utilização de transporte público. Essas bases cartográficas são apresentadas partindo de uma escala gráfica maior (50 km) para uma escala menor (200m).

É possível separar essas bases cartográficas em dois grupos: escala macro e micro.

O grupo de escala macro é importante balizador da relação do empreendimento com outras cidades e transportes de longa distância. É a relação do projeto com o exterior:

- No estudo com escala gráfica de 50 km,
- pode-se entender a relação do terreno com a cidade de São Paulo, mas também com as interfaces entre outros estados como Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, além das principais vias de acesso às capitais desses estados.
- Na base de 20 km, Figura 10, ainda se vê a relação com a cidade de São Paulo e Estados, porém consegue-se estabelecer relações com aeroportos e portos do Estado de São Paulo.

O grupo de escala micro é responsável pelas características dos arredores do projeto, que por ser uma residência, é a mais importante análise a ser feita:

- Na base de 10 km, Figura 11, pode-se perceber a relação entre Campinas e as vias de egresso e acesso da cidade e sua relação com o aeroporto mais próximo.
- Na base 1 km, Figura 12, consegue-se relacionar o entorno imediato propriamente dito. Localiza-se a proximidade de áreas verdes na cidade e o tempo necessário de trajeto.
- Na base 200 m, Figura 13, caracteriza-se a facilidade de mobilidade urbana por meio do transporte público, aqui representado por ônibus.

Figura 9 - Entorno, base 50 km.

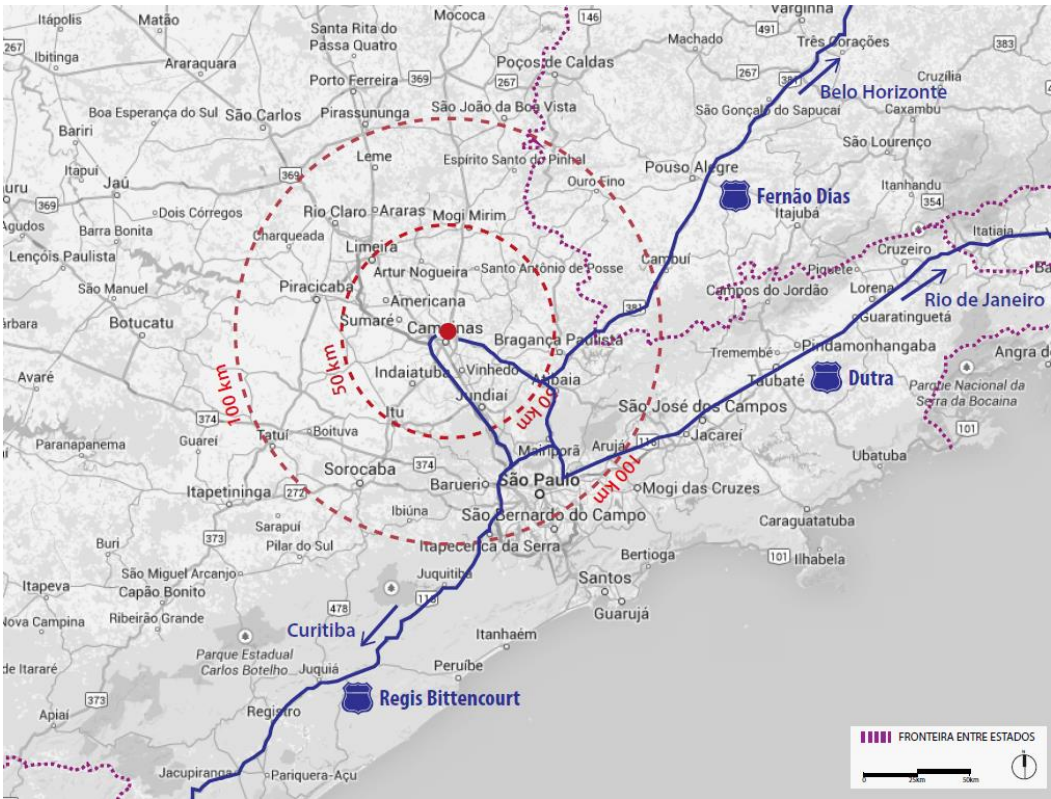


Figura 10 - Entorno, base 20 km.

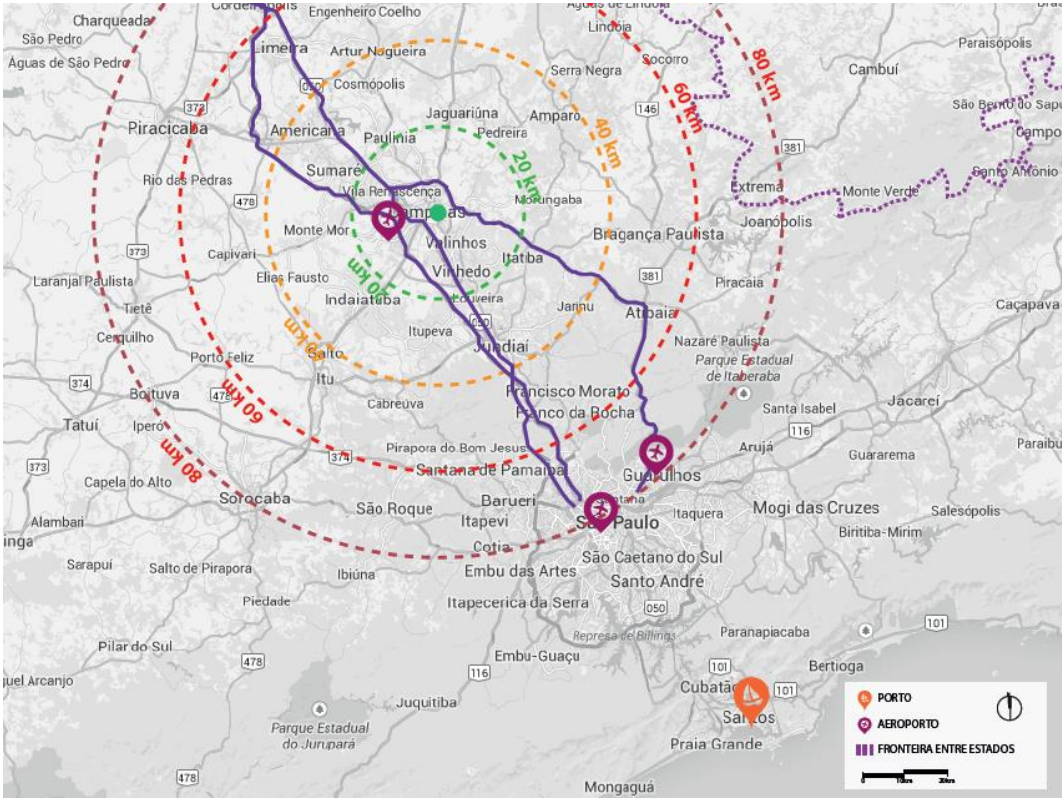


Figura 11 - Entorno, base 10km

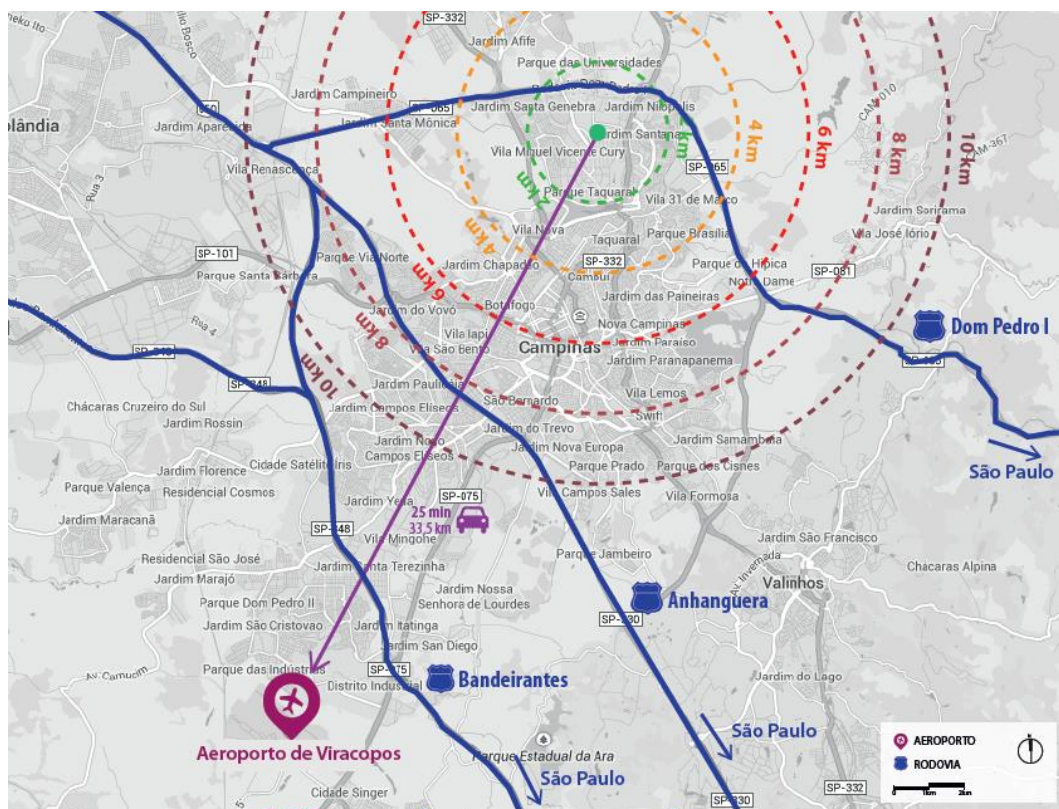
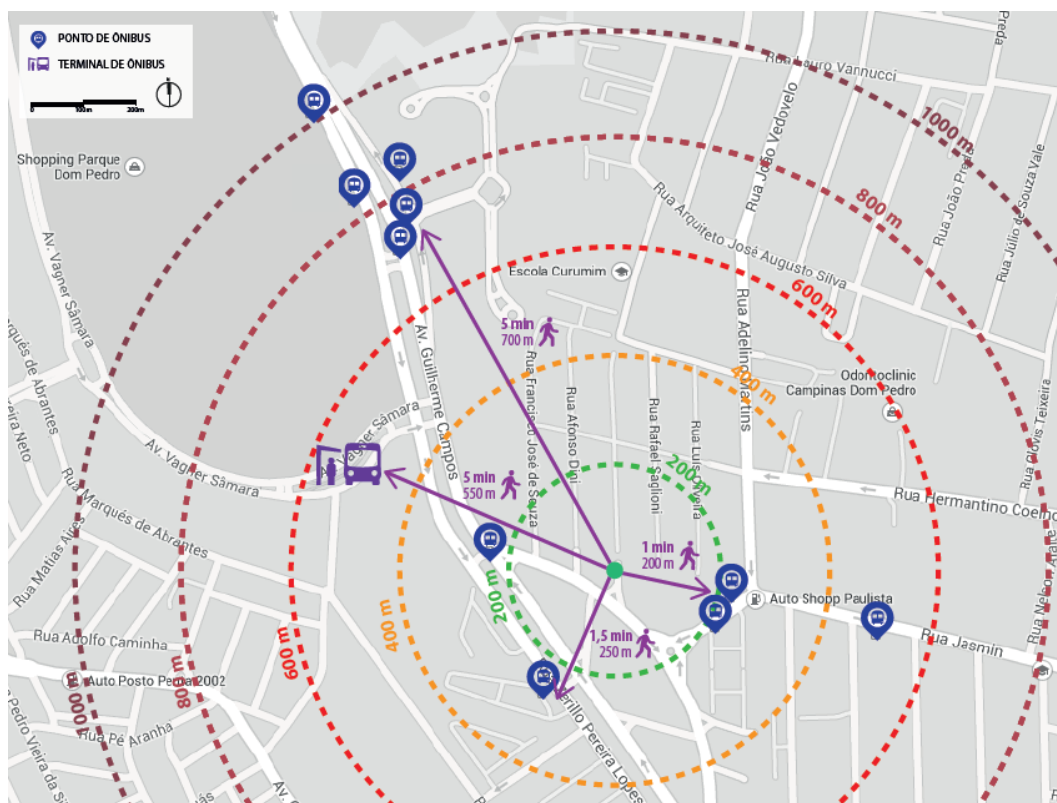


Figura 12 - Entorno, base 1 km.



Figura 13 - Entorno, base 200 m.



4.1.3. Legislação e código de obras

O projeto está situado em uma zona de denominação Z3 pela *Lei de Uso e Ocupação do Solo*, Prefeitura Municipal de Campinas. Dentro dessa classificação os tipos de habitação que podem ser construídos nesse terreno são:

- H-3: “Edificações destinadas a uma única habitação por lote e suas construções acessórias” (Artigo 9 – II). A áreas do terreno maior ou igual a 250m²
- HMH-3: “Habitações Multifamiliares Horizontais - conjuntos de unidades habitacionais isoladas ou agrupadas horizontalmente” (artigo 10 – I). A área do lote será menor ou igual a 28.500m²
- H MV-5: “Habitações Multifamiliares Verticais - conjuntos de unidades habitacionais agrupadas verticalmente, em um ou mais blocos” (Artigo 10 – II)

Figura 14 - Zoneamento da região.



Fonte: Google Earth adaptado.

O escopo deste trabalho, habitação unifamiliar, enquadra-se na categoria H-3. Sobre esta classificação, tem-se:

- Taxa de ocupação: 0,65;
- Área total construída menor ou igual à área do lote (420m²);
- Pode-se aumentar a área construída em até 25% por causa da grande declividade do terreno;
- Número máximo de pavimentos igual a 2 (dois), podendo haver acréscimo de um pavimento quando motivado por desnível acentuado do terreno;
- Recuos frontais maiores ou iguais a 4,00 m;
- Recuos laterais maiores ou iguais a 2,00 m;

4.1.4. Viabilidade Financeira

Mesmo sendo uma unidade residencial para um cliente específico, é importante alertá-lo que, futuramente, ele poderá querer vendê-la e, portanto, é necessário demonstrar que ela seria vendável em uma hipotética comercialização. Para tanto, após definidos as dimensões e o programa da residência, foi utilizada a tabela da PINI (Tabela 1) para balizar os possíveis para custos de construção.

Tabela 1 - Índice PINI para estimativa de custo de construção.

Uso de Edificação	Custo Total	Material	Mão-de-obra
Habitacional			
Residencial fino	R\$ 1.739,03	R\$ 1.012,11	R\$ 726,92
Residencial médio	R\$ 1.305,12	R\$ 687,15	R\$ 617,97
Residencial popular	R\$ 995,28	R\$ 535,54	R\$ 459,74
Sobrado popular	R\$ 1.178,66	R\$ 629,88	R\$ 548,78
Prédio com elevador fino	R\$ 1.410,81	R\$ 839,64	R\$ 571,17
Prédio com elevador padrão médio alto	R\$ 1.283,14	R\$ 826,96	R\$ 456,18
Prédio com elevador médio	R\$ 1.212,95	R\$ 690,82	R\$ 522,13
Prédio sem elevador médio	R\$ 1.391,53	R\$ 695,06	R\$ 696,47
Prédio sem elevador popular	R\$ 1.018,41	R\$ 494,93	R\$ 523,48
Comercial			
Prédio com elevador fino	R\$ 1.484,45	R\$ 917,84	R\$ 566,61
Prédio sem elevador médio	R\$ 1.480,55	R\$ 811,71	R\$ 668,84
Clinica Veterinária	R\$ 1.392,86	R\$ 840,90	R\$ 551,96
Industrial			
Galpão de uso geral médio	R\$ 1.228,22	R\$ 837,41	R\$ 390,81

Fonte: guiadaconstrucao.pini.com.br, acessado em Novembro/2014

Na Tabela 1 está destacada a opção utilizada no caso deste trabalho, residencial fino.

Com esta tabela, considerando a escolha de uma área de 268 m² (item 4.2) pode-se determinar que o custo de construção da residência deveria ficar ao redor de R\$ 470.000,00.

Além do custo de construção, também é necessário admitir um valor para o terreno, pois ele estaria incluso no preço de venda da residência. Após pesquisa em sites de imobiliárias locais, foi admitido R\$ 200.000,00 para o preço do terreno.

Além do terreno e do custo de construção, deve-se considerar que a empresa que construiria a residência possui custos operacionais fixos, como empregados de escritório, despesas de logística e custos empresariais, além de taxas de aprovação de projeto na prefeitura, escritura da habitação, taxa do CREA, taxas de cartório, impostos de venda, corretagem e outras taxas exigidas por legislação. Para isto, somando o custo do terreno com o custo de construção e de projeto, um adicional de 15% seria assumido como custos fixos.

No entanto, estes estudos ainda não justificariam a construção da moradia. Por mais que não seja foco o estudo de viabilidade e incorporação da residência, este Trabalho considera que qualquer que seja a empresa responsável pela construção da residência, ela precisa obter lucro. Para justificar o investimento feito em uma atividade

de risco como a construção, o lucro da construção precisa ser superior aos lucros médios de outras opções, como investimento em fundos, ações e poupança.

Considerado o custo de construção e terreno, e aplicando a taxa de custo fixo, a moradia possui um custo total aproximado de R\$ 800.000,00. Na Tabela 2 podem ser conferidas algumas modalidades de investimento e seus respectivos retornos caso este valor fosse assim investido, foram considerados taxas praticadas atualmente no mercado.

Tabela 2 - Possibilidades de investimento.

	Baixo	Médio	Alto	Poupança	Previdência	CDB - BB	Inflação
12 meses	8,20%	7,10%	13,00%	6,62%	6,94%	8,06%	7,98%
Retorno	R\$ 65.540	R\$ 56.748	R\$ 103.905	R\$ 52.912	R\$ 55.469	R\$ 64.421	R\$ 63.782

Pode-se observar que em nenhum dos casos o retorno apresentado foi superior a 15%, considerada uma boa taxa para o setor da construção civil. Portanto, é justificável assumir que o investimento deste capital na construção do projeto é viável.

Aplicando a taxa de 15%, acima estabelecida, o resultado é um preço de venda de R\$ 920.000,00. A Tabela 3 apresenta os valores da habitação discriminados.

Tabela 3 - Valores do empreendimento, área e custos.

Área (m ²)	268
Custo de construção	R\$ 466.060,04
Custo do terreno	R\$ 200.000,00
Custos fixos	R\$ 133.212,01
Lucro da construtora	R\$ 119.890,81
Preço total da residência	R\$ 919.162,86

Não obstante, este valor colocado sozinho não representa absolutamente uma comercialização real. Pois, além de pensar no lado da empresa, que precisa lucrar, é necessário entender se haveria algum possível comprador. Para compreender o perfil das residências à venda no bairro e região, foi feita uma busca em alguns sites de imobiliárias locais. Abaixo são apresentadas 8 moradias com área ou preço semelhante ao que se deseja aplicar ao empreendimento.

Modelo 1 – 270m², 4 dormitórios (4 suítes), 5 banheiros: R\$ 830.000,00

Figura 15 - Modelo 1 de residência da região.



Modelo 2 – 130 m², 3 dormitórios (1 suíte), 3 banheiros: R\$795.000,00

Figura 16 - Modelo 2 de residência da região.



Modelo 3 – 135 m², 3 dormitórios (1 suíte), 2 banheiros: R\$840.000,00

Figura 17 - Modelo 3 de residência da região.



Modelo 4 – 202 m², 3 dormitórios (1 suíte), 2 banheiros: R\$ 850.000,00

Figura 18 - Modelo 4 de residência da região.



Modelo 5 – 180 m², 4 dormitórios (2 suítes), 3 banheiros: R\$ 850.000,00

Figura 19 - Modelo 5 de residência da região.



Modelo 6 – 274 m², 3 dormitórios (3 suítes), 6 banheiros: R\$ 880.000,00

Figura 20 - Modelo 6 de residência da região.



Modelo 7 – 273 m², 3 dormitórios (1 suíte), 4 banheiros: R\$ 960.000,00

Figura 21 - Modelo 7 de residência da região.



Modelo 8 – 230 m², 3 dormitórios (3 suítes), 4 banheiros: R\$ 980.000,00

Figura 22 - Modelo 8 de residência da região.



Tabela 4 - Resumo dos modelos de residências na região.

Residência	Área construída (m ²)	Área do terreno (m ²)	Preço (R\$)	Preço/m ² (R\$/m ²)	Dormitórios-Suítes	Banheiros
Modelo 1	130	150	R\$ 795.000,00	R\$ 6.115,38	3-1	3
Modelo 2	270	-	R\$ 830.000,00	R\$ 3.074,07	4-4	5
Modelo 3	135	-	R\$ 840.000,00	R\$ 6.222,22	3-1	2
Modelo 4	202	-	R\$ 850.000,00	R\$ 4.207,92	3-1	2
Modelo 5	180	-	R\$ 850.000,00	R\$ 4.722,22	4-2	3
Modelo 6	274	300	R\$ 880.000,00	R\$ 3.211,68	3-3	6
Modelo 7	237	310	R\$ 960.000,00	R\$ 4.050,63	3-1	4
Modelo 8	230	-	R\$ 980.000,00	R\$ 4.260,87	3-3	4
Residência do Trabalho	268	420	R\$ 919.162,86	R\$ 3.429,71	3-1	4

Desta forma, considerando que todas as moradias acima exemplificadas são consideradas vendáveis pelas imobiliárias, pode-se supor que o projeto é plausível do ponto de vista financeiro e comercial. Pode-se perceber também, que o valor do preço/m² da residência deste estudo está abaixo da média dos modelos da região, R\$ 4.483,13. Imaginando ainda que este trabalho é sobre uma construção nova e que nenhum dos exemplos supracitados o são, o preço estipulado para a residência está ainda abaixo do que seria possível.

Portanto, desenvolver o projeto cujos custos de construção estejam ao redor de R\$ 450.000,00 será a meta de trabalhos de formatura.

4.2. Projetos

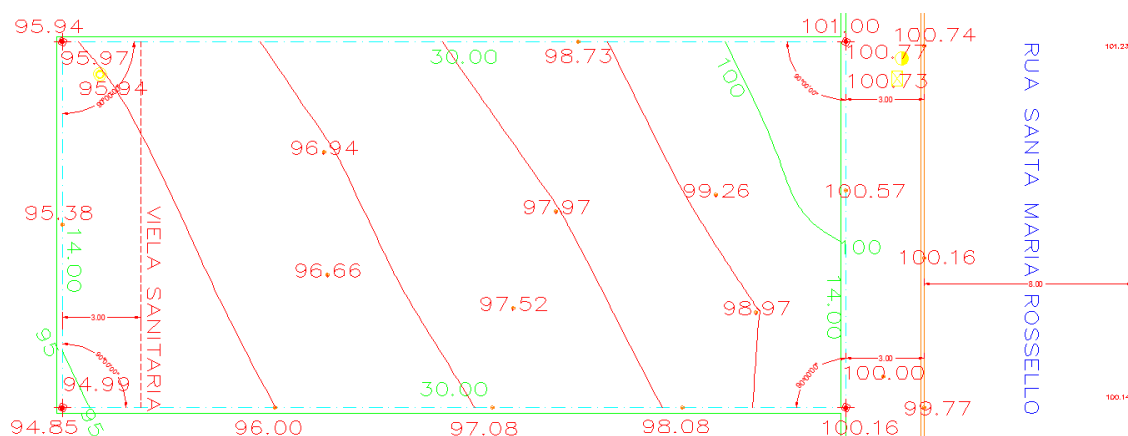
4.2.1. Projeto de Arquitetura

Maior detalhamento dos desenhos aqui mostrados são apresentados no caderno de desenhos anexo a este documento.

4.2.1.1. Partido do projeto

Como pode ser visto na planta do terreno, Figura 23, há uma declividade acentuada, de cerca de 6 metros, do nível da rua até a cota mais baixa do fundo do terreno. Dessa forma, o projeto arquitetônico assumiu aproveitar esse desnível para compor a residência.

Figura 23 - Topografia do terreno.



Foi feita uma pesquisa de referência de habitações com desníveis acentuados, que inspirou e ajudou na definição da volumetria final.

Figura 24 - Residência em São José, SC.



Fonte: <http://ocabrasilarquitetos.blogspot.com.br/>

Figura 25 - Residência no Interior de SP.



Fonte: <http://rgvoarquitetura.tumblr.com/post/32880853202/residencia-planello-rosche-interior-de-sp>

Figura 26 - Matéria da Revista Construir Mais por Menos



Fonte: <http://www.arquiteturaedecoracao.net/team-view/revista-construir-mais-por-menos/>

O relevo natural do terreno foi utilizado para criar volumes escalonados da cota mais alta até a cota mais baixa, criando mirantes para a vista que se abre ao vale na região, conforme figura 27.

Apesar de muito valorizados atualmente, as varandas e mirantes também remetem a arquitetos modernistas como Lina Bo Bardi e Vilanova Artigas, como pode ser observado no mirante da figura 28.

Figura 27 - Mirante da casa vizinha ao terreno.



Figura 28 - Mirante da Casa Bettega, de Artigas.



Fonte: Acervo Pessoal

Por ser um terreno retangular bastante profundo e cujos vizinhos não respeitaram os recuos laterais obrigatórios para a região, foi necessária a lapidação dos volumes, de modo a aproveitar ao máximo a entrada de iluminação natural e ventilação.

No estudo preliminar, definiu-se o custo da construção e foram levantados dados para o programa de necessidades, que deve ser semelhante ao do seu entorno (Tabela 4 e Tabela 5).

4.2.1.2. Programa de necessidades

Com o estudo das moradias do entorno, foi possível definir um programa de necessidades que ao mesmo tempo em que segue o padrão da vizinhança, se enquadra no valor de venda estimado no estudo preliminar.

Tabela 5 - Necessidades estabelecidas para a residência.

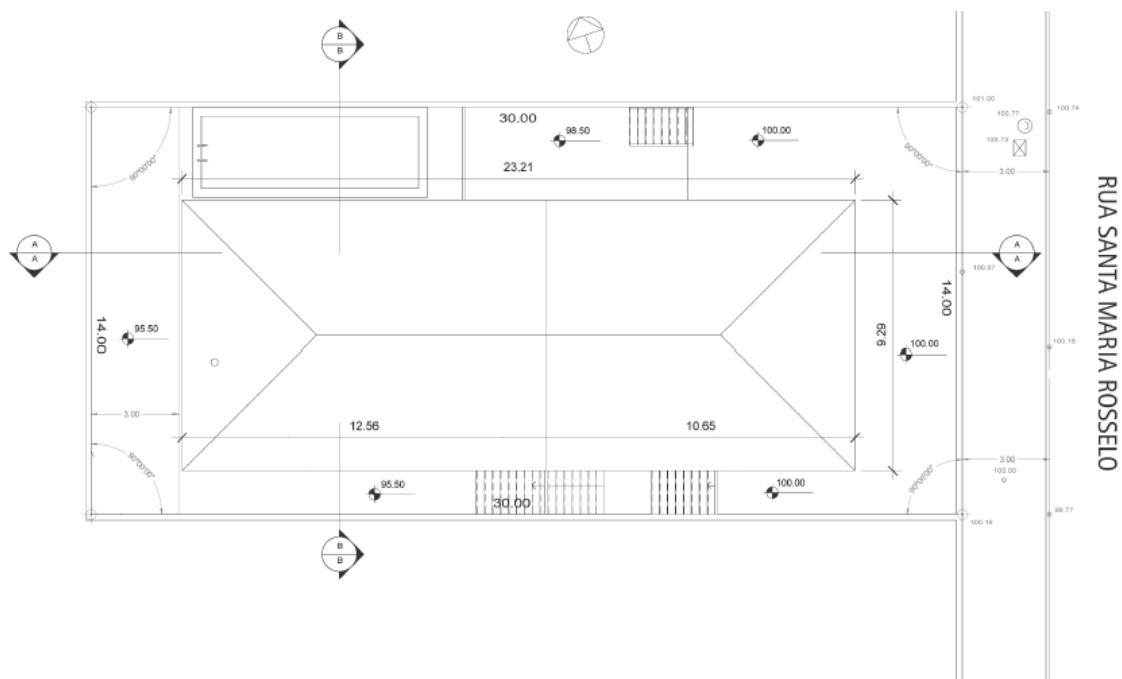
4 pessoas (família de casal + 2 filhos)
1 suíte + 2 quartos
3 banheiros + 1 lavabo
sala de estar
sala de TV
escritório
sala de jantar
cozinha
área de serviço
área externa coberta para churrasqueira
piscina
garagem coberta para 2 carros
2 depósitos

4.2.1.3. Processo de definição da volumetria

A forma volumétrica do projeto surgiu da necessidade de incorporar o partido ao programa da arquitetura e às exigências da legislação.

O terreno possui 14m de largura e 30m de comprimento, ou seja, 420m². Os recuos mínimos são de 4m na frente e 2m nas laterais. Além disso, há uma área de servidão no fundo do terreno, que impede a construção nos últimos 3m. Para garantir uma insolação adequada na residência, optou-se por aumentar o recuo lateral da fachada norte para 4m. O resultado foi uma habitação cuja projeção possui 8m de frente, 22m de comprimento e área de 176m², correspondendo a uma taxa de ocupação de 0,42, que respeita o máximo de 0,65 estabelecido na legislação, conforme Figura 29.

Figura 29 - Implantação do projeto.

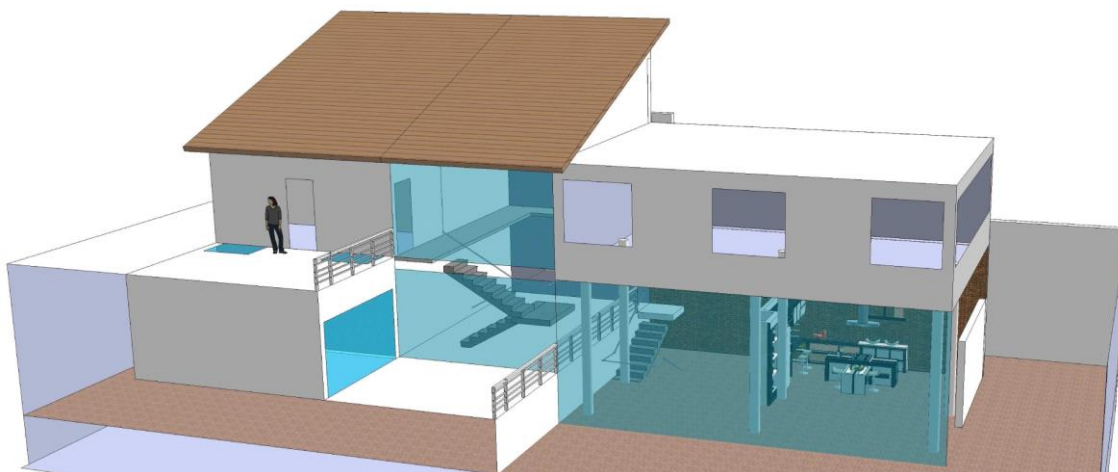


Para vencer o desnível entre a rua e o fundo do terreno, o grupo sempre pensou em uma arquitetura em patamares que, visto da rua, parecesse uma construção térrea, mas que ganha pavimentos conforme a topografia assim permite.

O primeiro modelo criado consistia no bloco de garagem e hall no nível da rua (ideia que seguiu até o modelo final), descendo 3 m havia uma sala de estar de pé direito duplo. A partir desta sala, a meio pé direito para baixo, se encontrava a sala de jantar e a cozinha. O bloco dos quartos, no mesmo nível da rua, era acessado por meio de uma passarela a partir do hall de entrada. No nível da garagem e da sala foram construídos varandas-mirante (ideia que também se manteve até o final).

Esteticamente o modelo é bastante interessante, pois transmite amplitude e fluidez. No entanto, seria inviável construí-lo de forma racionalizada.

Figura 30 - Modelo Inicial Utópico



A partir dessa experiência, notou-se que era necessário pensar no método construtivo e na viabilidade financeira ao planejar a forma ideal para a residência. Assim, após pesquisas e discussões, foi decidido que utilizaríamos a alvenaria estrutural. Isto por causa de suas vantagens quanto à racionalização construtiva, modulação e preço global. Outros sistemas considerados foram: reticulado de concreto armado, estrutura mista (concreto e aço) e *steel frame*. Com essa informação, um novo modelo foi criado. O processo de desenvolvimento deste novo desenho foi diferente, já que continuamente era necessário se atentar à modulação, aos vãos e à coincidência entre paredes nos diferentes níveis.

Nesta nova configuração, a área da garagem e hall de entrada foi projetada para ficar no mesmo nível da rua. Com o recuo frontal, este nível já ocupa 9 m de extensão. Por isso, após esse volume, criou-se um novo patamar, 1,5 m abaixo, onde há a sala de estar. Ela conta com um pé-direito estrategicamente definido a 4,5 m para que a cobertura da sala coincida com a da garagem. Além disso, essa altura elevada cria uma sensação de amplitude, além de garantir maior ventilação e iluminação naturais.

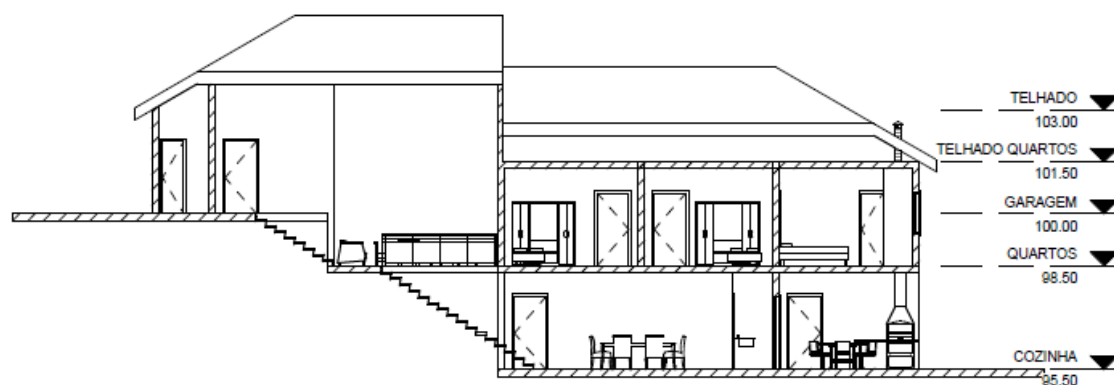
A ideia inicial era separar o volume dos ambientes privados (quartos) do volume dos ambientes coletivos (salas). Então, foi proposto que a partir da sala de estar o acesso aos quartos fosse a meio pé direito para cima e à cozinha e sala de jantar a meio pé direito para baixo, conforme Figura 30. No entanto, essa solução, embora esteticamente agradável, só conseguiria vencer 3 m dos 5 m de desnível.

Figura 31 – Ideia inicial de volumetria para o empreendimento.



Como solução, o patamar da cozinha e sala de jantar foi rebaixado para 3 m em relação à sala de estar. O módulo dos quartos foi implantado logo acima deste patamar, no mesmo nível da sala de estar. A separação entre o ambiente privado e o coletivo ocorre, nesta solução final, por diferença de pé direito, conforme Figura 32.

Figura 32 - Corte da residência, destaque para a diferença do pé direito do ambiente social.



Como a cobertura do volume da sala de estar não coincide com o volume dos quartos, a forma final da residência ganhou movimento (Figura 33).

Figura 33 - Renderização externa do projeto.



4.2.1.4. Processo de Definição de Ambientes

O arranjo dos diversos ambientes do empreendimento foi projetado de modo a ser construtivamente o mais racional possível. No entanto, o conforto, o cotidiano e a cultura dos usuários são premissas imprescindíveis para um adequado projeto de arquitetura.

Portanto, com base nos critérios de facilidade construtiva e nas exigências do usuário, criou-se um arranjo físico que pode ser resumido em: eixo de circulação, lado “social e íntimo” e lado molhado, ou de serviço.

O eixo de circulação engloba o hall de entrada, as escadas e o acesso ao quintal.

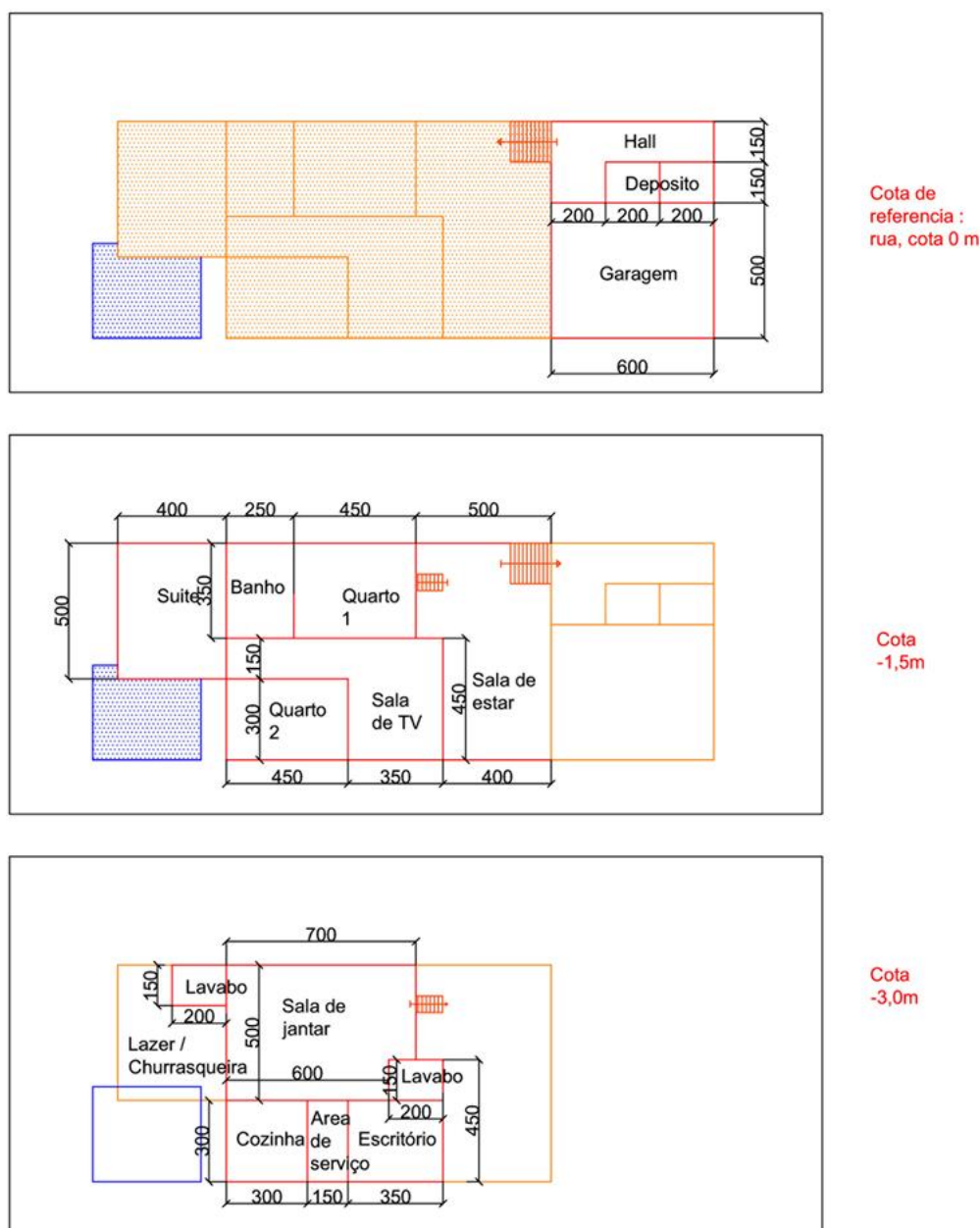
O lado “social e íntimo”, orientado ao norte, inclui os quartos e a sala de jantar. Os banheiros, a cozinha e a área de serviço compõem o lado voltado ao sul, aqui denominado molhado ou de serviço.

Da mesma forma como ocorreu no processo de definição da volumetria, várias configurações foram feitas, reformuladas e aprimoradas até se chegar ao desenho

final. O primeiro desenho (figura 34) teve de ser reformulado quanto à circulação interna e às configurações dos quartos, lavabo, hall e piscina.

A circulação interna, neste primeiro desenho, não tinha sido resolvida em corte, somente em planta. Dessa forma, foi necessário reformular o hall e a sala de estar para que as escadas se ajustassem perfeitamente ao espaço. Um dos quartos estava com a janela orientada a sul enquanto um banheiro estava orientado a norte, por isso, escolheu-se fazer um rearranjo entre esses cômodos com o intuito de otimizar a insolação. O lavabo do piso inferior foi realocado junto à área de serviço para possibilitar ventilação natural. O banheiro e a piscina, na configuração final, ficaram no recuo lateral da fachada norte.

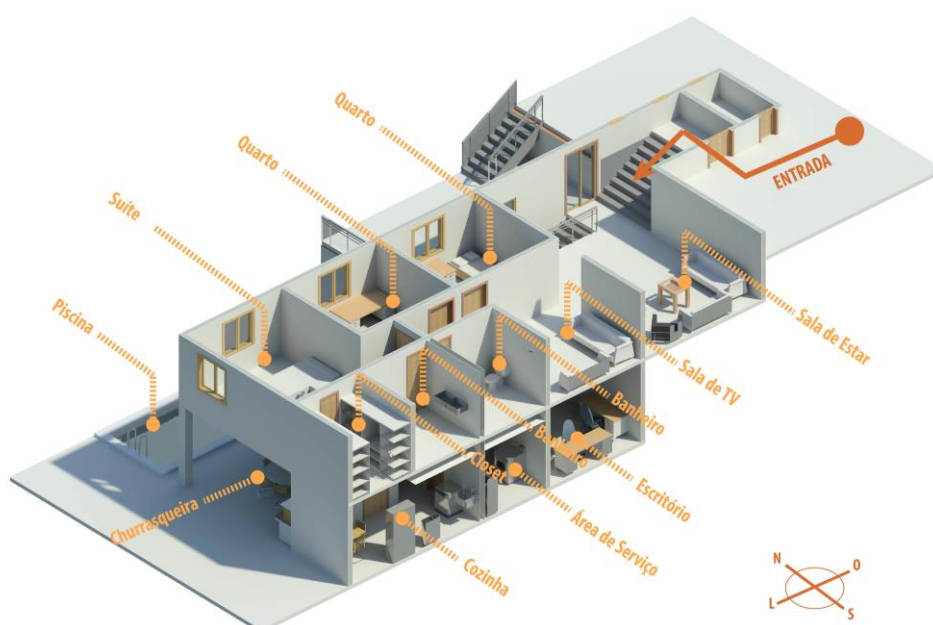
Figura 34 - Primeiro desenho de configuração



4.2.1.5. Configuração da Arquitetura Final

A configuração final da arquitetura (figura 35) foi definida ao final da primeira etapa do trabalho. A circulação interna foi resolvida por um eixo de escadas entre o hall e a sala de estar. Para a questão da insolação, os cômodos nobres (quartos e sala de jantar) foram orientados a norte. A seguir, serão apresentados as configurações e características arquitetônicas de cada pavimento da residência.

Figura 35 - Renderização interna do projeto



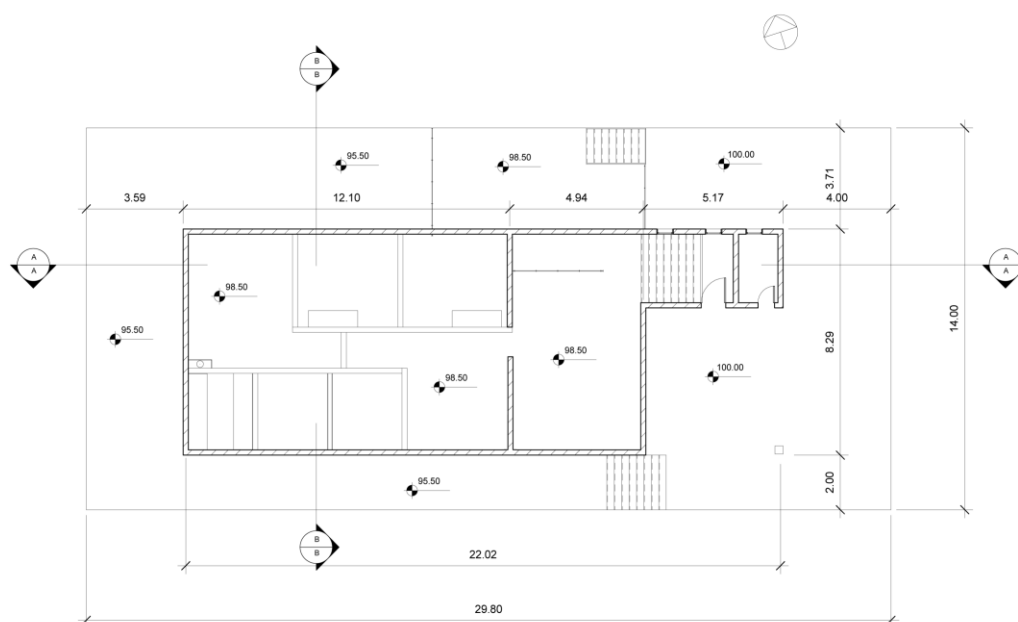
Cota 100,15 m

Na cota de acesso à rua, foi projetada uma garagem coberta para dois carros de dimensões: 5,5 m de largura e 5 m de profundidade. Ao lado da garagem, um depósito de 3,8 m² precede o hall de entrada da residência.

O hall comporta uma larga escada que dá acesso à sala de estar, localizada 1,5 m abaixo do nível da garagem.

A larga escada do hall dá acesso tanto à sala de estar quanto à escada que vai para a sala de jantar. Há, então, um claro eixo de circulação que percorre a fachada norte.

Figura 36 - Planta COTA 100,15 m (sem escala)



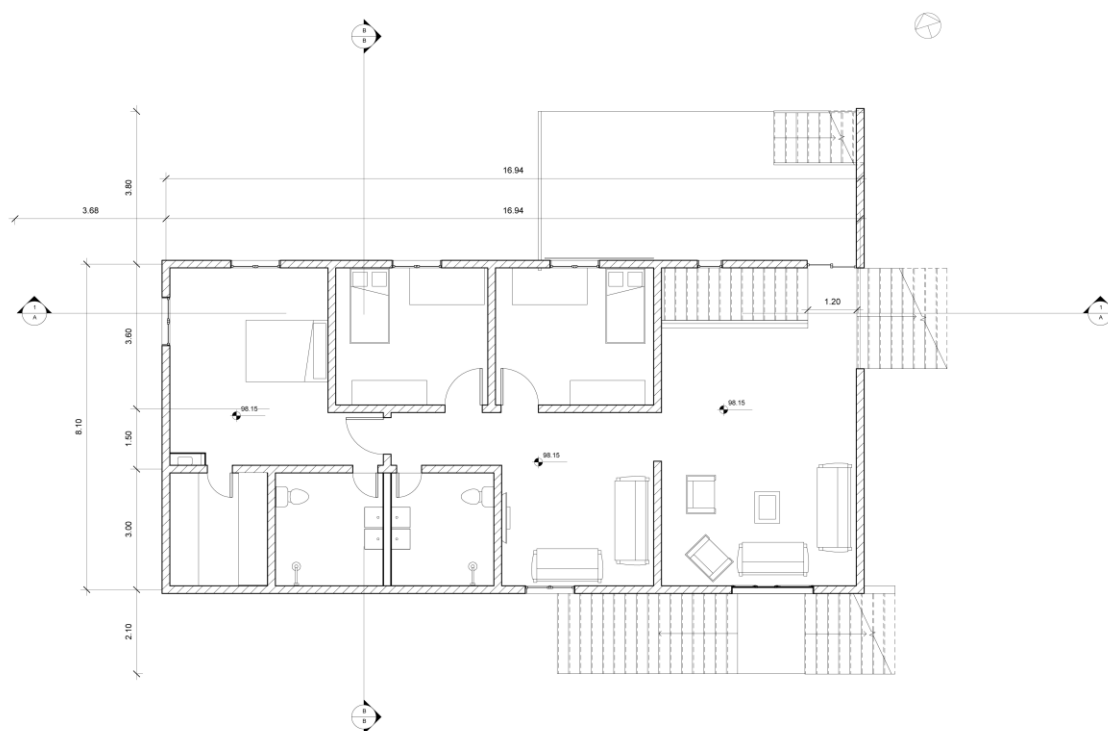
Cota 98,75 m

O primeiro ambiente que é avistado na moradia é a sala de estar. De dimensões 5 m por 8 m e pé direito 4,5 m; ela é ampla, arejada e iluminada. Ao mesmo tempo em que é um ambiente de circulação entre o hall, os quartos e a sala de jantar e cozinha, também é um ambiente de convívio familiar. Um espaço para ler um livro, estar em família ou receber os amigos.

Separados da sala de estar pela diferença de pé direito, estão os ambientes privados: uma sala de TV, dois quartos de 13 m² cada, um banheiro e a suíte, que conta com um closet. Todos os quartos possuem janelas voltadas para a direção norte, o que garante a melhor insolação possível.

Da sala de estar, também é possível acessar um terraço, que permite a contemplação da vista panorâmica da cidade e do quintal.

Figura 37 - Planta COTA 98,75 m (sem escala)



Cota 95,95 m

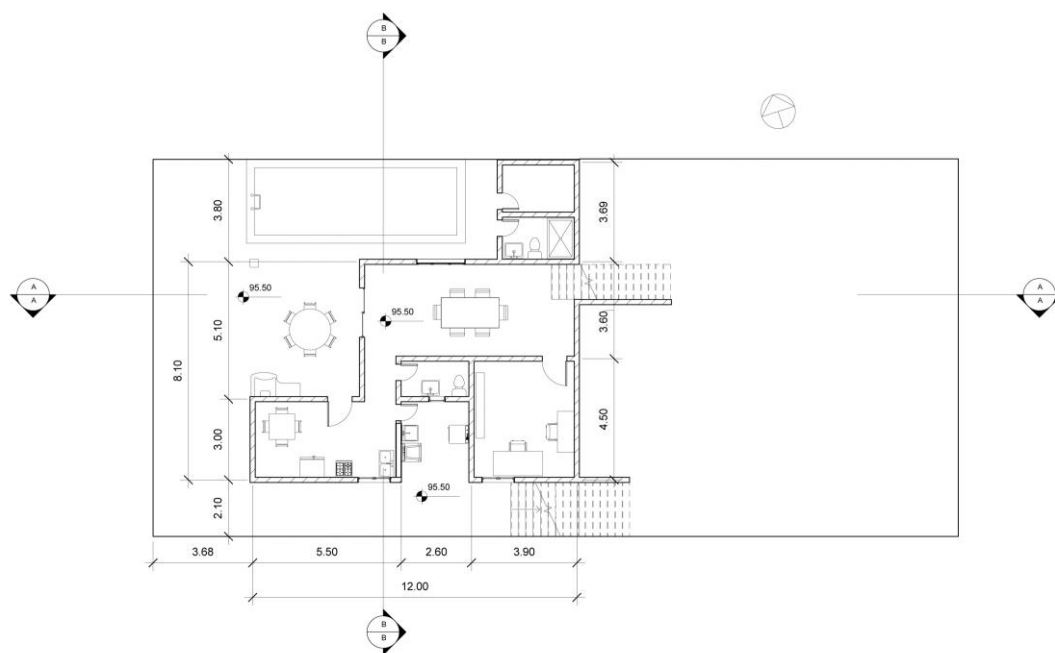
A construção nesta cota fica exatamente abaixo do volume dos quartos. A partir da parede hidráulica que divide os banheiros do pavimento superior, foi estabelecida a área da cozinha, área de serviço e lavabo. A sala de jantar faz a integração entre a sala de estar, cozinha e área externa e é também um importante espaço de convívio. Num ambiente mais reservado, se localiza o escritório, de 16m².

A parte coberta da área externa foi desenhada para abrigar o espaço de confraternização da residência, onde se localiza a churrasqueira. Ela é acessível ou pelo lado externo (fachada sul) ou a partir da cozinha, o que facilita integração entre estes dois espaços.

A piscina foi locada no recuo lateral da fachada norte da residência e conta com dois ambientes de apoio: um banheiro e um depósito.

No recuo lateral da fachada sul, se projetou um acesso de serviço que liga os fundos da moradia e a área de serviço à entrada da moradia.

Figura 38 - Planta COTA 95,95m (sem escala)

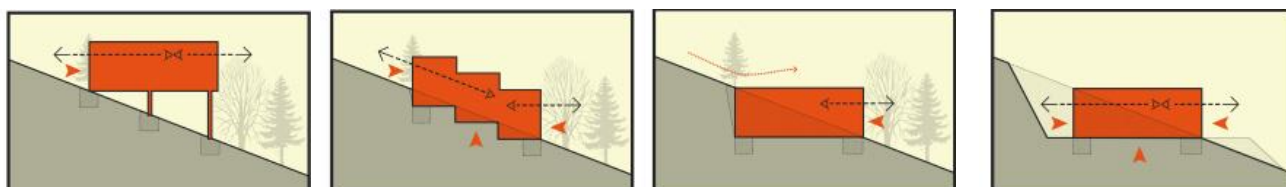


- Todos os projetos de arquitetura estão apresentados no Caderno de Projetos A: Arquitetura.

4.2.2. Movimentação de terra

No caso de um terreno com declividade importante, existem quatro configurações (Figura 39) para o assentamento do empreendimento. Dependendo da escolha feita, o volume de terra a ser cortada ou reaterada varia.

Figura 39 - Implatação de edifício em um terreno com declividade.



Os quadros abaixo representam o volume de terra a ser removido do terreno para cada configuração.



Fonte: <http://www.habiter-ici.com/spip.php?rubrique8>

Para um aproveitamento ótimo da declividade do terreno, foi decidido que o empreendimento devia seguir a mesma declividade (segunda configuração). O cálculo de corte e reaterro foi feito para conseguir obter um terreno plano no nível do jardim (cota 95,95) e chegar na cota 100,15 m na frente da residência. No começo foi pensado em reaterrar o terreno entre as lajes e nível inferior do terreno (por exemplo, entre a laje da garagem e parede da sala de estar). Porém, isso significaria elevar um muro de arrimo muito mais robusto do que realmente precisaria. Além disso, isso demandaria muito mais cuidados na realização da parede dupla (sistema escolhido) se a terra fosse encostada nele. Finalmente, como grande parte do solo do terreno é constituído por argila, decidiu-se cortar o terreno, como se fosse um talude, para a terra não encostar na parede. Mesmo assim, um dreno será colocado em baixo do lado externo da parede.

Figura 40 - Detalhe do dreno.

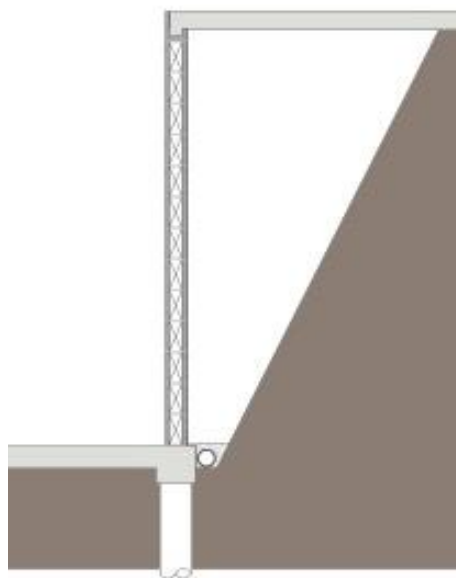


Tabela 6 - Volumes de cortes e reaterro

Cota (m)	Reaterro (m³)	Corte (m³)	Coeficiente de acrécimo do volume devido ao movimento de terra	TOTAL (m³)	Quantidade de caminhões precisos para tirar a terra
95,95	16,4	183,5			
98,75	0,0	0,12			
100,15	113,8	5,5			
Total	130,2	189,1	1,2	96,79	7

A tabela 6 mostra os resultados obtidos para os movimentos de terra. Serão necessários 7 caminhões para poder transportar toda a terra que sobrou. Esse volume

de terra é considerável e poderá ser vendida para as potenciais obras ao redor que necessitassem de terra para aterro.

4.2.3. Projeto de Fundações

4.2.3.1. Análise dos perfis de sondagem do subsolo

As sondagens mostram que o solo do terreno é constituído majoritariamente por argila. A camada resistente se encontra na região da cota 94 m, aonde se obteve SPT de 8 na primeira sondagem, 9 na segunda e 7 na última. Além dessa informação, tem-se a data na qual foram feitas as sondagens: meio do mês de Junho. Essa é uma época “seca”, portanto, durante os meses de janeiro e fevereiro, quando chove mais, o nível de água no terreno poderia aumentar. Porém, a cota do NA em junho é de 91,15 m e o terreno está localizado em um ponto alto de Campinas. Portanto, mesmo com chuvas muito fortes o nível de água não aumentaria significativamente.

A partir dessas análises, foi possível supor que a utilização de fundações superficiais é viável (escavação em pequena profundidade). Porém, o cálculo de volume de terra a ser recortada dentro do terreno levou o grupo a escolher: estacas (*brocas*) escavadas com trado manual ou mecânico, com custos compatíveis com as fundações rasas.

Na figura 41 observa-se a localização das sondagens efetuadas e os relatórios de sondagens:

4.2.3.2. Cálculo das cargas atuantes e dimensionamento das fundações

As cargas atuantes no empreendimento são as seguintes:

- Carga de utilização de 2 kN/m^2
- Peso próprio dos blocos: $1,8 \text{ kN/m}^2$ de parede
- Peso da argamassa utilizada para o assentamento dos blocos: $0,2 \text{ kN/m}^2$ de parede
- Peso próprio do revestimento utilizado: $0,4 \text{ kN/m}^2$ de parede
 - Resultando em um total de $2,4 \text{ kN/m}^2$ de parede juntando os três últimos elementos.
- Peso próprio das lajes (referentemente às lajes escolhidas): $1,6 \text{ kN/m}^2$
- Peso próprio do revestimento sobre as lajes: $0,4 \text{ kN/m}^2$
- Peso do telhado: 3 kN/m^2

Essas cargas chegam finalmente nas fundações via os baldrames de concreto armado e blocos de fundações.

As tabelas 7, 8 e 9 dão a definição dos carregamentos por grupos de paredes e a tabela 10 o carregamento das estacas.

- Todos os projetos de fundação estão apresentados no Caderno de Projetos B: Fundação.

4.2.3.3. Definição dos Carregamentos por Grupos de Paredes

Tabela 7 - Definição dos carregamentos por grupo de paredes - Cota 100,15 (Garagem)

Grupos de paredes	Comprimento (m)	pé direito (m)	Area de Influencia da parede (m²)	Peso da parede (kN/m)	Area de telhado (m²)	Carga que vem da parede superior e/ou do telhado (kN/m)	Peso proprio de laje(kN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	Carga Permanente sobre parede (kN/m)	Carga Variavel sobre parede (kN/m)	Carga Total sobre Parede (kN/m)	Para onde vai a carga		
												56%	ES2	Via Baldrame
1.1	3,87	2,8	2,39	6,72	4,04	3,13	2	2	11,08	1,23	12,32	44%	ES4	Via Baldrame
1.2	7,92	2,8	8,49	6,72	14,10	5,34	2	2	14,20	2,14	16,35	27%	ES1	Via Baldrame
												33%	ES3	Via Baldrame
												41%	2.1	Parede alinhadas com a de baixo
1.3	7,78	2,8	3,64	6,72	17,70	6,83	2	2	14,48	0,94	15,42	100%	2.1	Parede alinhadas com a de baixo
Pilar	Volume do pilar		Area de Influencia do pilar (m²)	Peso proprio do pilar	Area de telhado (m²)	Carga que vem do telhado	Peso proprio de laje(kN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	carga sobre pilar (kN)	Carga Variavel sobre pilar (kN)	Carga Total sobre Pilar (kN)	Para onde vai a carga		
P1	0,05488		7,3102	1,372	7,3102	21,9306	2	2	23,3026	14,6204	37,923	1	ES8	Pilar alinhado com estaca

Tabela 8 - Definição dos carregamentos por grupo de paredes - Cota 98,75 (Superior)

Grupos de paredes	Comprimento (m)	pé direito (m)	Area de Influencia da parede (m²)	Peso da parede (kN/m)	Area de telhado (m²)	Carga Permanente que vem da parede superior e/ou do telhado (kN/m)	Carga Variavel que vem da parede superior (kN/m)	Peso proprio de laje (kN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	Carga Permanente sobre parede (kN/m)	Carga Variavel sobre parede (kN/m)	Carga Total sobre Parede (kN/m)	Para onde vai a carga		
2.1	27,42	4,20	25,26	10,08	30,40	30,00	0,52	2,00	2,00	41,93	2,36	44,28	17%	3.1	Parede alinhadas com a de baixo
													4%	ES9	Via Baldrame
													7%	ES10	Via Baldrame
													9%	ES11	Via Baldrame
													13%	ES12	Via Baldrame
													10%	ES14	Via Baldrame
													13%	ES15	Via Baldrame
													10%	ES17	Via Baldrame
													9%	ES18	Via Baldrame
2.2	8,84	4,20	18,88	10,08	30,19	20,13	0,00	2	2	34,48	4,27	38,75	75%	3.1	Parede alinhadas com a de baixo
													25%	3.2	Parede alinhadas com a de baixo
													89%	3.1	Parede alinhadas com a de baixo
2.3	2,69	2,80	6,19	6,72	6,19	6,90	0,00	2	2	18,23	4,60	22,83	11%	3.6	Parede alinhadas com a de baixo
													100%	3.6	Via Viga V3
2.4	9,31	2,80	8,69	6,72	8,69	2,80	0,00	2	2	11,38	1,87	13,25	100%	P2	Via Viga V1 e V3
2.5	3,36	2,80	3,35	6,72	3,35	2,99	0,00	2	2	11,71	1,99	13,70	100%	3.2	Parede alinhadas com a de baixo
2.6	0,44	2,80	3,44	6,72	3,44	23,43	0,00	2	2	45,76	15,62	61,38	81%	3.2	Parede alinhadas com a de baixo
2.7	1,64	2,80	5,94	6,72	5,94	10,87	0,00	2	2	24,83	7,24	32,08	19%	3.5	Parede alinhadas com a de baixo
													100%	3.2	Parede alinhadas com a de baixo
2.8	0,74	2,80	8,72	6,72	8,72	35,35	0,00	2	2	65,63	23,57	89,20	55%	3.4	Parede alinhadas com a de baixo
2.9	2,99	2,80	13,84	6,72	13,84	13,88	0,00	2	2	29,86	9,26	39,11	45%	3.5	Parede alinhadas com a de baixo
													13%	3.2	Via Viga V2
2.10	15,88	2,80	23,54	6,72	23,54	4,45	0,00	2	2	14,13	2,97	17,10	17%	3.3	Parede alinhadas com a de baixo
													67%	3.4	Parede alinhadas com a de baixo
													3%	P2	Via viga V1
2.11	0,89	2,80	4,75	6,72	4,75	16,00	0,00	2	2	33,39	10,67	44,05	100%	3.1	Parede alinhadas com a de baixo

Tabela 9 - Definição dos carregamentos por grupo de paredes - Cota 95,95 (Inferior)

Grupos de paredes	Comprimento (m)	pé direito (m)	Area de Influencia da parede (m²)	Peso da parede (kN/m)	Area de telhado (m²)	Carga que vem da parede superior e/ou do telhado (kN/m)	Carga Variavel que vem da parede superior (kN/m)	Peso proprio de laje (KN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	Carga Permanente sobre parede (kN/m)	Carga Variavel sobre parede (kN/m)	Carga Total sobre Parede (kN/m)	Para onde vai a carga		
3.1	33,73	2,8	48,68	6,72	0	14,69	1,77	2	2	24,29	4,65	28,95	7%	ES20	Via Baldrame
													7%	ES21	Via Baldrame
													6%	ES22	Via Baldrame
													9%	ES23	Via Baldrame
													11%	ES27	Via Baldrame
													12%	ES28	Via Baldrame
													8%	ES29	Via Baldrame
													8%	ES30	Via Baldrame
													8%	ES31	Via Baldrame
													6%	ES35	Via Baldrame
													7%	ES39	Via Baldrame
													1%	ES42	Via Baldrame
3.2	11,22	2,8	32,58	6,72	0	18,49	4,41	2	2	31,02	10,22	41,24	10%	ES43	Via Baldrame
													25%	ES34	Via Baldrame
													6%	ES35	Via Baldrame
													12%	ES37	Via Baldrame
													37%	ES38	Via Baldrame
3.3	0,89	2,8	4,36	6,72	0	43,99	9,23	2	2	60,50	19,02	79,52	19%	ES42	Via Baldrame
3.4	9,14	2,8	18,21	6,72	0	21,81	5,11	2	2	32,51	9,10	41,61	100%	ES41	Via Baldrame
													39%	ES36	Via Baldrame
													8%	ES37	Via Baldrame
													39%	ES40	Via Baldrame
3.5	2,69	2,8	11,51	6,72	0	14,87	4,61	2	2	30,15	13,17	43,32	15%	ES41	Via Baldrame
3.6	2,99	2,8	9,71	6,72	0	37,22	6,26	2	2	50,44	12,75	63,19	38%	ES33	Via Baldrame
													62%	ES37	Via Baldrame
													75%	ES25	Via Baldrame
Pilar	Volume do pilar		Area de Influencia do pilar (m²)	Peso proprio do pilar	Area de telhado (m²)	Carga que vem por alinhamento de paredes (kN)	Carga que vem do telhado	Peso proprio de laje (KN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	Carga Permanente sobre pilar (kN)	Carga Variavel sobre pilar (kN)	Carga Total sobre Pilar (kN)	25%	ES26	Via Baldrame
P2	0,05488		5,5654	1,372	0	45,65	8,03	2	2	58,16	11,13	69,29	100%	ES24	Pilar alinhado com estaca

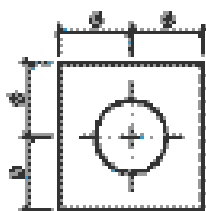
Tabela 10- Carregamento das Estacas

Estaca	Area de influencia (m²)	Peso proprio de laje(kN/m²)	Sobre carga (utilização) (kN/m²)	Carga laje (kN)	Descida de carga - Carga Permanente (kN)	Descida de carga - Carga Variavel (kN)	Total Carga Permanente (kN)	Total Carga Variavel (kN)	Total (kN)	Número de estacas	Carga por estaca no drupo de estacas (kN)
Es1	1,71	1,6	2	2,74	108,97	4,57	111,70	7,99	119,69	1	119,69
Es2	1,41	1,6	2	2,25	43,34	2,67	45,59	5,48	51,07	1	51,07
Es3	3,39	1,6	2	5,43	131,99	5,53	137,41	12,31	149,73	1	149,73
Es4	2,66	1,6	2	4,26	34,31	2,11	38,57	7,43	46,00	1	46,00
Es5	5,95	1,6	2	9,53	0,00	0,00	9,53	11,91	21,44	1	21,44
Es6	3,67	1,6	2	5,88	0,00	0,00	5,88	7,35	13,23	1	13,23
Es7	3,60	1,6	2	5,75	0,00	0,00	5,75	7,19	12,95	1	12,95
Es8	2,02	1,6	2	3,22	23,30	14,62	26,53	18,65	45,18	1	45,18
Es9	0,00	1,6	2	0,00	46,96	2,64	46,96	2,64	49,60	1	49,60
Es10	0,00	1,6	2	0,00	75,89	4,27	75,89	4,27	80,16	1	80,16
Es11	2,05	1,6	2	3,28	107,75	6,06	111,03	10,17	121,20	1	121,20
Es12	1,35	1,6	2	2,16	147,58	8,30	149,74	11,01	160,75	1	160,75
Es13	4,69	1,6	2	7,51	0,00	1,00	7,51	10,39	17,90	1	17,90
Es14	4,08	1,6	2	6,53	109,43	6,16	115,96	14,32	130,27	1	130,27
Es15	1,35	1,6	2	2,16	147,58	8,30	149,74	11,01	160,75	1	160,75
Es16	6,52	1,6	2	10,43	0,00	1,00	10,43	14,04	24,47	1	24,47
Es17	3,00	1,6	2	4,80	109,43	6,16	114,22	12,15	126,37	1	126,37
Es18	3,08	1,6	2	4,94	104,81	5,90	109,75	12,07	121,82	1	121,82
Es19	1,42	1,6	2	2,27	105,65	5,94	107,92	8,78	116,70	1	116,70
Es20	1,66	1,6	2	2,66	59,03	11,31	61,69	14,63	76,32	1	76,32
Es21	1,66	1,6	2	2,66	59,03	11,31	61,69	14,63	76,32	1	76,32
Es22	2,98	1,6	2	4,77	50,04	9,59	54,81	15,55	70,36	1	70,36
Es23	2,81	1,6	2	4,49	73,61	14,10	78,09	19,71	97,81	1	97,81
Es24	3,10	1,6	2	4,96	58,16	11,13	63,12	17,33	80,45	1	80,45
Es25	4,58	1,6	2	7,32	112,98	28,56	120,30	37,71	158,01	1	158,01
Es26	4,79	1,6	2	7,67	37,32	9,43	44,99	19,02	64,01	1	64,01
Es27	6,43	1,6	2	10,28	87,70	16,80	97,98	29,65	127,63	1	127,63
Es28	4,97	1,6	2	7,95	94,74	18,15	102,69	28,08	130,77	1	130,77
Es29	2,83	1,6	2	4,52	68,50	13,12	73,03	18,78	91,81	1	91,81
Es30	1,20	1,6	2	1,92	65,59	12,57	67,51	14,96	82,47	1	82,47
Es31	2,83	1,6	2	4,52	68,50	13,12	73,03	18,78	91,81	1	91,81
Es32	5,50	1,6	2	8,79	0,00	1,00	8,79	11,99	20,79	1	20,79
Es33	9,88	1,6	2	15,81	31,06	13,56	46,87	33,33	80,20	1	80,20
Es34	10,58	1,6	2	16,93	88,10	29,02	105,03	50,19	155,22	1	155,22
Es35	4,44	1,6	2	7,10	20,78	6,85	27,88	15,72	43,60	1	43,60
Es36	6,06	1,6	2	9,69	115,10	32,20	124,79	44,32	169,11	1	169,11
Es37	11,27	1,6	2	18,03	115,97	42,43	134,00	64,97	198,98	1	198,98
Es38	8,94	1,6	2	14,31	130,29	42,92	144,60	60,81	205,41	1	205,41
Es39	4,67	1,6	2	7,47	54,66	10,47	62,13	19,81	81,94	1	81,94
Es40	3,49	1,6	2	5,59	114,45	32,02	120,04	39,01	159,05	1	159,05
Es41	6,58	1,6	2	10,53	97,41	29,12	107,94	42,28	150,22	1	150,22
Es42	6,46	1,6	2	10,34	72,35	23,10	82,69	36,02	118,70	1	118,70
Es43	2,59	1,6	2	4,15	78,22	14,99	82,37	20,17	102,54	1	102,54

Como pode ser visto na tabela 10, a estaca 38 tem um carregamento de 205kN o que é acima do carregamento máximo das estacas (200kN). Apesar disso, foi decidido deixar apenas uma estaca. Em efeito, essa diferença representa só 2,5% do carregamento máximo e como o empreendimento é leve e de pequeno porte, isso é aceitável.

A Figura 422 apresenta a geometria do bloco das estacas que foi utilizada.

Figura 42 - Geometria do bloco de fundação.



4.2.3.4. Determinação do comprimento das estacas

Para poder determinar o comprimento das estacas, foi utilizado o método de Aoki-Velloso.

Existe uma correlação entre a resistência de ponta da estaca (Q'_{pont}) e o número de SPT N :

$$Q'_p = K \times N$$

Além da resistência de ponta da estaca, leva-se em consideração a resistência lateral (Q'_{lat}) aliada a resistência de ponta pela relação:

$$Q'_{lat} = \alpha \times Q_{pont}$$

Os coeficientes **K** e **α** previamente mencionados dependem do tipo de solo. Na Tabela 11 estão apresentados esses valores em função do tipo de solo: em verde está destacado o solo do terreno em estudo: silte argilo-arenoso.

Tabela 11 - Coeficiente K e alpha

Valores de α e K propostos por Aoki & Velloso (1975).			
Solo		K (kPa)	α (%)
Areia	pura	1000	1,4
	siltosa	800	2
	silto argilosa	700	2,4
	argilosa	600	3
	argilo siltosa	500	2,8
Silte	puro	400	3
	arenoso	550	2,2
	areno argiloso	450	2,8
	argiloso	230	3,4
	argilo arenoso	250	3
Argila	pura	200	6
	arenosa	350	2,4
	areno siltosa	300	2,8
	siltosa	220	4
	silto arenosa	330	3

A utilização dessas expressões permite estimar os valores Q'_{pont} e Q'_{lat} para as estacas:

$$\sigma = \frac{Q'_{pont}}{F_1} = \frac{K \times N}{F_1} \text{ e } Q_{pont} = \frac{Q'_{pont}}{F_1} \times \Delta_{pont} = \frac{K \times N}{F_1} \times \Delta_{pont}$$

$$\tau = \frac{Q'_{lat}}{F_2} = \frac{\alpha \times K \times N}{F_2} \text{ e } Q_{lat} = \frac{Q'_{lat}}{F_2} U \Delta_{lat} = \frac{\alpha \times K \times N}{F_2} \times U \times \Delta_{lat}$$

Os coeficientes F1 e F2 levam em consideração o comportamento dos diferentes tipos de estacas. Na Tabela 12 estão apresentados esses valores em função do tipo de estacas: em verde está destacado o que será utilizado neste trabalho: estaca escavada de pequeno diâmetro.

Tabela 12 - Valores F1 e F2 em função do tipo de estaca

Valores de F1 e F2 propostos por Aoki & Velloso (1975).			
TIPO DE ESTACA		F1	F2
Franki	Fuste apilado	2,3	3
	Fuste vibrado	2,3	3,2
Metálica		1,75	3,5
Pré-moldada	Cravada	2,5	3,5
	Prensada	1,2	2,3
Escavada	Pequeno diâmetro	3	6
	Grande diâmetro	3,5	6
	Com lama bentonítica	3,5	4,5
Raiz		2,2	2,4
Strauss		4,2	3,9
Hélice Contínua		3	3,8

Portanto, a resistência total da estaca será:

$$Q_{total} = \frac{K \times N}{F_1} \times \Delta_{pont} + \frac{\alpha \times K \times N}{F_2} \times U \times \Delta_{lat}$$

Onde:

- Δ_{pont} é a área da ponta da estaca;
- Δ_{lat} é o comprimento da estaca;
- U o perímetro da estaca;

Iterando esse cálculo a cada metro, obtemos o valor de Q_{total} . Esse valor tem que ser duas vezes superior ao valor usual de resistência da estaca (200 kN). Além disso, sendo uma fundação indireta, a parte da resistência vindo do atrito lateral deve representar pelo menos 80% da resistência.

Os resultados são consolidados no Apêndice A: Cálculo do comprimento das fundações.

4.2.4. Projeto de Estrutura

Niemeyer, quando do projeto e construção dos edifícios de Brasília, disse: "...quando a estrutura se concluí, a arquitetura estava presente. Quer dizer, arquitetura e estrutura como coisas que nascem juntas e juntas devem se enriquecer." Uma frase de especial importância, já que o projeto em questão assume as características da modularidade e da racionalização. Portanto, a arquitetura não pode fluir fora do racionalismo da estrutura, mesmo porque sem a estrutura, não há arquitetura.

4.2.4.1. Definição do tipo de estrutura

Desde o início deste trabalho, a intenção de empregar tecnologias racionalizadas para a construção da residência foi claramente balizadora, norteando a escolha do sistema estrutural empregado.

Pelo próprio panorama da arquitetura ensinada nas escolas, herdada de uma época áurea quando o concreto armado e os grandes vãos eram protagonistas na "*avant-garde*" paulista, escolher o sistema construtivo foi uma tarefa um tanto quanto complexa. Desde o início deste trabalho, rascunhos foram feitos com uma certa reflexão do que deveria ser o racionalismo da estrutura: modularidade de vãos, retícula ortogonal, repetitividade de elementos.

Estudando as características da construção, como por exemplo: ociosidade da mão de obra, cronograma de atividades, necessidade de fôrmas de madeira, associação com pré-laje, percebeu-se que a estrutura e o fechamento deveriam acontecer simultaneamente. Dessa forma, consegue-se otimizar a utilização dos insumos.

Assim, um pouco estimulados pela inovação em sistemas construtivos, começaram as discussões acerca da melhor alternativa. Inicialmente, a ideia do *steel frame* foi muito atrativa, em função desta tecnologia não ser muito utilizada no Brasil, porém logo se viu que essa tecnologia não estava totalmente resolvida e aclimatada para a zona bioclimática onde se localiza o terreno e viabilizar o processo construtivo em *steel frame* não era o escopo deste trabalho. Dessa forma, foi escolhido um processo construtivo bastante difundido no Brasil - a alvenaria estrutural.

4.2.4.2. Modulação dos blocos de alvenaria estrutural

A escolha do sistema estrutural (alvenaria estrutural) foi somente o primeiro passo; depois, foi preciso escolher a sua modulação. Lembrando que o terreno se encontra na região de Campinas, sempre se buscou encontrar os materiais que pudessem ser facilmente encontrados na região. Sabe-se que a melhor modulação para a alvenaria estrutural são os blocos da família 15x30 (Figura 433), que dispensam a utilização de blocos especiais possibilitando ainda assim o intertravamento das paredes por interposição dos blocos.

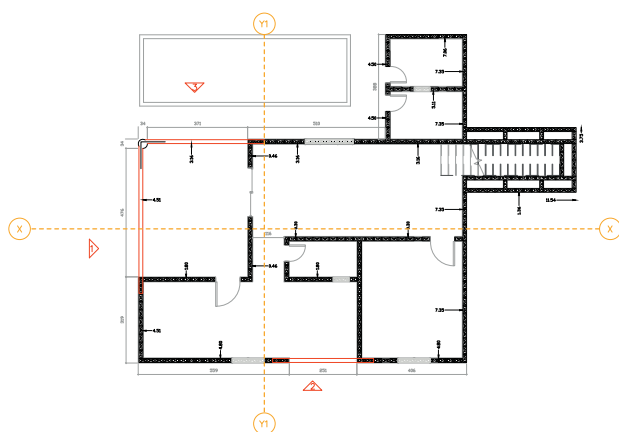
Figura 43 - Exemplos de blocos. Fonte: GLASSER



Embora se possa pensar que a modulação seja um fator somente de planta, horizontal, na verdade o bloco também tem uma altura e, portanto, representa um módulo também na vertical, que modula a altura do pé direito em 2,80 m.

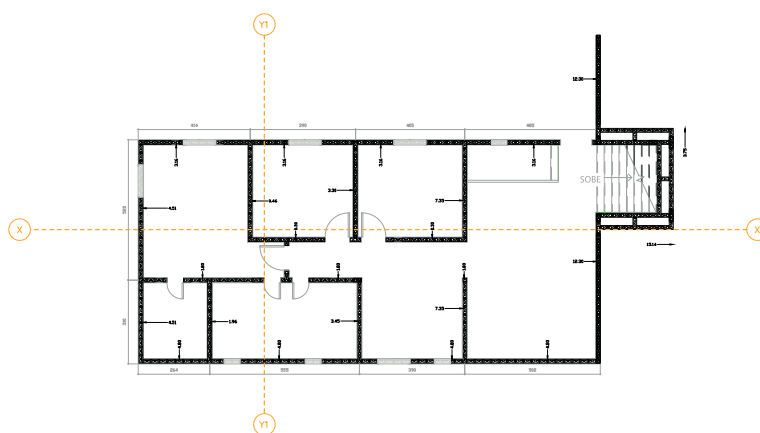
A Figura 44, a Figura 455 e a Figura 46 representam algumas plantas e cortes como critério ilustrativo da modulação horizontal dos blocos de alvenaria estrutural. Maiores detalhes podem ser vistos em anexo, no caderno de desenhos.

Figura 44 - Plantas da Modulação da Alvenaria – páginas 8 a 13 do caderno.



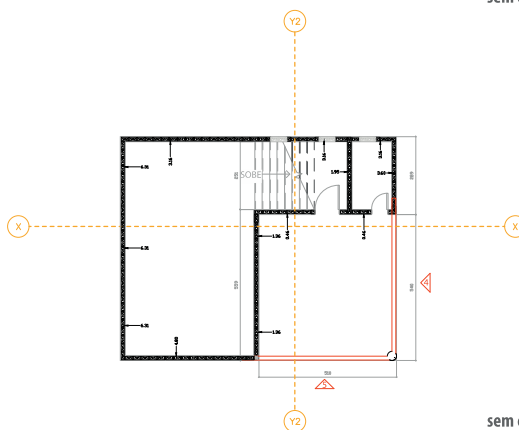
Planta Cota 95,95

sem escala



Planta Cota 98,75

sem escala



Planta Cota 100,15

sem escala

Apesar de o sistema estrutural predominante ser a alvenaria estrutural, existem algumas vigas de concreto armado como requisito de projeto de arquitetura. Como existe a modulação vertical, a altura das vigas sempre deve ser correspondente a módulos de altura de blocos, como as figuras Figura 455, Figura 466 e Figura 477. O cálculo do pré-dimensionamento das vigas será mostrado após os dimensionamentos das lajes, item 4.2.4.6.

Figura 45 - Detalhe 1 interface da viga com a alvenaria.

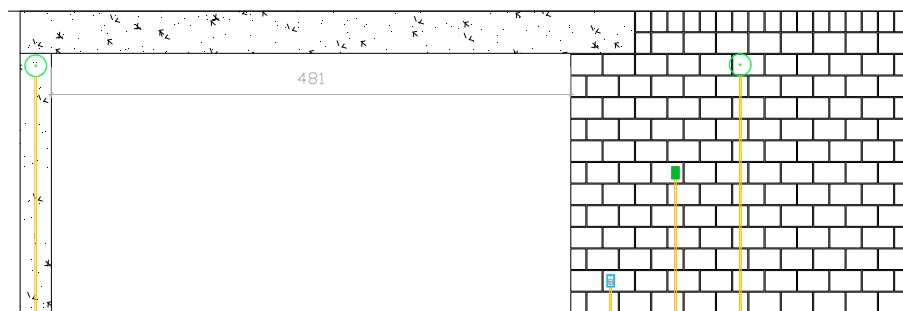


Figura 46 - Detalhe 2, interface da viga com a alvenaria.

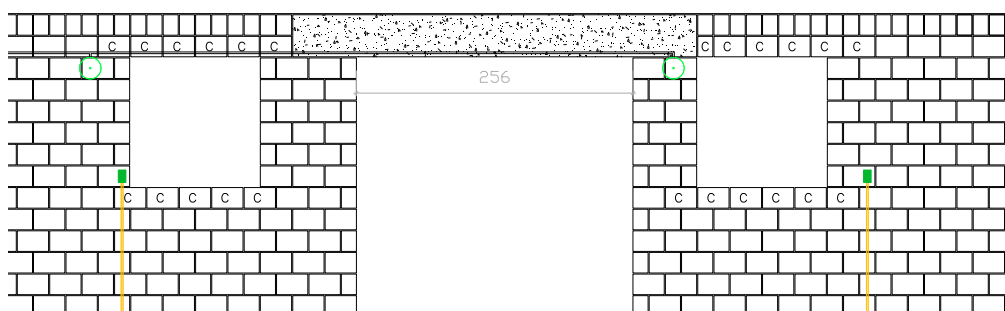
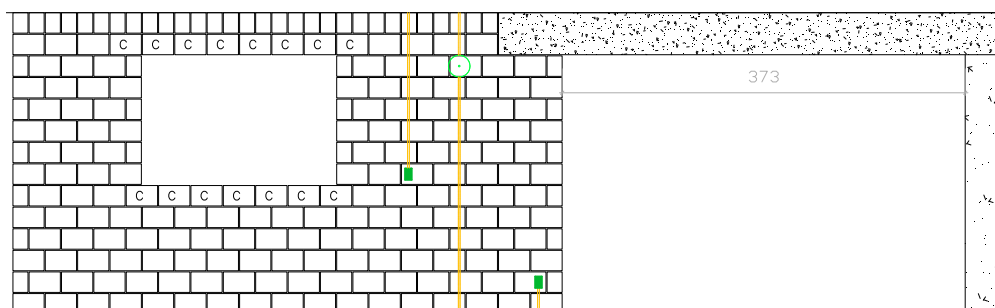


Figura 47 - Detalhe 3, interface da viga com a alvenaria.



4.2.4.3. Dimensionamento dos Blocos de Concreto

(Fonte: Nova Norma Brasileira de Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto, parte1: projetos, artigo de Guilherme A. Parsekian).

A resistência a compressão é verificada por:

$$\frac{\gamma_f N_k}{A} \leq \begin{cases} 1 \text{ para paredes} \\ 0,9 \text{ para pilares} \end{cases} \times \frac{0,7 \times f_{pk}}{\gamma_m} \times R$$

Onde:

- γ_f, γ_m : Coeficientes de ponderação das ações e das resistências ($\gamma_f = 1,4$ e $\gamma_m = 2,0$)
- N_k : Força normal característica
- A : Área bruta da seção transversal
- f_{pk} : Resistência característica de compressão simples do prisma
- f_p : Resistência média de compressão simples do prisma
- $R = 1 - \left(\frac{\lambda}{40}\right)^3$ Com: $\lambda = \frac{h_e}{t_e}$ onde h_e é o pé direito da parede.

Para os cálculos realizados, não foi considerada as ações verticais do vento. Por um lado, por ser uma residência e, por outro, pela própria localidade, aonde os ventos SE, predominantes, são barrados por uma construção vizinha. (Fonte: http://coral.ufsm.br/rba/p123_111.html).

Os cálculos realizados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Cálculo da Resistência característica de compressão simples do prisma

Parede	G (kN/m)	Q (kN/m)	Comprimento	pé direito (m)	R	f _{pk} min (kPa)	f _{pk} min (MPa)
1.1	32,51	2,00	3,87	2,80	0,875	105,69	0,11
1.2	47,73	2,00	7,92	2,80	0,875	152,31	0,15
1.3	129,92	2,00	7,78	2,80	0,875	404,01	0,40
2.1	45,51	2,56	27,42	4,20	0,578	97,26	0,10
2.2	16,15	2,00	8,84	4,20	0,578	36,72	0,04
2.3	7,92	2,00	2,69	2,80	0,875	30,38	0,03
2.4	12,21	2,00	9,31	2,80	0,875	43,51	0,04
2.5	11,74	2,00	3,36	2,80	0,875	42,07	0,04
2.6	5,86	2,00	0,44	2,80	0,875	24,07	0,02
2.7	6,86	2,00	1,64	2,80	0,875	27,12	0,03
2.8	5,57	2,00	0,74	2,80	0,875	23,18	0,02
2.9	6,45	2,00	2,99	2,80	0,875	25,88	0,03
2.10	9,53	2,00	15,88	2,80	0,875	35,32	0,04
2.11	6,26	2,00	0,89	2,80	0,875	25,30	0,03
3.1	16,83	3,22	33,73	2,80	0,875	61,42	0,06
3.2	10,68	3,52	11,22	2,80	0,875	43,50	0,04
3.3	12,36	3,89	0,89	2,80	0,875	49,75	0,05
3.4	16,32	4,57	9,14	2,80	0,875	63,97	0,06
3.5	7,05	3,08	2,69	2,80	0,875	31,00	0,03
3.6	15,53	3,93	2,99	2,80	0,875	59,60	0,06

A resistência característica de compressão simples do prisma mínima dos blocos é portanto de 0,4 MPa.

- Admitindo que: $\frac{f_{pk}}{f_{bk}} = 0,8$, $f_{bk} \geq \frac{0,4}{0,8} = 0,51$ MPa, escolheu-se **blocos de 4,0 MPa** (valor mínimo admissível pela norma);

- Considerando agora diminuição de resistência de 20% pelo fato de termos apenas dois cordões laterais: $f_{bk} \geq \frac{0,4}{0,8 \times 0,8} = 0,63 \text{ MPa}$, validado **blocos de 4,0 MPa**;

4.2.4.4. Escolha do tipo de Laje

A tecnologia da alvenaria estrutural aceita bem as lajes pré-moldadas treliçadas com preenchimento de EPS ou cerâmica ou mesmo concreto. Esse tipo de laje, ilustrada na figura 48, é de fácil utilização e dispensa grande parte de fôrmas para concretagem. Além disso, por ser um sistema estrutural nervurado (pela presença de EPS entre elementos de laje), ele alivia o peso da estrutura.

figura 48 - Vigotas pré-moldadas com EPS.



Fonte: <http://www.lajeitoupava.com.br/produtos/seg/45/id/342>

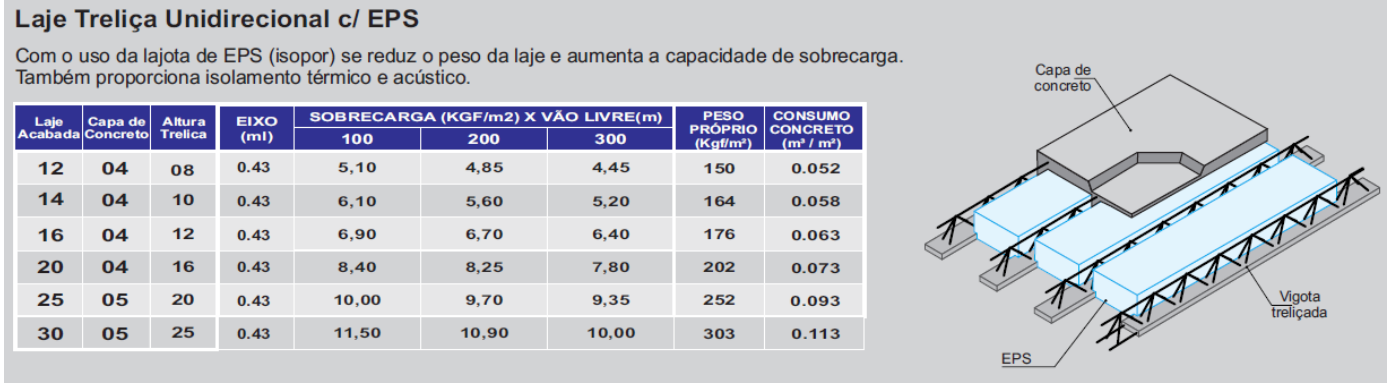
4.2.4.5. Pré-dimensionamento das lajes

Tal como feito com os blocos de alvenaria estrutural, e com qualquer outro insumo para a construção deste projeto, foi pesquisado um fornecedor de lajes que pudesse atender às condições de localização. Para o pré-dimensionamento das lajes, pode-se utilizar as tabelas dos próprios fornecedores que cruzam o vão menor da laje (l_x) com a altura da mesma (h), com altura de capa de concreto estabelecida a de 4 a 5 cm.

No empreendimento são utilizadas duas lajes treliçadas com bloco de EPS;

A Figura 499 fornece as espessuras em função da sobrecarga aplicada e do vão máximo que aceita cada laje:

Figura 49 - Consumo de concreto e peso próprio e exemplo de laje treliça com EPS.

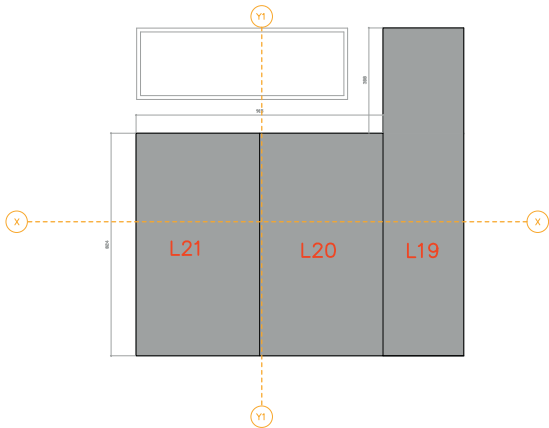


Fonte: fornecedor Salema

Como critério construtivo, optou-se por utilizar sempre a mesma altura de lajes favorecendo a repetitividade do elemento, salvo onde existe um rebaixamento de piso (áreas molhadas e áreas externas). Assim, pôde-se criar um projeto de lajes mais racional, pensando-se na otimização do uso de contrapiso.

Na Figura 5050 e na Figura 511 são representadas as plantas de lajes (maciças e treliçadas) de cada cota com suas respectivas numerações. As lajes maciças, completamente cheias, estão em contato com o solo.

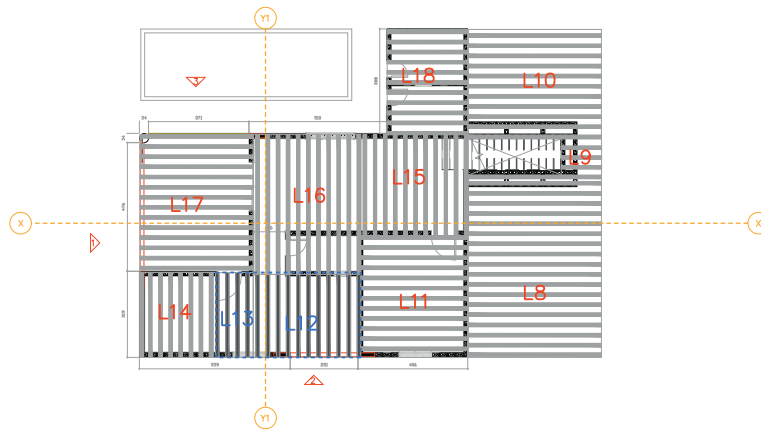
Figura 50 - Lajes Maciças apoiadas no terreno



Planta Cota 95,95

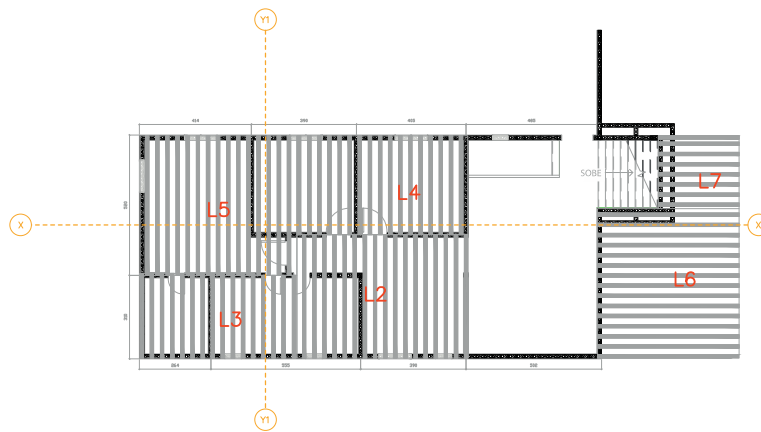
sem escala

Figura 51 - Plantas de Lajes



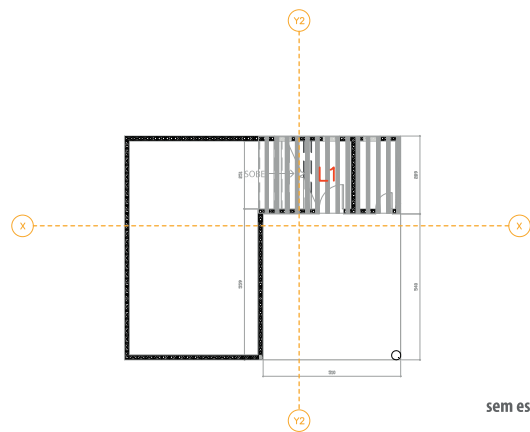
Planta Cota 98,75

sem escala



Planta Cota 100,15

sem escala



Planta Cota 102,95

sem escala

Na Tabela 14 está representado o cálculo de pré-dimensionamento das lajes:

Tabela 14 - Tabela de pré-dimensionamento das lajes

cota (m)	Laje	Tipo	lx (cm)	Ly (cm)	hth (cm)	Espessura adotada (cm)	Observações / tipo de laje
102,95	L1	Bi apoiada	284	524	8,11	12	Laje treliçada com EPS
101,55	L2	Bi apoiada	457	633	13,06	12	Laje treliçada com EPS
	L3	Bi apoiada	307	581	8,77	12	Laje treliçada com EPS
	L4	Bi apoiada	367	633	10,49	12	Laje treliçada com EPS
	L5	Bi apoiada	517	581	14,77	12	Laje treliçada com EPS
100,15	L6	Bi apoiada	524	554	14,97	12	Laje treliçada com EPS
	L7	Bi apoiada	270	299	7,71	12	Laje treliçada com EPS
98,6	L8	Bi apoiada	495	674	14,14	12	Laje treliçada com EPS
	L9	Bi apoiada	136	149	3,89	12	Laje treliçada com EPS
	L10	Bi apoiada	404	495	11,54	12	Laje treliçada com EPS
	L11	Bi apoiada	397	450	11,34	12	Laje treliçada com EPS
	L12	Bi apoiada	307	398	8,77	12	Laje treliçada com EPS
	L13	Bi apoiada	314	150	8,97	12	Laje treliçada com EPS
	L14	Bi apoiada	314	269	8,97	12	Laje treliçada com EPS
	L15	Bi apoiada	374	397	10,69	12	Laje treliçada com EPS
	L16	Bi apoiada	517	398	14,77	12	Laje treliçada com EPS
	L17	Bi apoiada	419	510	11,97	12	Laje treliçada com EPS
	L18	Bi apoiada	299	390	8,54	12	Laje treliçada com EPS
95,8	L19	Bi apoiada	299	1214	8,54	12	Laje treliçada com EPS
	L20	Bi apoiada	457	824	13,06	12	Laje treliçada com EPS
	L21	Bi apoiada	457	824	13,06	12	Laje treliçada com EPS

Os dados dos fornecedores permitem também ter uma primeira ideia da quantidade de concreto utilizado nas lajes (Tabela 15)

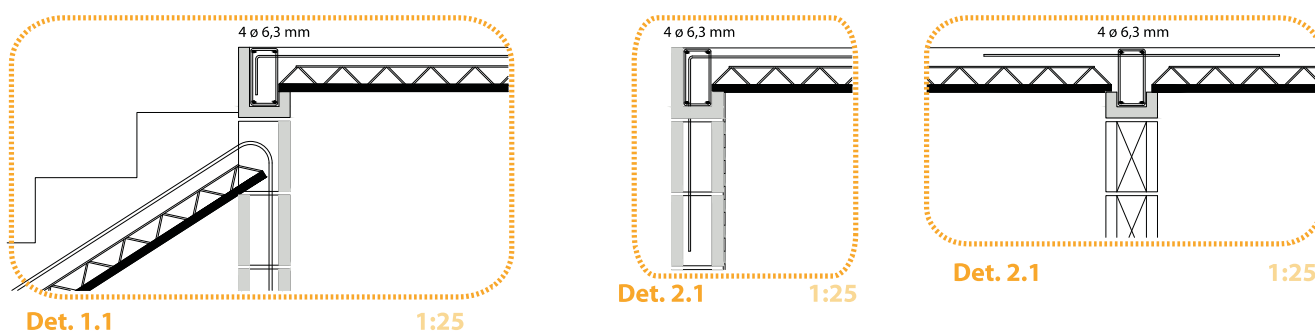
Tabela 15 - Consumo de concreto

cota (m)	Laje	area (m ²)	Consumo de concreto (m ³)
102,95	L1	0,4252	0,774
101,55	L2	0,8265	1,504
	L3	0,5096	0,928
	L4	0,6637	1,208
	L5	0,8582	1,562
100,15	L6	0,8294	1,510
	L7	0,2307	0,420
98,6	L8	0,9532	1,735
	L9	0,0579	0,105
	L10	0,5714	1,040
	L11	0,5104	0,929
	L12	0,3491	0,635
	L13	0,1346	0,245
	L14	0,2413	0,439
	L15	0,4242	0,772
	L16	0,5879	1,070
	L17	0,6105	1,111
	L18	0,3332	0,606
95,8	L19	1,0371	1,888
	L20	1,0759	1,958
	L21	1,0759	1,958

Portanto, o consumo de concreto utilizando essas lajes treliçadas de EPS é de 22,40 m³. Utilizando lajes maciças com uma espessura de 20 cm, o consumo de concreto teria sido de 86,14 m³. O seja, está se utilizando apenas 26% desse volume. Isso leva a uma estrutura mais leve e mais econômica.

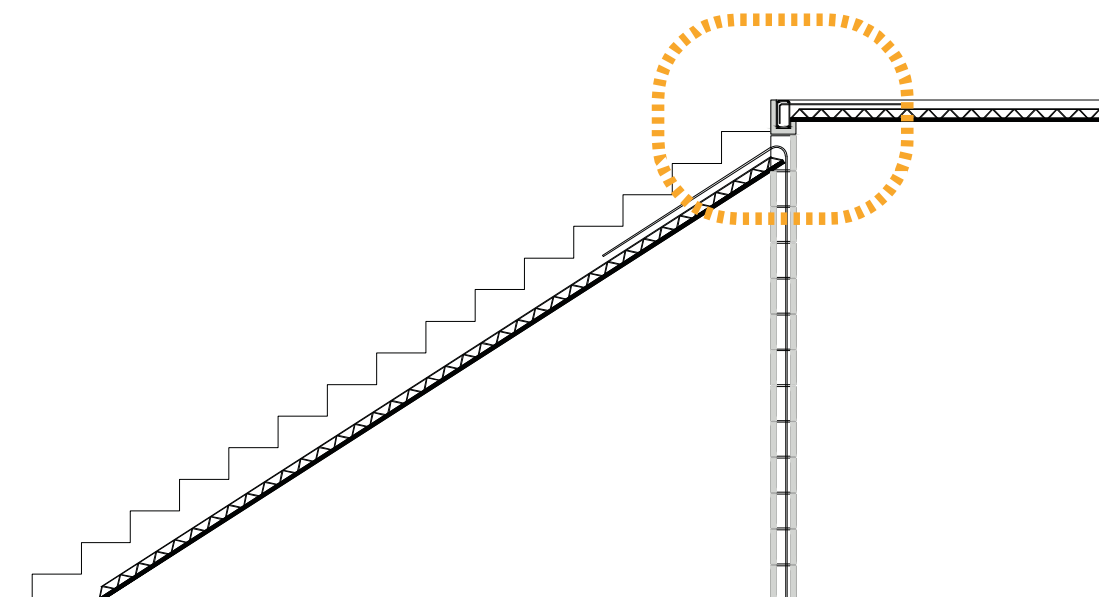
É importante ressaltar a interface da alvenaria com o encontro com a laje. Nesse encontro utiliza-se ou o bloco J armado na extremidade da planta ou, quando o encontro de duas lajes em uma mesma parede, o bloco canaleta comum (Figura 522).

Figura 52 - Detalhes Construtivos



Ainda na linha de economia na utilização de formas de madeira para a concretagem dos elementos estruturais, as escadas foram elaboradas utilizando elementos de lajotas treliçadas, como ilustrado na Figura 533

Figura 53 - Detalhe da Escada



4.2.4.6. Pré-dimensionamento das Vigas

Em um primeiro momento do dimensionamento das vigas pela ABNT:NBR6118/2014, são consideradas apenas características geométricas dos elementos estruturais (pré-dimensionamento), relacionando vão com a altura da viga. Há um critério diferenciado para vigas bi apoiadas e vigas contínuas.

Para vigas de concreto armado bi apoiadas temos:

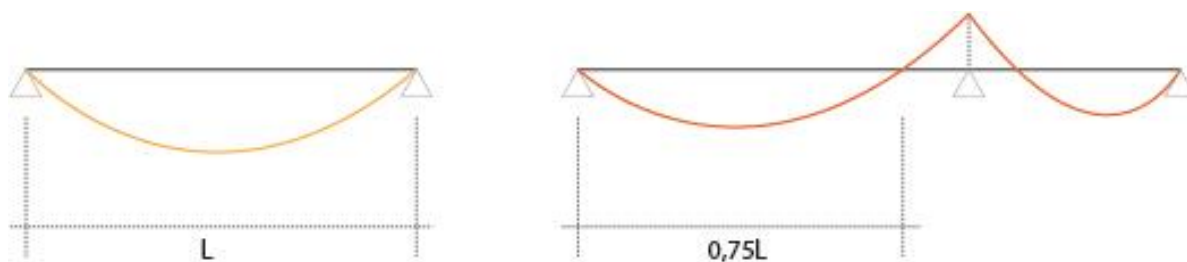
$$h \geq \frac{l}{10}$$

Para vigas de concreto armado contínuas temos:

$$h \geq \frac{0,75l}{10}$$

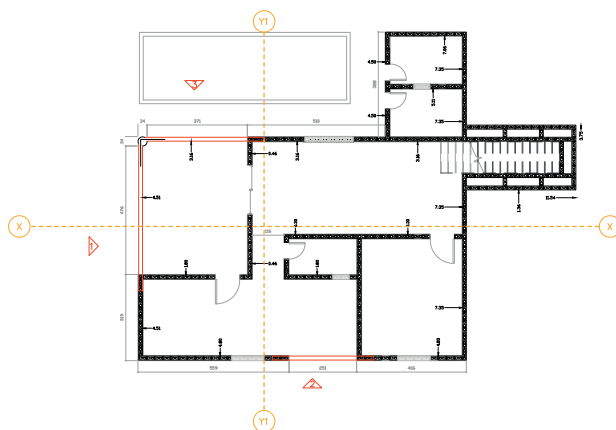
A diferença entre os critérios é devido à distância entre os pontos de momento nulo no vão.

Figura 54 - Diagrama de Momento Fletor Viga Bi apoiada e Viga Contínua



Na Figura 555 são mostrados novamente as três vigas presentes em projeto, a viga 1 e 2 e viga 3.

Figura 55 - Diferença entre os tipos de vigas



Planta Cota 95,95

sem escala

Para a Viga 1, se fosse considerada uma viga bi apoiada, a viga seria demasiadamente alta (Três alturas de blocos). Poderia se pensar em um refinamento da solução na parte de dimensionamento propriamente dito. Porém, neste caso, já na fase de pré-dimensionamento a viga foi considerada contínua e, dessa forma, ela se estende por toda a alvenaria.

$$h_{v1} \geq \frac{0,75.5,55}{10} \geq 36 \text{ cm}$$

Considerando a modulação vertical dos blocos de concreto, temos:

$$h_{v1} = 40 \text{ cm, Figura 455.}$$

Para a Viga 2, não foi necessária a colocação do tipo da viga e, dessa forma, foi considerada como sendo bi-apoiada:

$$h_{v2} \geq \frac{3,74}{10} \geq 37,4 \text{ cm}$$

Considerando a modulação vertical dos blocos de concreto, temos:

$$h_{v2} = 40 \text{ cm, Figura 466.}$$

A Viga 3 foi considerada como sendo bi-apoiada:

$$h_{v3} \geq \frac{4,49}{10} \geq 45 \text{ cm}$$

Considerando a modulação vertical dos blocos de concreto e com a premissa de se ter uma taxa de armadura um pouco maior para esta viga, temos:

$$h_{v2} = 40 \text{ cm, Figura 477.}$$

A Viga 4 foi considerada como sendo bi-apoiada:

$$h_{v4} \geq \frac{5,40}{10} \geq 54 \text{ cm}$$

Considerando a modulação vertical dos blocos de concreto e com a premissa de se ter uma taxa de armadura um pouco maior para esta viga (idem Viga 3), temos:

$$h_{v4} = 40 \text{ cm.}$$

A Viga 5 foi considerada como sendo bi-apoiada,

$$h_{v5} \geq \frac{5,10}{10} \geq 37,3 \text{ cm}$$

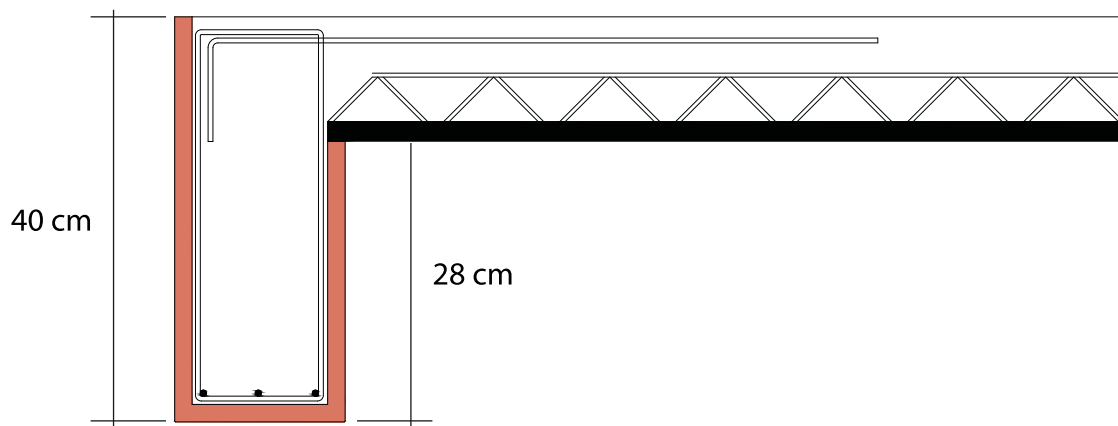
Considerando a modulação vertical dos blocos de concreto e com a premissa de se ter uma taxa de armadura um pouco maior para esta viga (idem Viga 3), temos:

$$h_{v5} = 40 \text{ cm.}$$

Tabela 16 - Tabela Resumo do Pré-dimensionamento

Viga	Geometria		
	Comprimento (m)	bw (m)	h (m)
1	5,55	0,15	0,40
2	3,74	0,15	0,40
3	4,49	0,15	0,40
4	5,40	0,15	0,40
5	5,10	0,15	0,40

Figura 56 - Seção Padrão das Vigas com Forma de Madeira



4.2.4.7. Dimensionamento das Vigas

As Vigas foram projetadas seguindo a norma da ABNT NBR-6118 para esforços cortantes e de momentos no Estado Limite Ultimo. Os resultados estão apresentados nas tabelas 17, 18 e 19.

Tabela 17 - Dimensionamento das Vigas - Geometria e Carregamento

Viga	Geometria			Esforço
	Comprimento (m)	bw (m)	h (m)	Vk (kN/m)
1	5,55	0,15	0,40	9,67
2	3,74	0,15	0,40	9,23
3	4,49	0,15	0,40	37,72
4	5,40	0,15	0,40	1,36
5	5,10	0,15	0,40	5,32

Tabela 18 - Dimensionamento das Vigas - Armaduras

Viga	ARMADURA Principal		Armadura de Cortante				
	Φ_t (mm)	Nbarras	É necessario?	VRd1 (tf/m)	Φ_t (mm)	N ramos	Espaçamento (estribos/m)
1	6,3	3	NÃO É NECESSÁRIA ARMAÇÃO				
2	6,3	3	NÃO É NECESSÁRIA ARMAÇÃO				
3	6,3	3	É NECESSÁRIA ARMAÇÃO	17,57	6,3	6	2
4	6,3	3	NÃO É NECESSÁRIA ARMAÇÃO				
5	6,3	3	É NECESSÁRIA ARMAÇÃO	17,57	6,3	6	3

Tabela 19 - Dimensionamento das Vigas - estudo do esmagamento das Bielas

Viga	Esmagamento da biela de concreto			
	Vd (tf)	Vrd2 (tf)	Vd/Vrd2	Condição de esmagamento:
1	1,354	17,574	0,077	OK
2	1,293	17,574	0,074	OK
3	5,281	17,574	0,300	OK
4	1,908	17,574	0,109	OK
5	7,453	17,574	0,424	OK

Os desenhos de carregamento, esforço cortante, momento fletor e desformada estão no Apêndice B: Resultados de estudo das vigas.

- Todos os projetos de estrutura estão apresentados no Caderno de Projetos C: Estrutura.

4.2.5. Projeto de Sistemas Prediais - Hidráulica

Os sistemas prediais incluem os sistemas de água fria e quente, o sistema de esgoto e o sistema elétrico. Cada um destes subsistemas possui um dimensionamento próprio que será explicado neste capítulo.

4.2.5.1. Sistemas de Água Fria e Água Quente

4.2.5.1.1. Capacidade, localização e acesso do reservatório de água fria

A NBR5626 – Instalação Predial de água fria – determina que o volume de água reservado para uso doméstico seja de, no mínimo, o necessário para 24 horas de consumo normal.

“O volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 h de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.”

A concessionária de abastecimento de Campinas, SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A), recomenda o dimensionamento do reservatório para 24 horas de uso.

“Campinas não tem racionamento de água. Quando ocorre falta de água na sua casa, ela é temporária e exclusivamente devido a reparos de vazamentos na rede pública do seu bairro. Como estes reparos são realizados em menos de 24 horas, é suficiente que você instale um reservatório (caixa de água) com capacidade estimada para um dia de consumo. Cada pessoa consome em média 200 litros de água por dia e se na sua casa moram 5 pessoas, a caixa de água deverá ter a capacidade para armazenar 1.000 litros (5 pessoas X 200 litros = 1.000 litros).”

Há, no entanto, um consenso entre projetistas em dimensionar o reservatório para 48 horas, pois isso garante abastecimento para racionamentos de até 24 horas. Ou seja, caso falte água por um dia inteiro, não será necessário esperar o reservatório encher para consumir.

A família tipo que foi imaginada para habitar a residência é composta por 4 pessoas. Segundo a SANASA, deve-se considerar 200 litros por pessoa por dia para o consumo de água.

$$\text{Volume do Reservatório} = N^{\circ} \text{ pessoas} * 200 \text{ l/dia} * 2 \text{ dias (eq. 4.1)}$$

Portanto, pela equação 4.1 ficou determinado que a caixa d'água precisa ser de 1600 litros. O primeiro modelo comercial acima deste é o de 1750 litros, da “Acqualimp”,

que, por conseguinte, será o adotado para todas as etapas deste trabalho. Outra opção seria utilizar duas caixas d'água de 1000 litros cada, porém, o volume de água, o espaço no sótão e o peso que a laje precisaria suportar seriam ainda maiores que o necessário.

Caso se dimensionasse a população máxima da moradia pelo número de cômodos, ou seja, 2×3 cômodos = 6 pessoas, o consumo para um dia seria de 1200 L, restando $1750 - 1200 = 550$ L de reserva, o que ainda seria aceitável.

A rede será pressurizada por conta da localização do reservatório que não permite grandes diferenças de nível. Além disso, o sistema de água quente escolhido necessita de pressurização. Tal sistema será detalhado no capítulo 4.2.5.1.3.

O reservatório está localizado acima do bloco dos quartos e é acessível através de uma escada articulada de sótão a partir do corredor dos quartos, como no exemplo da figura 57.

Figura 57 -Alçapão para Acesso a Cobertura



Fonte: <http://www.construcaodesotao.com.br/escada-de-sotao/>

4.2.5.1.2. Dimensionamento de tubulações da rede predial de distribuição

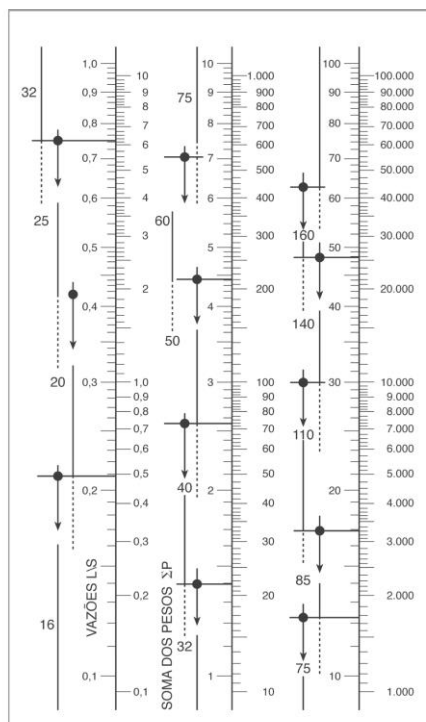
Como se trata de uma edificação de pequeno porte, o dimensionamento foi feito utilizando-se o método simplificado dos pesos relativos (tabela 20). Ou seja, soma-se os pesos relativos de cada peça do ramal e encontra-se o diâmetro correspondente pelo Normograma (figura 58). O memorial de cálculo encontra-se no apêndice C. O

resultado final foi um barrilete com 32mm de diâmetro, com folga para eventuais adições de pontos.

Tabela 20 - Tabela de pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização (NBR 5626)

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (litros/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão Integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Figura 58 - Normograma de pesos, vazões e diâmetros. Creder Hélio, Apud Carvalho Junior



4.2.5.1.3. Água quente: estimativa de consumo, tipo de aquecedor e localização

Para escolher o sistema de aquecimento do projeto, foi levada em conta a facilidade de implantação, o custo do serviço durante o uso e o custo de implantação.

Como premissa, foi considerado que haveria um sistema solar, isso por causa de suas vantagens quanto à: economia de energia, facilidade de manutenção e ser uma fonte de energia inesgotável e limpa, além de obrigatoriedade da legislação municipal.

O sistema solar é composto pelas placas solares instaladas na cobertura da edificação e por um reservatório térmico acoplado à caixa d'água. Este reservatório térmico precisa receber apoio de outro sistema de aquecimento para os dias em que não houver luminosidade suficiente. As possibilidades são:

- Apoio elétrico;
- Apoio a gás com boiler de acumulação;
- Apoio a gás com aquecedor de passagem;

O sistema de apoio elétrico foi o primeiro a ser descartado, pois, apesar do seu custo menor de implantação, o consumo de energia elevado resultaria em um alto custo de

uso. Além disso, os aquecedores elétricos costumam ser menos eficientes, resultando em água menos quente que nos sistemas a gás.

A viabilidade de um sistema a gás se confirmou pela presença de gás encanado na rua. Considerando os sistemas de aquecimento a gás sem o acoplamento ao sistema solar, o aquecedor de passagem tem a vantagem de não necessitar de tanto espaço para instalação e de ter o aquecimento instantâneo.

Porém, como o sistema a gás será acoplado ao solar, essas vantagens já não valem mais. Isso por causa da necessidade do reservatório térmico, que depende de espaço de instalação e torna o aquecimento da água menos instantâneo. Ou seja, é possível que haja necessidade de espera até que o reservatório encha.

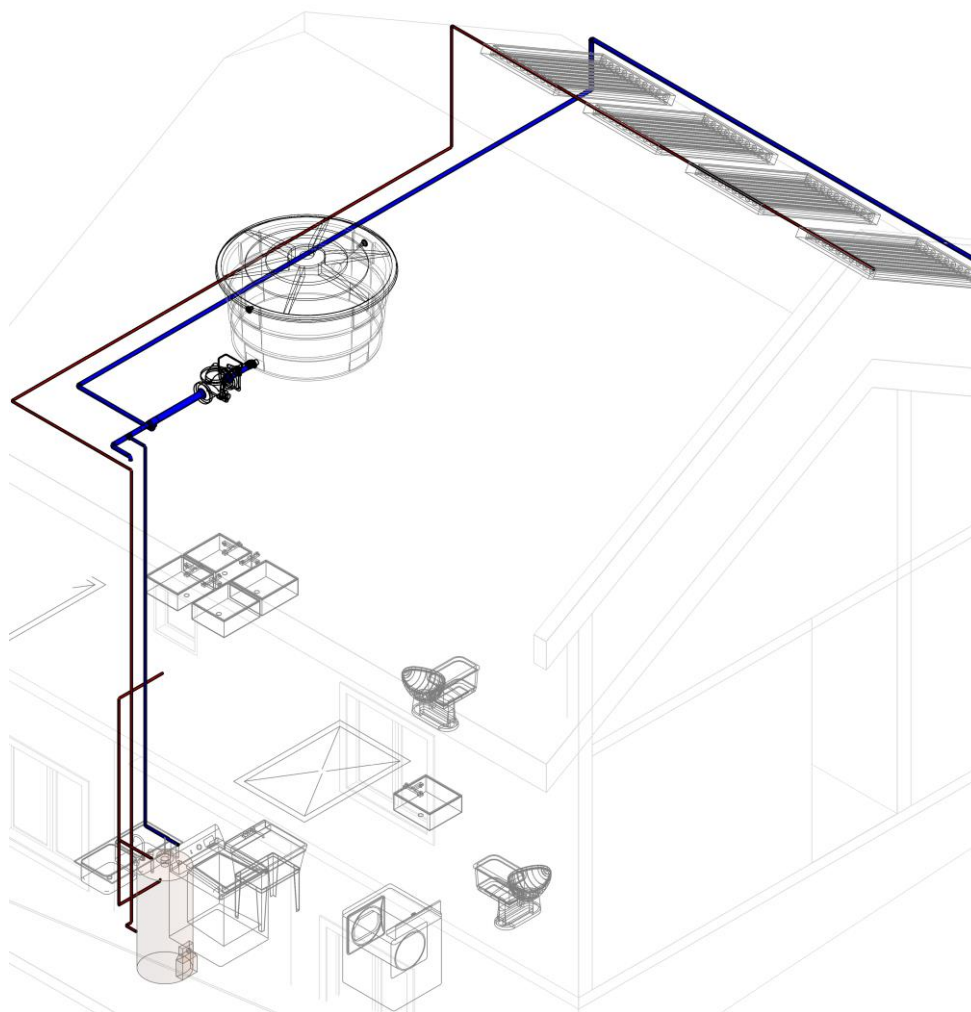
Dessa forma, o sistema escolhido foi o solar com apoio a gás de acumulação. A vantagem é que há menos componentes para manutenção, já que o reservatório térmico atua tanto para o sistema solar quanto ao a gás. O reservatório neste caso deve ser instalado em local arejado, o que não foi problema, já que havia espaço na área de serviço da residência.

Para o dimensionamento do reservatório de água quente foi considerada a recomendação da ABRAVA (Associação brasileira de refrigeração, ar condicionado, ventilação e aquecimento), de 45 litros por pessoa para o boiler:

Portanto, o boiler dimensionado deve ser maior que 180 litros, o primeiro acima disso é o de 200 litros.

O reservatório térmico ficará no cômodo de serviço, mesmo local da máquina de lavar e tanque, pois é uma área com ventilação adequada e de pouca circulação, porém como o boiler libera fumaça, haverá uma chaminé. A água sairá pressurizada da caixa d'água, circulará pelas placas solares e irá para o boiler. Conforme esquema apresentado na figura 59.

Figura 59 - Sistema de Aquecimento Solar com Apoio a gás



4.2.5.1.4. Dimensionamento da rede

Os pontos de água quente se concentram na região molhada do empreendimento. Foi necessária apenas uma coluna de distribuição e, como são poucos pontos de consumo, a tubulação ficou entre 15mm e 22mm. O dimensionamento é equivalente ao sistema de água fria, com o uso dos pesos relativos e do normograma, a única diferença são os diâmetros: onde em água fria é 20mm, em água quente corresponde a 15mm e onde é 25mm, corresponde a 22mm.

O memorial de cálculo encontra-se no Apêndice C.

Figura 60 - Ramais dos banheiros principais

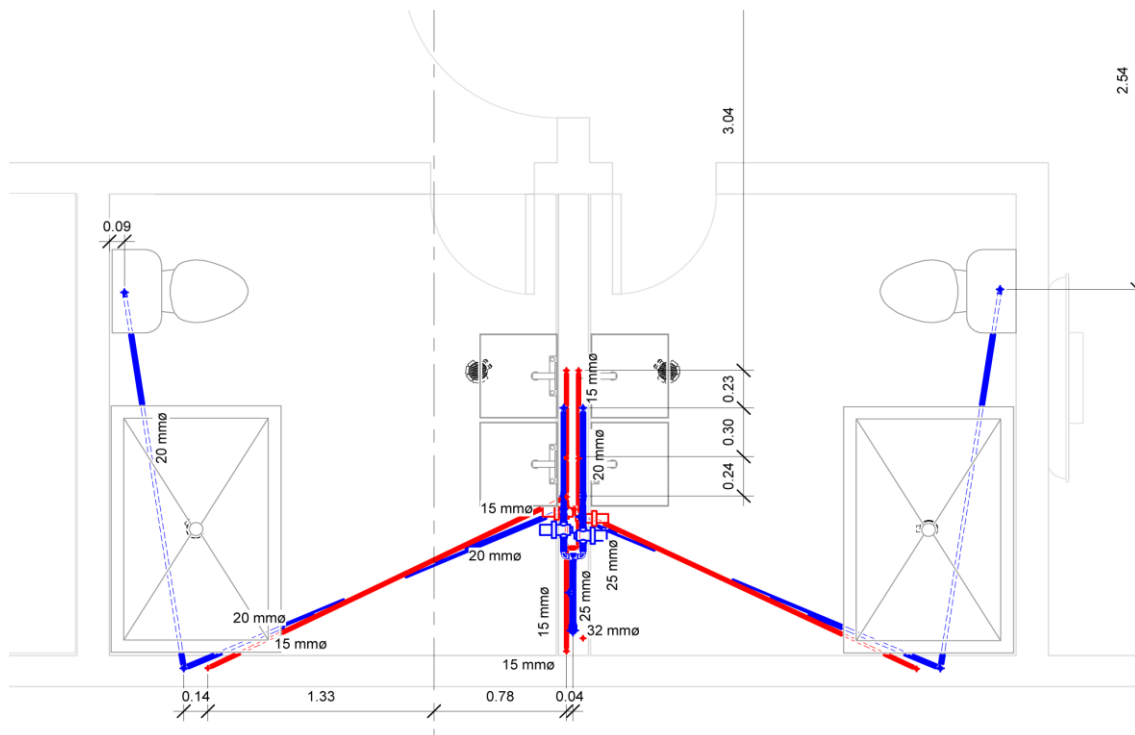
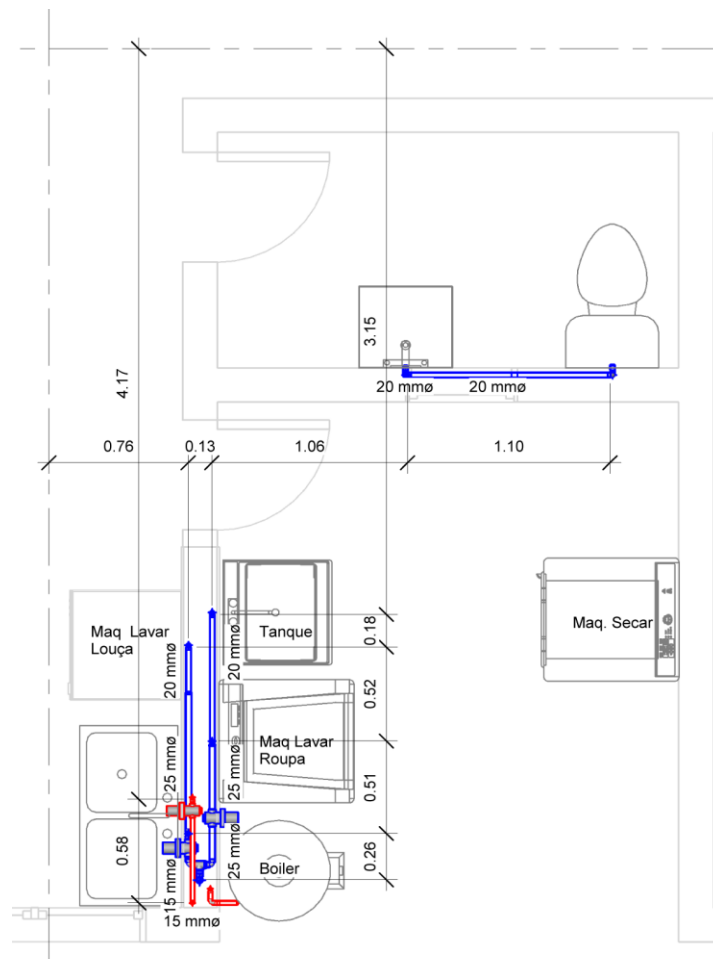


Figura 61 - - Ramais da cozinha, área de serviço e lavabo.



4.2.5.2. Sistema de Esgoto Sanitário

Assim como no sistema de água, o projeto de Esgoto Sanitário se concentrou no eixo molhado da residência. A sua destinação final foi na faixa de servidão, aos fundos do terreno.

No traçado das tubulações, foram respeitadas as declividades mínimas. Além disso, todas as ligações são a 45°. Essas duas restrições, junto com a determinação do diâmetro adequado, permitem que o esgoto escoe por gravidade até a faixa de servidão.

4.2.5.2.1. Dimensionamento das tubulações

O dimensionamento das tubulações foi feito de acordo com a NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário, pelo método UHC.

O memorial de cálculo encontra-se no Apêndice C.

Tabela 21 - método UHC

Aparelho sanitário		Número de unidades Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
Bacia sanitária		6	100
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50

Conforme NBR 8160 (norma ABNT)

4.2.5.2.2. Traçado das tubulações de esgoto

O traçado do sistema de esgoto sanitário é um grande desafio, já que é preciso pensar na solução mais econômica e que respeite as ligações à 45° e as declividades mínimas. Além disso, o esgoto da bacia sanitária deve ter sempre ligação direta aos coletores.

Nos banheiros dos quartos (figura 62), o esgoto das pias e do chuveiro foram ligados em uma caixa sifonada; que por sua vez, foi ligada ao ramal da bacia sanitária. Os conjuntos dos dois banheiros foram ligados em um mesmo tubo de queda ventilado até o nível inferior.

No nível da inferior (figura 63), se traçou um coletor exclusivo para a pia da cozinha, que foi ligado a uma caixa de gordura antes de chegar à caixa de inspeção. O tubo de queda vindo do andar superior e os demais aparelhos da cozinha, área de serviço e lavabo foram ligados a outro coletor.

A memória de cálculo com os diâmetros e declividades de cada trecho encontra-se no Apêndice C: Memória de cálculo de hidráulica.

- Todos os projetos de Hidráulica estão apresentados no Caderno de Projetos D: Hidráulica

Figura 62 Projeto de Esgoto nos Banheiros

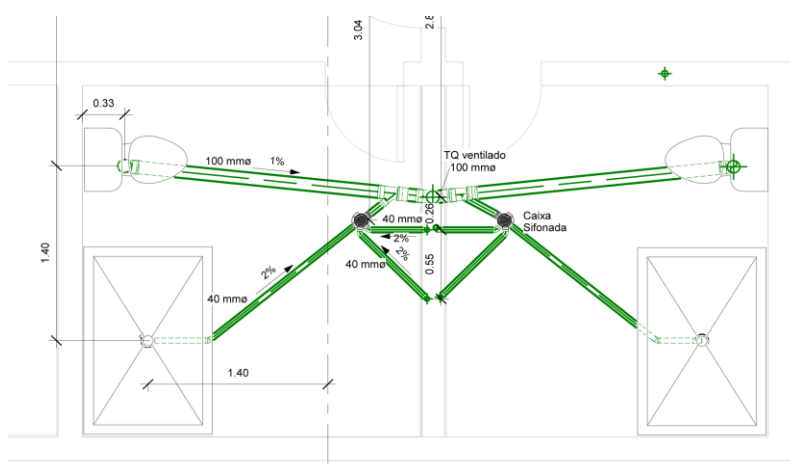
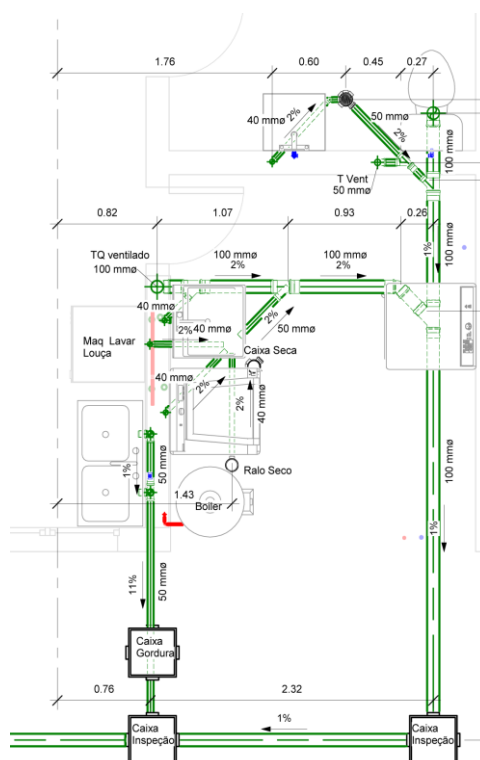


Figura 63 Projeto de Esgoto no pavimento inferior



4.2.6. Projeto de Sistemas Prediais – Elétrica

A definição dos sistemas elétricos da residência começa na arquitetura. A geometria dos ambientes, a posição de janelas, a escolha dos pontos de luz e tomada, e os locais com demanda especial de energia.

A partir da definição da arquitetura é possível fazer o traçado em planta dos circuitos. Como o empreendimento é constituído por 3 pavimentos, foi decidido que a melhor forma de distribuir os circuitos é por meio de uma separação elétrica dos pavimentos com a separação dos quadros de força. Desta forma, o pavimento inferior tem um quadro de força e o pavimento superior tem outro quadro de força, que é compartilhado com o pavimento da garagem. Outra opção seria toda a ligação ser feita em um quadro de força no pavimento superior e a partir deste ter um fio de alimentação para o quadro inferior. No entanto, desta forma a bitola que seguiria do quadro geral para o primeiro quadro de força seria maior que da forma escolhida e seria utilizada praticamente a mesma metragem de cabos. Além disto, por questões de segurança, caso o primeiro quadro perca a energia o segundo ainda pode se manter ligado, ou vice-versa. Portanto, por questões econômicas e de segurança foi adotada a solução de separação dos quadros de força para os pavimentos.

Nas figuras a seguir podem-se visualizar as plantas.

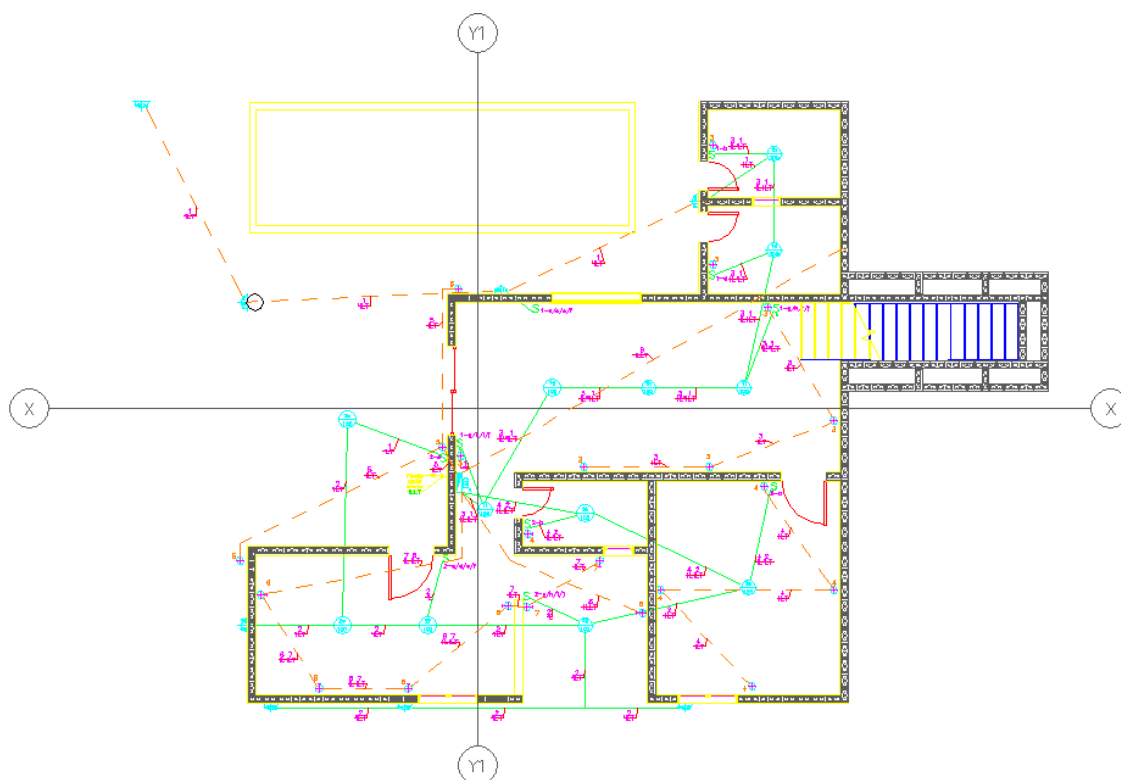


Figura 64 - Projeto de elétrica, cota 95,95 m.

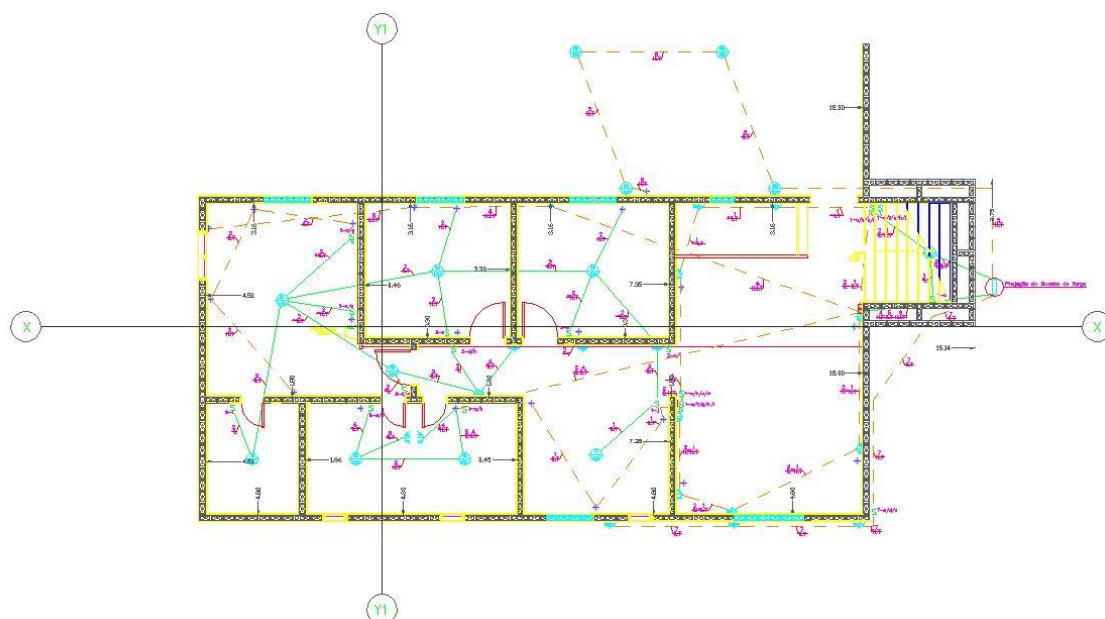


Figura 65 - Projeto elétrico, cota 98,75 m.

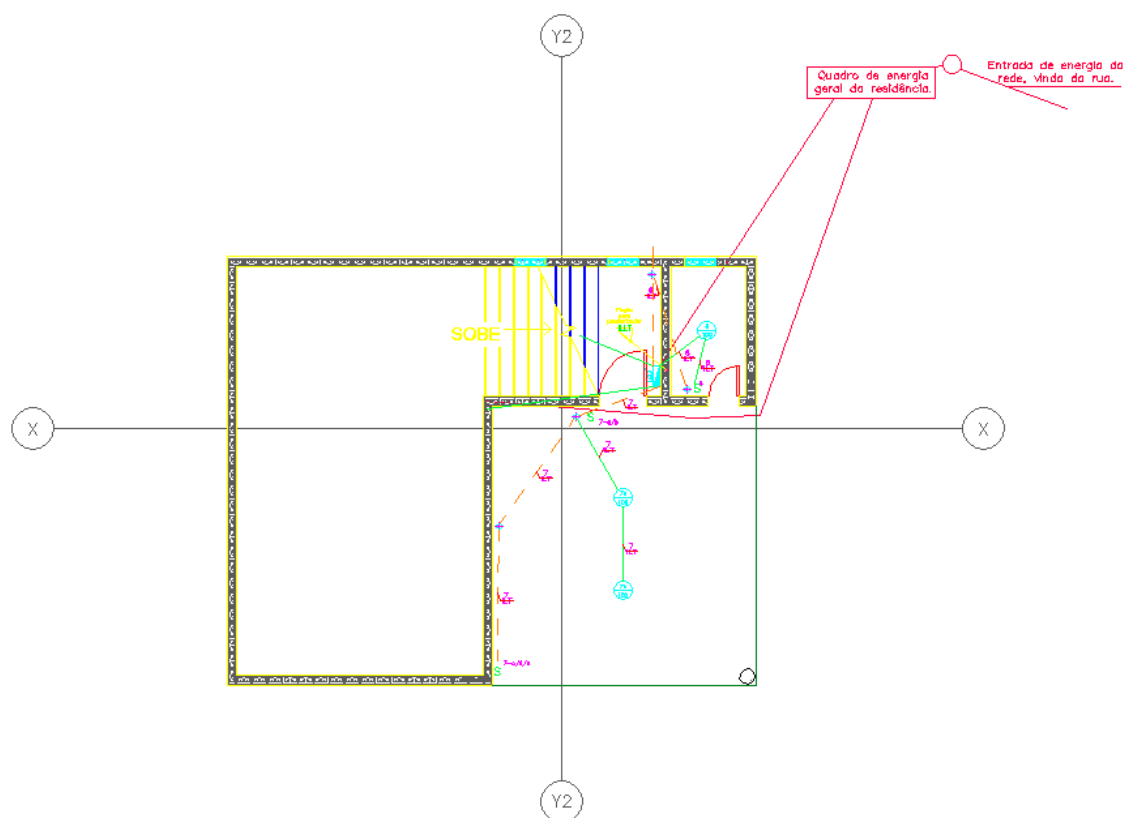


Figura 66 - Projeto elétrico, cota 100,15 m.

Pode-se estranhar a utilização de aterramento na iluminação, porém a norma NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão cita:

“5.1.2.2.3.6 Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão”.

O condutor de proteção é o fio de aterramento, portanto, independente da função do circuito, ele deve ter obrigatoriamente o fio terra. Este fato ainda não está 100% absorvido pois era comum, dentro do meio técnico, a convenção de que em iluminação o terra não era necessário para circuitos locados acima de 2,5 m. Esta determinação já estava na versão de 1980 da norma porém, somente nesta versão de 2004 ela está escrita de forma a limitar interpretações dúbias.

Com estes itens esclarecidos, pode-se realizar o cálculo da carga da residência. Este cálculo é feito para descobrir qual a demanda de energia a residência terá perante a concessionária de energia.

A carga foi determinada com auxílio da Tabela 222. Nesta tabela apresentam-se valores médios para potência dos aparelhos comumente utilizados em residências. Os valores da tabela foram retirados diretamente das informações técnicas de cada equipamento.

Tabela 22 - Tabela de potências de aparelhos domésticos.

Item	Modelo	Potência (W)	Tensão (V)
Ferro Elétrico	Arno ultragliss 40	1200	110
Geladeira	Brastemp side by side inverse 540 L	160	110
Máquina de Lavar Louça	Brastemp gourmand BLB14	1100	110
Máquina de Lavar Roupa	Brastemp ative bwg11 - 11 kg	550	110
Micro-ondas	Brastemp bmt45 ative! 30 L	820	110
Secador de Cabelos	Philips hp8260 pro care preto	1900	110
Televisão	Sony 4K 55"	268	110
Ar Condicionado 18000 BTU	Lg split 18.000 BTU's 220 V	1750	220
Ar Condicionado 11500 BTU	Lg split 9.600 BTU's 220 V	1030	220
Chuveiro	Lorenzetti ducha duo shower 6800 W 220 V	6800	220
Máquina de Secar Roupa	Brastemp BSX10 10 kg	2000	220

Fonte: www.americanas.com.br

A partir desta tabela foi feito o cálculo das cargas dos ambientes. É interessante notar que não é um exercício puramente de comparação e soma, pois, para alguns dos aparelhos indicados não se deve simplesmente adotar a carga pré-determinada e fazer a soma de todos, deve-se realizar uma soma ponderando cada equipamento com seu fator de demanda. Este fator de demanda depende do número de aparelhos semelhantes. A Tabela 233 mostra um exemplo de fator de demanda para iluminação e tomadas de uso geral (TUG's).

Tabela 23 - Fator de demanda para iluminação e TUG's.

Fator de demanda para iluminação e TUG's		
Pot _{mín} (W)	Pot _{máx} (W)	Fator de demanda
0	1000	0,86
1001	2000	0,75
2001	3000	0,66
3001	4000	0,59
4001	5000	0,52
5001	6000	0,45
6001	7000	0,40
7001	8000	0,35
8001	9000	0,31
9001	10000	0,27
10001	50000	0,24

Fonte: Manual de instalação da Prysmian.

Uma vez que a carga de cada circuito foi determinada, é possível aferir a corrente, que passará pelo condutor responsável pelo circuito, e assim a seção destes condutores.

A Tabela 244 mostra o cálculo da carga, corrente e seção. Nesta tabela pode-se notar o uso da sigla “TUG”, que significa “Tomada de Uso Geral”, esta é a tomada utilizada para usos comuns, pequenos aparelhos e aparelhos que não demandem uma carga especial, como *notebooks* e ventiladores. Para determinar a corrente que passa por cada circuito, foi utilizada a fórmula $P = I \cdot U$, que é uma simplificação prática da fórmula da potência elétrica, dada por:

$$P_{\text{med}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T I(t) \cdot U(t) \cdot dt$$

E, a partir da corrente calculada, com auxílio da Tabela 255 foi definida a seção dos condutores. Esta tabela foi retirada da NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. A referência utilizada é a B1, comercialmente utilizada para eletrodutos embutidos em alvenaria, conforme pode-se verificar em catálogos de diversas fabricantes, como Nambei (Tabela 266) e Halten (Tabela 277).

Tabela 24 - Cálculo das cargas, corrente e seção dos circuitos.

	Circuito	Itens	Potência (W)	Corrente Necessária (A)	Corrente Nominal (A)	Seção (mm²)
Inferior	1	Lâmpadas	590	5,4	15,0	1,50
	2	Lâmpadas	590	5,4	15,0	1,50
	3	TUG's Internas	413	3,8	15,0	1,50
	4	TUG's Internas	295	2,7	15,0	1,50
	5	TUG's Externas	177	1,6	15,0	1,50
	6	1 TUG, Micro-ondas, M.L.L. e Geladeira	1.850	16,8	21,0	2,50
	7	Ferro e M.L.R.	1.750	15,9	21,0	2,50
	8	M.S.R.	1.400	6,4	15,0	1,50
	9	Chuveiro	6.800	30,9	36,0	6,00
	10	Bomba da Piscina	500	2,3	15,0	1,50
	Subtotal Pavimento Inferior:			14.365	71,0	80
Superior	1	Salas de Estar e TV	1.048	9,5	15,0	1,50
	2	Quartos e Corredor Interno	1.532	13,9	15,0	1,50
	3	Banheiro Comum	2.004	18,2	21,0	2,50
	4	Banheiro da Suíte	2.004	18,2	21,0	2,50
	5	Terraço	260	2,4	15,0	1,50
	6	Ar Condicionado	3.124	14,2	15,0	1,50
	7	Garagem e Corredor Externo	364	3,3	15,0	1,50
	8	Depósito	156	1,4	15,0	1,50
	9	Pressurizador	500	2,3	15,0	1,50
	Subtotal Pavimentos Superiores:			10.992	54,3	60
Total da residência, em potência ativa:			25.357 W	125,3	150	70

Tabela 25 - Tabela de eletrodutos.

Seções nominais mm ²	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Fonte: ABNT.

Tabela 26 - Tabela de correlação Seção X Corrente X nº de condutores.

Seção nominal (mm²)	B1		B2	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
0,5	9	8	9	8
0,75	11	10	11	10
1,0	14	12	13	12
1,5	17,5	15,5	16,5	15
2,5	24	21	23	20
4	32	28	30	27
6	41	36	38	34
10	57	50	52	46
16	76	68	69	62
25	101	89	90	80
35	125	110	111	99
50	151	134	133	118
70	192	171	168	149
95	232	207	201	179
120	269	239	232	206
150	309	275	265	236
185	353	314	300	268
240	415	370	351	313
300	477	426	401	358
400	571	510	477	425
500	656	587	545	486

Fonte: www.nambei.com.br

Tabela 27 - Tabela de correlação Seção X Corrente X nº de condutores.

Seções nominais (mm²)	MÉTODOS DE INSTALAÇÃO DEFINIDOS NA TABELA 1											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1000	767	679	698	618	1012	906	827	738	1125	996	792	652

Fonte: www.halten.com.br

Como exemplo de que a demanda não é uma simples soma, pode-se verificar o circuito 6 inferior, este circuito supre a demanda de uma tomada de uso geral, micro-ondas, máquina de lavar louça e geladeira. A simples soma destes 4 equipamentos apresenta uma potência de 2.100 W, porém, a máquina de lavar louça tem um fator de demanda de 0,7 pois, embora não haja mais de uma máquina de lavar louça no domicílio, há uma máquina de lavar roupa e, por pertencerem à mesma categoria apresentam este fator de demanda menor que 1,0. Logo, a carga demandada por estes equipamentos é de 1.850 W.

Este fator de demanda representa a simultaneidade com que os aparelhos serão utilizados. Conforme Resolução Normativa nº 414 da ANEEL, capítulo 1, artigo 2º, parágrafo XXXIV, fator de demanda é a razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora. Ou seja, o fator de demanda representa a potência real demandada pelo aparelho junto à concessionária, conforme o tempo em que o aparelho funcionará.

Com isto foi obtida a demanda de carga para todos os circuitos do projeto. Porém, novamente, admite-se que a carga da residência não é a soma simples de todas as cargas internas. Aplica-se outro fator, um fator de conversão de W para VA, o chamado fator de potência. Segundo a Resolução Normativa nº 414 da ANEEL, capítulo VIII, seção IV, artigo 96, o fator de potência de referência tem o valor de 0,92. Este fator de potência é a razão da potência ativa (ou real) pela potência aparente (ou total).

A energia transferida durante um determinado intervalo de tempo corresponde à integral temporal da potência ativa, é esta integração realizada pelos contadores de energia utilizados na faturação de consumos energéticos de instalações. A potência reativa é a energia que, durante um intervalo de tempo específico, circula nas instalações, mas não é consumida por nenhum aparelho. A potência aparente, ou total, é a soma quadrática das duas anteriores e é a utilizada para dimensionamento dos circuitos. Portanto, para chegar ao valor real da carga da residência, é necessário aplicar o fator de potência, normatizado pela ANEEL em 0,92.

Assim sendo, a soma total das cargas dos circuitos é 25.357 W, dividindo este valor pelo fator de 0,92 tem-se que a carga demanda pela residência, junto à concessionária, é de 27.562 VA.

Esta demanda indica que a energia chegará à residência por meio de um circuito bifásico, 2 fios fase e 1 fio neutro.

Todos os projetos de sistemas elétricos serão apresentados em maior escala no caderno A2.

Tabela 28 - Tabela de correlação entre seção X diâmetro X e corrente máxima que o conduíte suporta.

Seção	Diâmetro	Corrente Máx
mm ²	mm	A
0,5	0	7
0,75	0	9
1	0	11
1,5	1,57	14
2,5	2,02	20
4	2,56	25
6	3,14	32
10	4,05	50
16	5,13	60
25	6,4	80
35	7,56	99
50	9,15	120
70	10,85	150
95	12,6	182
120	14,2	210
150	15,89	240
185	17,64	273
240	19,8	321

Fonte: www.peropi.com.br

4.2.6.1. Quadro de força geral e dos pavimentos

A solução pensada para a residência foi a separação em dois quadros de força dentro da residência. Um que abastece o pavimento da cozinha e outro que abastece o pavimento dos quartos e da garagem. Conforme o dimensionamento feito, o quadro de força do pavimento inferior ficou com uma carga de 14.365 W e o quadro de força dos pavimentos superiores ficou com uma carga de 10.992 W, portanto o quadro geral da residência, onde chega a fiação da rede, tem uma capacidade de carga de 25.357 W.

As fiações entre o quadro geral e os respectivos quadros dos pavimentos tem uma seção de 25 mm² (no caso do quadro do pavimento inferior) e 10 mm² (para o quadro do pavimento superior), e suportam uma corrente de até 80 A e 60 A, respectivamente. O fio entre o quadro geral e a rede tem 70 mm² e suporta uma corrente de até 150 A.

As figuras a seguir apresentam os diagramas trifilares dos quadros de força.

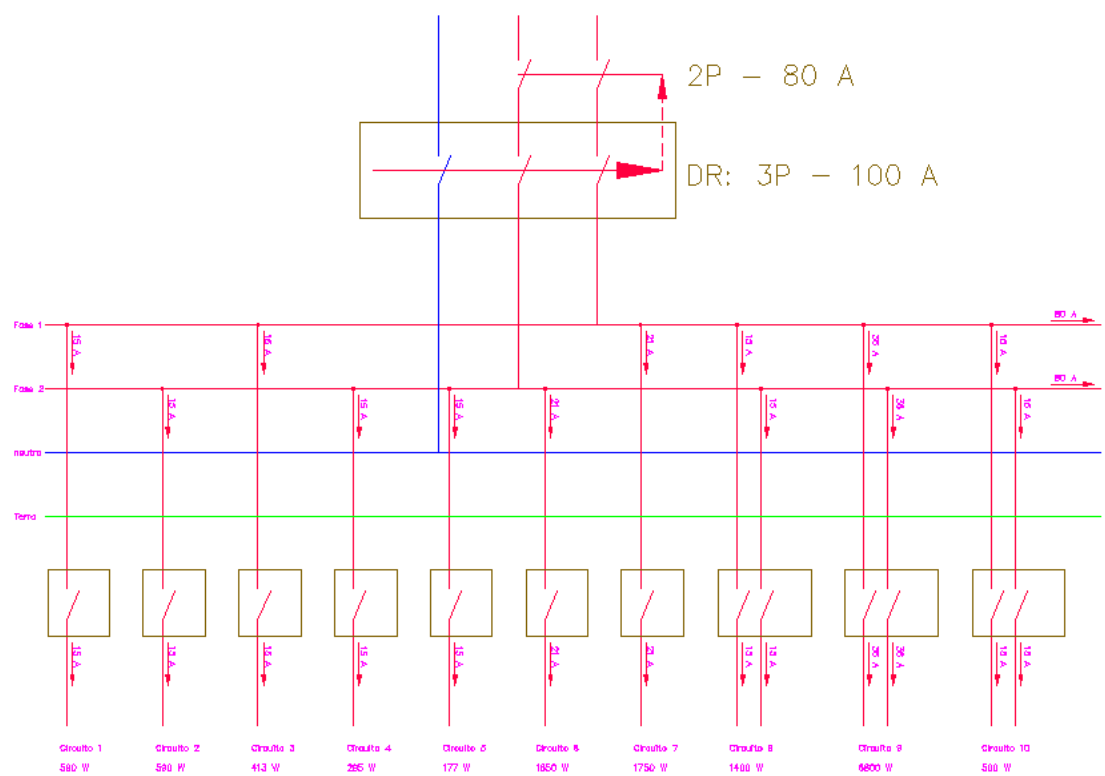


Diagrama Trifilar – Andar Inferior

Figura 67 - Diagrama trifilar do pavimento inferior.

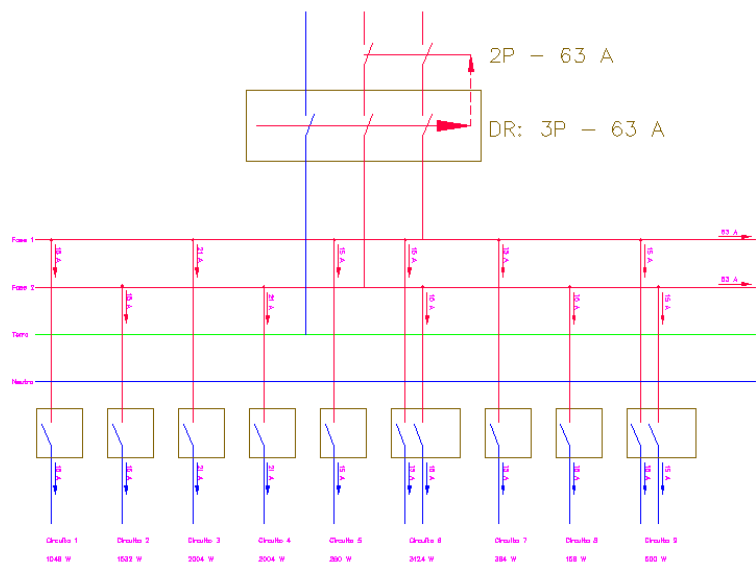


Diagrama Trifilar – Andar Superior, Garagem e Pressurizador

Figura 68 - Diagrama trifilar do pavimento superior, garagem e pressurizador.

4.2.7. Projeto de Sistemas Prediais – Sistemas Lógicos

Este trabalho também contempla os sistemas lógicos da residência, ou seja, sistema de telefonia e antena de TV.

Para o sistema de telefonia, foi aferido que, cada vez mais, a telecomunicação por fios está diminuindo, dando espaço para a comunicação sem fio, como o celular. Portanto, não é necessário, como antigamente, prever pontos de telefone em todos os cômodos da residência, somente em locais estratégicos. Os pontos considerados importantes foram a sala de estar, por ser a grande área social da residência, o escritório, por ser um local de trabalho o telefone é importante, a suíte, para emergências e comodidade do casal, e a cozinha.

Para o sistema de antena de TV, somente no pavimento dos quartos, sendo na suíte, nos quartos e na sala de TV. Assim como a telefonia, a televisão está perdendo espaço para novas tecnologias, neste caso para os computadores. Portanto, para a área de churrasqueira e piscina não foi disponibilizado um ponto para antena de TV, caso seja necessário a família pode optar por um telão conectado com um computador.

Nas figuras a seguir estão as plantas lógicas.

- Todos os projetos de Elétrica e sistemas lógicos estão apresentados no Caderno de Projetos E: Elétrica e Telefonia

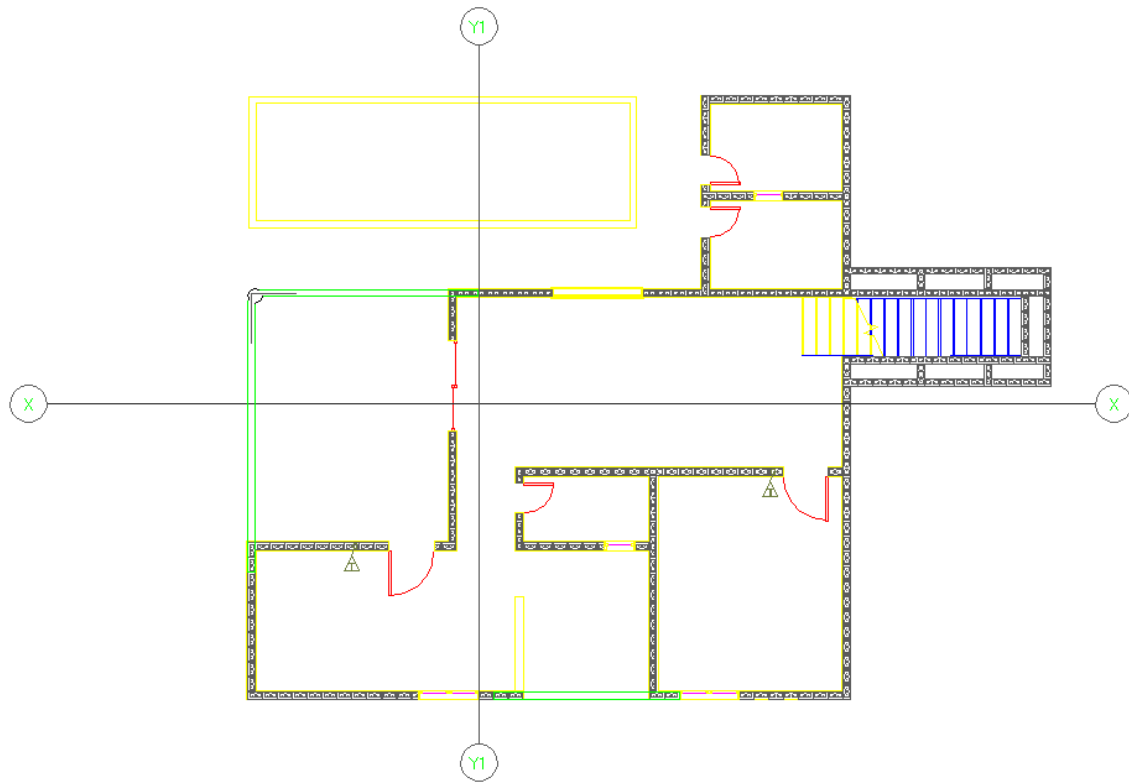


Figura 69 - Projeto lógico, cota 95,95 m.

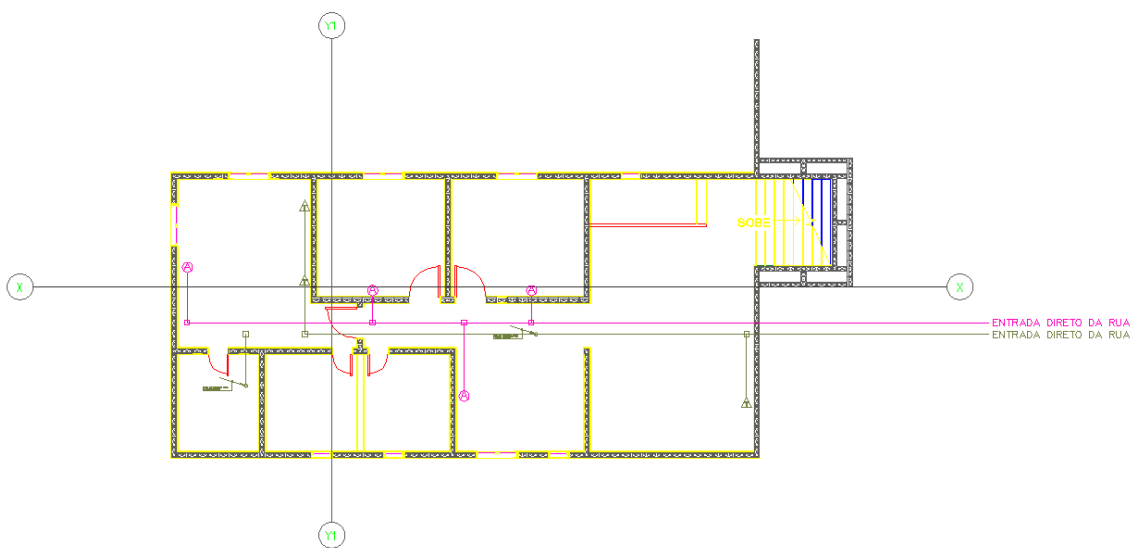


Figura 70 - Projeto lógico, cota 98,75 m.

5. CRONOGRAMA DA OBRA

Após todas as considerações serem feitas, ou seja, os projetos, as definições e escolhas de sistemas, serviços, processos e materiais, o trabalho deve propor um cronograma para o desenvolvimento da obra.

No caderno A2 o cronograma está novamente representado para melhor visualização.

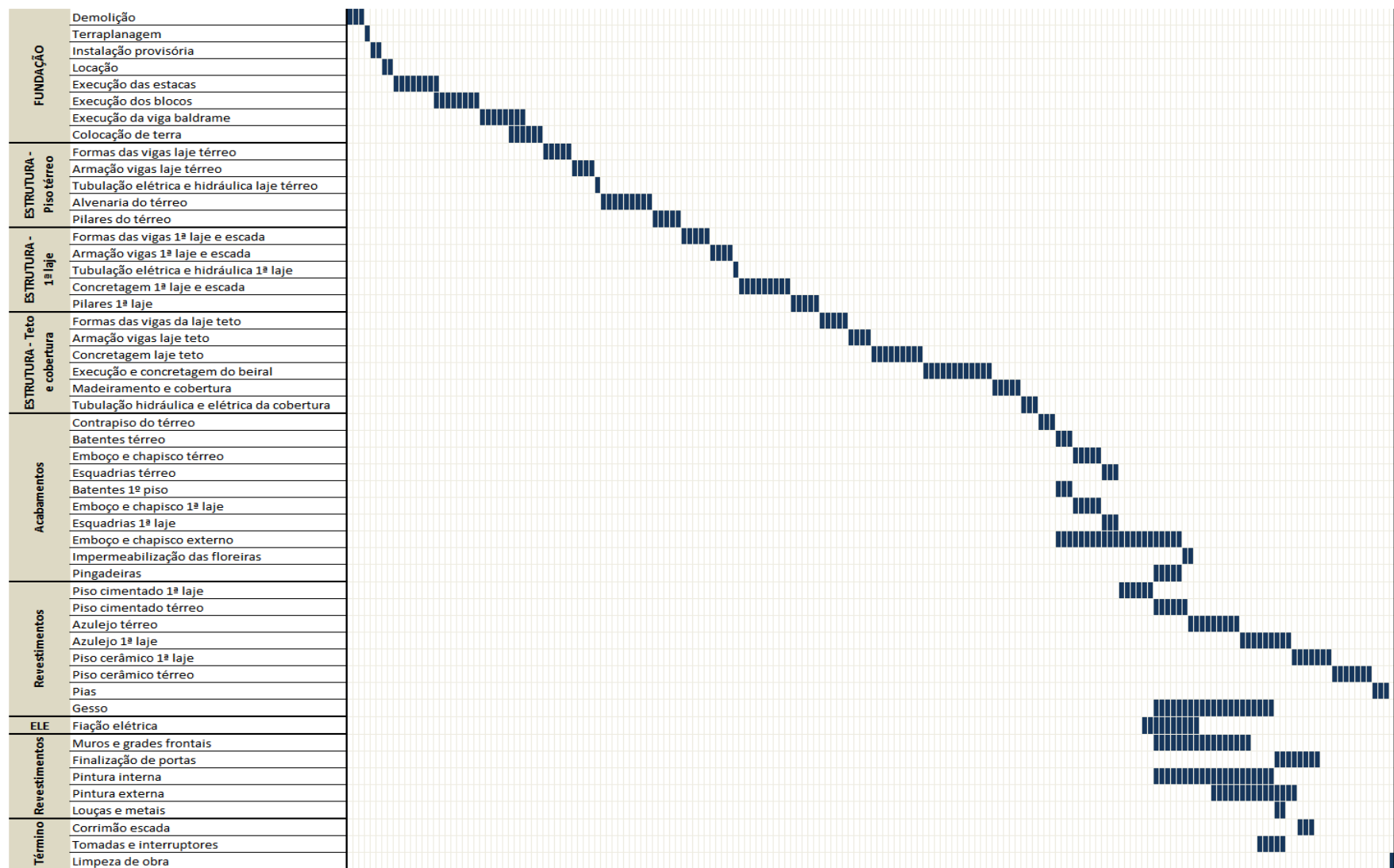


Figura 71 - Cronograma desenvolvido para a obra.

6. ORÇAMENTO

O orçamento da obra foi realizado tomando como base a metodologia e referências do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), principal referência de custos para obras urbanas, assim definidas pelo Decreto Presidencial nº 7983/2013, de acordo com o Manual de Metodologias e Conceitos do SINAPI (disponível em http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/composicoes_aferidas/manuais_composicoes/SINAPI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v003.pdf).

Nesta metodologia, é apresentada a composição unitária, ou seja, a descrição e quantificação de cada insumo e composição auxiliar de mão de obra empregada para executar uma unidade de serviço. O custo desta unidade é calculado multiplicando-se os coeficientes de cada insumo e composição auxiliar por seus respectivos custos unitários referenciais do SINAPI.

Tomando-se como exemplo o serviço de execução de formas de madeira para estrutura de concreto, o SINAPI traz a composição conforme Tabela 299.

Tabela 29 - Composição SINAPI para execução de formas.

FUES	84221	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 18 MM, 02 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM - EXCLUSIVE ESCORAMENTO)	M2	
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,36
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,44
INSUMO	1345	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,44 X 1,22* M, E = 18 MM	M2	0,56
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PARA FORMA DE MADEIRA	L	0,006
INSUMO	4491	FECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO AFARELHADA (F/FORMA)	M	2,31
INSUMO	4506	FECA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NAO AFARELHADA (SARRAFO F/FORMA)	M	3,37
INSUMO	5068	FREGO POLIDO COM CABECA 17 X 21	KG	0,29

Fonte: Caixa Econômica Federal

Para cada item (composição e insumos), são pesquisados os preços, nos relatórios representados abaixo:

Figura 72 - Relatório de custos de composição.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 266 de 283

PCI. 817.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO DATA DE EMISSÃO: 11/11/2014 AS 12:04:59

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 118,32% (HORA) 73,90% (MÊS)

ABRANGÊNCIA : NACIONAL LOCALIDADE : SAO PAULO

REF. COLETA : MEDIANO DATA DE PREÇO : 10/2014

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL			
0215	ABERTURA DE POÇO CISTERNA OU CACIMBA		
74163	PERFURAÇÃO DE POÇO		
74163/001	PERFURAÇÃO DE POÇO COM PERFORATRIZ PNEUMÁTICA	M	31,47
74163/002	PERFURAÇÃO DE POÇO COM PERFORATRIZ A PERCUSSÃO	M	83,47
84127	REVESTIMENTO DE POCOS C/ TUBOS DE CONCRETO	M	359,57
84128	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1,0M COM PROFUNDID	M	166,29
	ADBE DE 15 A 20M		
84129	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1,0M PROFUNDIDADE	M	133,03
	DE 10 A 15M		
84130	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1,0 COM PROFUNDIDA	M	99,77
	DE 5 A 10M		
84131	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1,0 COM PROFUNDIDA	M	83,14
	DE 5M		
0216	POÇO TUBULAR PROFUNDO		
40841	ABRACADEIRA P/POÇOS PROFUNDOS	UN	103,28
0279	SOLDAS/CORTES		
6391	SOLDA TOPO DESCENDENTE CHANFRADA ESPESURA=1/4" CHAPA/PERFIL/TUBO ACO	M	126,31

Fonte: Caixa Econômica Federal

Figura 73 - Relatório de custos de insumos.

CAIXA PREÇOS DE INSUMOS Página: 78 / 102

Mês de Coleta: 10/2014 Pesquisa: IBGE

Localidade: SAO PAULO Encargos Sociais (%) Horista: 118,32 Mensalista: 73,90

Código	Descrição do Insumo	Unid	Preço Mediano (R\$)
00011753	REGISTRO PRESSAO BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 3/4 " (REF 1400)	UN	17,39
00006021	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES, BITOLA 1/2 " (REF 1416)	UN	48,27
00006024	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES, BITOLA 3/4 " (REF 1416)	UN	49,90
00006036	REGISTRO PVC ESFERA BORB C/ROSCA REF 1/2"	UN	8,62
00006031	REGISTRO PVC ESFERA BORB C/ROSCA REF 3/4"	UN	10,14
00006033	REGISTRO PVC ESFERA CAB QUAD C/ROSCA REF 3/4"	UN	13,51
00011672	REGISTRO PVC ESFERA VS ROSCAVEL DN 1 1/2"	UN	29,42
00011669	REGISTRO PVC ESFERA VS ROSCAVEL DN 1 1/4"	UN	24,35
00011670	REGISTRO PVC ESFERA VS ROSCAVEL DN 1/2"	UN	10,72

Fonte: Caixa Econômica Federal

Os preços unitários são multiplicados pelos coeficientes de cada insumo e composição indicados na tabela de composição do serviço. A soma dos produtos representa o custo por unidade de serviço.

CUSTO TOTAL DA OBRA	411.882,22	100,0%
----------------------------	-------------------	---------------

GERENCIAMENTO DA OBRA					30.000,00	7,3%
VERBA PROJETOS					10.000,00	2,4%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS					40.000,00	9,7%
FUNDAÇÕES					14.548,18	3,5%
Estacas					12.575,57	
	Estaca a trado	Qtidade	Comprimento	Custo/m	Custo total	
		43	6	48,74	12.575,57	
Muro de arrimo					1.972,61	
	Alv estrutural	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
		1	42	46,97	1.972,61	
ESTRUTURA E VEDAÇÕES					82.401,18	20,0%
Paredes					29.675,44	
	Drywall	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
			17,612	221,92	3.908,44	
	Alv estrutural	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
			548,62	46,97	25.767,01	
Pilares					1.277,76	
	Fôrmas	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
		2	3,808	77,87	593,06	
	Concretagem	Qtidade	Volume	Custo/m³	Custo total	
		2	0,32368	335,77	217,36	
	Armação		Peso (kg)	Custo/m³	Custo total	
			64,736	7,22	467,34	
Vigas					1.603,90	
	Fôrmas	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
		1	12,0664	77,87	939,62	
	Concretagem		Volume	Custo/m³	Custo total	
			0,62552	340,06	212,72	
	Armação		Peso (kg)	Custo/kg	Custo total	
			62,552	7,22	451,57	
Lajes					47.608,16	
	Laje treliçada	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
		1	398,82	119,37	47.608,16	
Escadas					2.235,90	
		Qtidade	Volume	Custo/m³	Custo total	
		1	1,52	1.470,99	2.235,90	

REVESTIMENTOS					138.728,27
Paredes externas					34.909,20
	Chapisco	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			369,614	10,78	3.983,76
	Monocapa	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			369,614	83,67	30.925,43
Paredes internas áreas secas					46.495,99
	Chapisco	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			625,90	10,78	6.746,06
	Emboço	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			625,90	48,24	30.190,81
	Pintura	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			625,90	15,27	9.559,12
Paredes áreas molháveis					6.504,45
	Rev Cerâmico	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			123,06	52,86	6.504,45
Contrapiso					14.307,46
	Áreas molháveis	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			56,74	32,47	1.842,22
	Áreas secas	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			342,08	36,44	12.465,24
Pisos					31.099,08
	Porcelanato	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			350	88,85	31.099,08
Forros					3.440,80
	Gesso	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			50	28,82	1.440,80
	Gesso - verba mdo*				Verba
	*adaptado				2.000,00
Piscina					1.971,29
	Emboço		Área	Custo/m ²	Custo total
			19,5	48,24	940,60
	Rev Cerâmico	Qtidade	Área	Custo/m ²	Custo total
			19,5	52,86	1.030,69
IMPERMEABILIZAÇÃO					3.260,64 0,8%
Áreas internas					1.989,22
	Argamassa pol. 2cm		Área	Custo/m ²	Custo total
			56,74	35,06	1.989,22
Piscina					1.271,42
	Manta asfáltica		Área	Custo/m ²	Custo total
			19,5	65,20	1.271,42

ESQUADRIAS					23.736,18	5,8%
Portas					12.912,76	
	Portas de madeira	Qtidade		Custo/und	Custo total	
		13		744,63	9.680,21	
	Portas de correr	Qtidade	Área	Custo/m²	Custo total	
		2	4,31	375,01	3.232,55	
Janelas					10.823,42	
	Janelas maxim ar		Área	Custo/m²	Custo total	
			18,13	596,99	10.823,42	
MOVIMENTO DE TERRA					34.839,50	8,5%
					34.839,50	
	Movimentação e bota fora*	Volume		Custo/m³	Custo total	
	*adaptado	96,79		50	4.839,50	
	Verba retroescavadeira*				Verba	
	*adaptado				30.000,00	
TELHADO					30.801,18	7,5%
Estrutura					9.936,46	
	Estrutura de madeira		Área	Custo/m²	Custo total	
			230	43,20	9.936,46	
Cobertura					20.864,72	
	Telhas cerâmicas		Área	Custo/m²	Custo total	
			253	82,47	20.864,72	
METAIS E LOUÇAS*					3.567,10	0,9%
					3.567,10	
	Bacias	Qtidade		Custo/und	Custo total	
		4		343,11	2.058,68	
	Cubas	Qtidade		Custo/und	Custo total	
		2		52,83	158,49	
	Lavatórios	Qtidade		Custo/und	Custo total	
		4		132,23	793,36	
	Torneiras	Qtidade		Custo/und	Custo total	
		6		61,84	556,56	

*baseado nos preços unitários de materiais + 15% de mão de obra + 50% majoração (obra residencial unifamiliar de alto padrão)

É possível comparar este orçamento com o custo da PINI de construção e percebe-se que o orçamento da PINI é muito generalista e contém uma folga muito grande em relação ao orçamento feito neste Trabalho.

7. CONCLUSÃO

Existe no mercado uma grande dificuldade de coordenação de projetos, a compatibilização deles é uma tarefa bem detalhada e minuciosa. Uma grande qualidade do BIM é facilitar esta tarefa. Um dos grandes desafios apresentados neste estudo de projeto foi justamente a coordenação entre os projetos. Mas antes mesmo disso, na parte da concepção, quando não estava bem definido o sistema estrutural, os esboços de arquitetura saíam mais como ilusões de volumes e espaços do que como projeto possível de ser realizado. Porém, na fase de escolha dos sistemas e subsistemas, a arquitetura foi estabelecida quase que naturalmente e muitos detalhes de concepção tiveram de ser mudados, adaptados à realidade do projeto, ao factível.

Durante o trabalho notou-se que a formação do politécnico não permite ao aluno sair desta Escola apto a praticar engenharia em sua plenitude. O ex-aluno imediato não domina todas as etapas do projeto e da construção, mas nem deveria mesmo, este processo só ocorre com o tempo, é adquirido com experiência somente. No entanto, algumas disciplinas estudadas neste trabalho não são nem oferecidas durante o curso, ou quando o são, são feitas de forma muito superficial ou de maneira pouquíssimo didática. Esta é a única crítica à Escola que ensinou muita coisa, mas que tem condições de ensinar muito mais.

Portanto, o processo de amadurecimento deste Trabalho só pôde ter sido feito com muita pesquisa, de diversas formas, em livros, artigos, revistas, normas, *sites* e com profissionais, amigos e colegas.

Deste trabalho fica uma grande lição, a cooperação entre uma equipe de trabalho é fundamental para que este ocorra com o mínimo de dificuldades possíveis. Não há espaço para individualidades, somente para o coletivo.

Ao longo do trabalho houve sempre a vontade de inovar, em processos, materiais ou metodologias, porém, percebeu-se que com um escopo realista é imprescindível entender que a inovação tem um custo muito elevado e para que haja um abatimento deste custo no corpo do projeto, é preciso ficar mais tempo nas etapas de arquitetura e pesquisa. E esta é uma dificuldade real, presente na vida do engenheiro. O mercado de trabalho demanda projetos em tempo cada vez menor e com uma qualidade exponencialmente melhor, pois os critérios de verificação deste nível estão cada vez mais acurados. E o cliente, as pessoas, cada vez mais com maior acesso às tecnologias e ao conhecimento, tem condições de entender e requerer projetos muito mais peculiares e de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA. Guia de parametrização da lei solar de São Paulo – Uma contribuição do setor de projetos para o dimensionamento de sistemas de aquecimento solar em edificações multifamiliares. São Paulo.

ABRAVA. Programa de capacitação em aquecimento solar ABRAVA/DASOL 2013 – Módulo II. São Paulo, 2013.

ABRAVA. Projetando uma instalação de aquecimento solar passo a passo.

BARROS, Mercia M.S.B. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo, 1996. 422p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, Roberto. Instalações Hidráulicas e o projeto de arquitetura. São Paulo, 2011. Ed. Blucher

CBIC, Desempenho de Edificações Habitacionais (Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575 / 2013)

Como dimensionar sua caixa d'água.

http://www.sanasa.com.br/noticias/not_con3.asp?par_nrod=308&flag=CC-D

ENERGISA. Norma de distribuição unificada – NDU-001. Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária. Edificações individuais ou agrupadas em até 3 unidades consumidoras. Março de 2010.

FERNANDES, Carlos; MARTINS, Túlio. Sistemas PEX. Campina Grande, 2010.

Fornecedor SALEMA

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de conforto térmico. São Paulo: Studio Nobel, 2012.

LOPES, Francisco Rezende; VELLOSO, Dirceu de Alencar. Fundações – Volume Único. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

MARTINS, Luís Sousa. Apontamentos para projecto de instalações eléctricas I. Setúbal – Portugal, 2004. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.

NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

NBR 15569 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008.

NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho.

NBR 15813 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Rio de Janeiro, 2010.

NBR 15873 – Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

NBR 15939 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Polietileno reticulado (PE-X). Rio de Janeiro, 2011.

NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 5626 – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1996.

NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

NBR 7198 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

NEUFERT, Ernst. A arte de projetar em arquitetura: Princípios, normas e prescrições sobre construção, instalações, distribuições e programa de necessidades, dimensões de edifícios, locais e utensílios. Edição traduzida. Dortmund, 1976.

Notas de aulas PCC2435 – Tecnologia da Construção de Edifícios I

Notas de aulas PCC2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II

Notas de aulas PCC2465 - Sistemas Prediais I

Notas de aulas PCC2515 - Alvenaria Estrutural

Notas de aulas PCC2535 - A Produção de Edifícios de Pequeno Porte

Notas de aulas PCC2541 - Inovação na Construção de Edifícios.

Notas de aulas PEF2405 – Fundações.

Notas de aulas PEF2501 – Concepção, Projetos e Métodos Construtivos de Edifícios.

PRYSMIAN. Instalações elétricas residenciais. São Paulo, 2006.

SARAIVA, João Paulo Tomé. Dimensionamento e proteção de canalizações eléctricas em baixa tensão. Porto – Portugal, 2000. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

TIGRE. Manual técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. Joinville, 2013.

VISSOLI, Rita de Cássia. Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte: Um estudo de caso. Florianópolis, 2002. Universidade Federal de Santa Catarina.

APÊNDICE A: CÁLCULO DO COMPRIMENTO DAS FUNDAÇÕES

Figura 74 - Projeto de cálculo de cargas,cota 95,95 m.

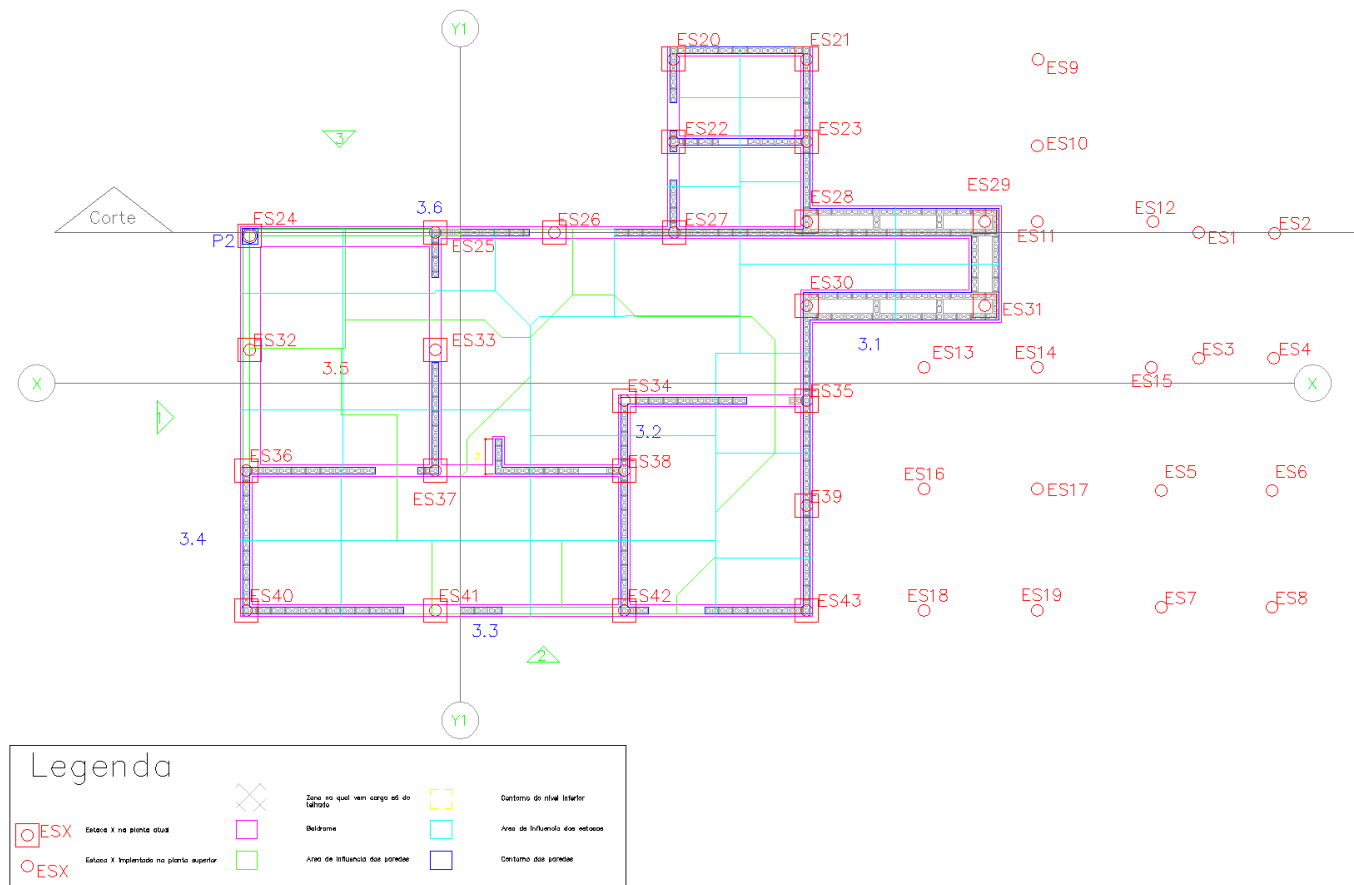


Figura 75 - Projeto para o cálculo das cargas, cota 98,75 m.

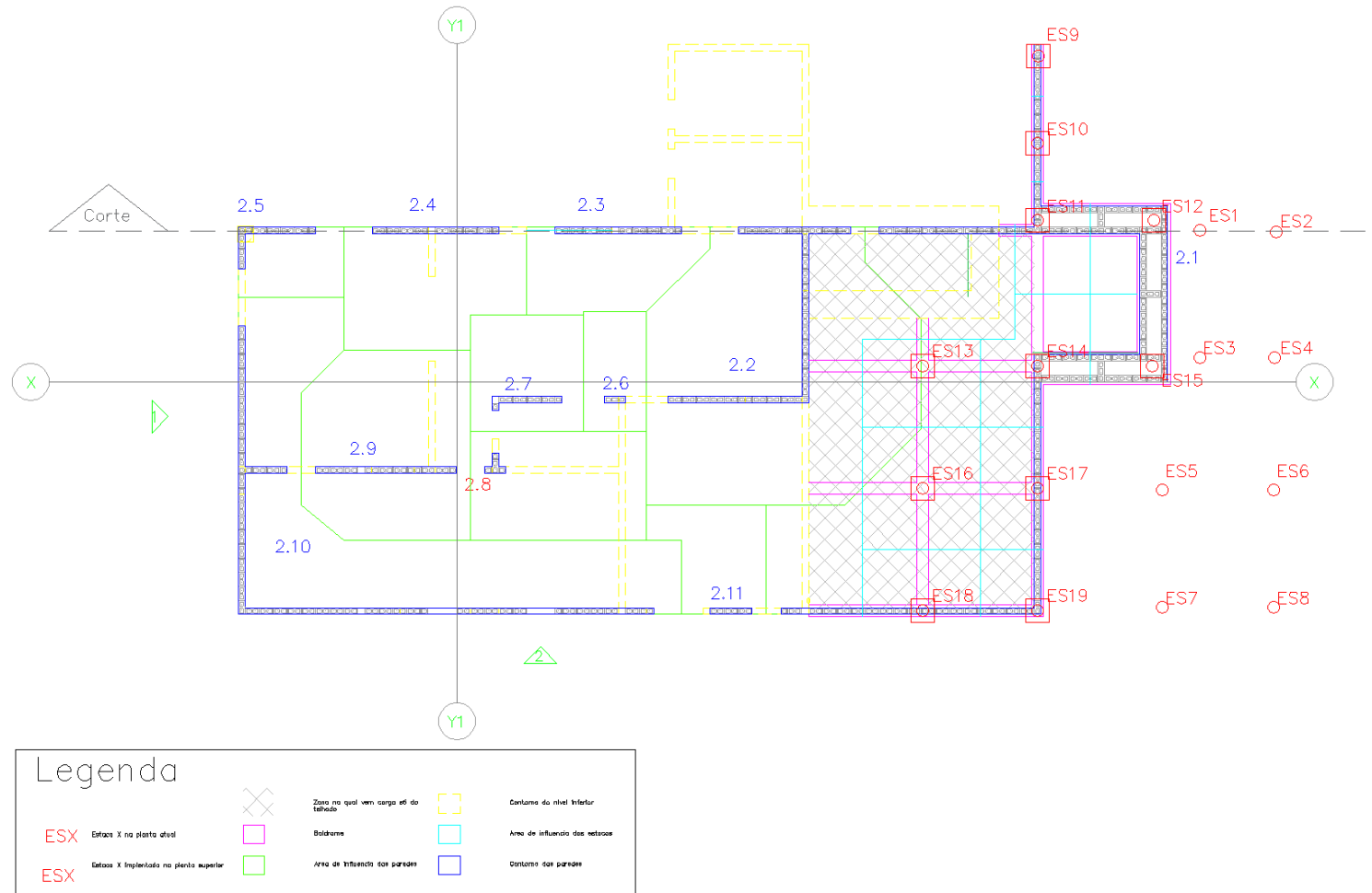
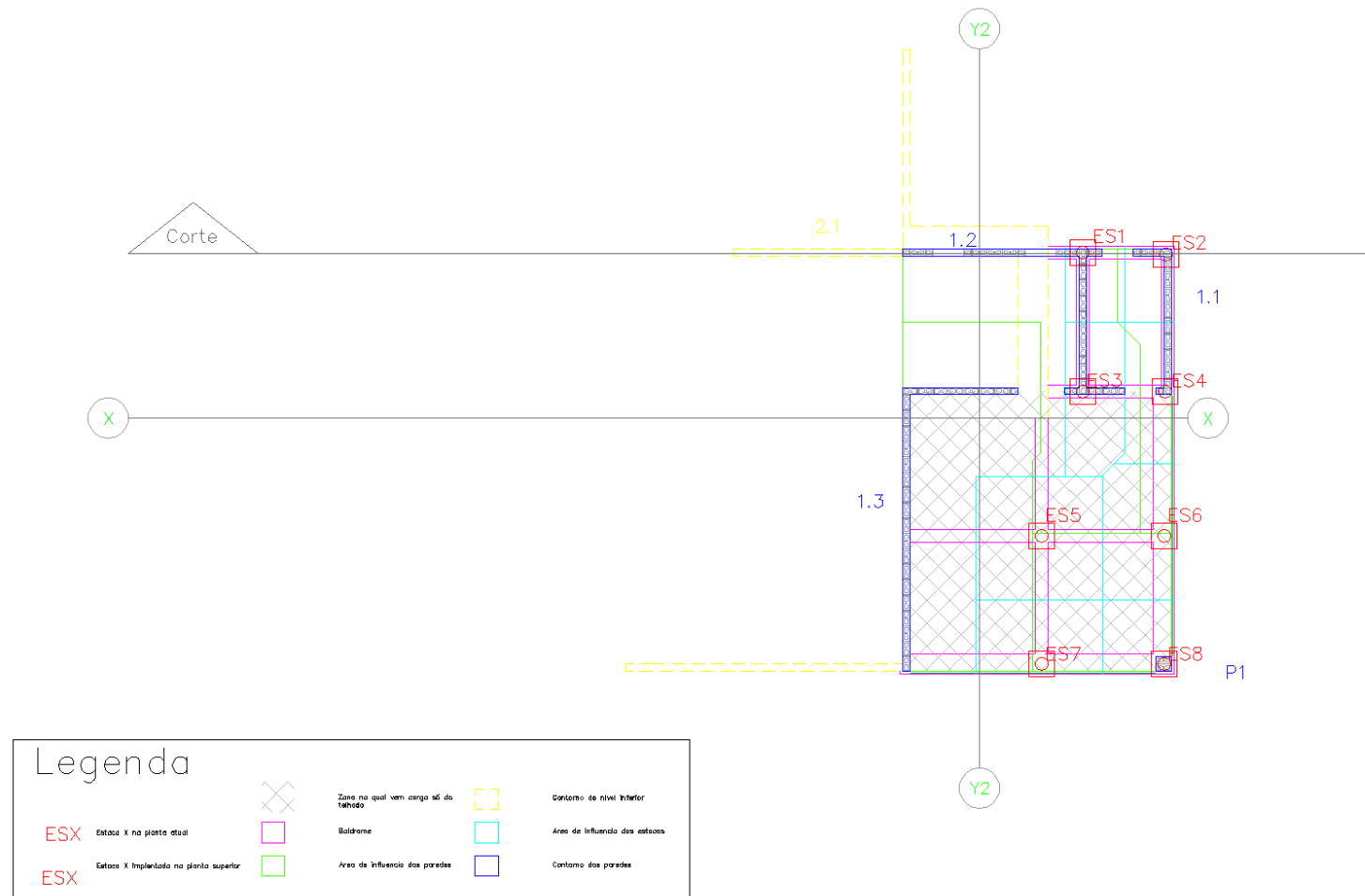


Figura 76 - Projeto para o cálculo das cargas, cota 100,15 m.



Seguem as tabelas utilizadas para o cálculo do comprimento das estacas:

Estaca ES1												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	8,0
Quantidade de estacas no bloco	111,7010689
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES2												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	5,5
Quantidade de estacas no bloco	45,59160093
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES4												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	7,4
Quantidade de estacas no bloco	38,56592407
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES5												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	11,9
Quantidade de estacas no bloco	9,52704
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES6												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	7,3
Quantidade de estacas no bloco	5,8784
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES7												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qttotal (kN)	%Qlat/Qttotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	7,2
Quantidade de estacas no bloco	5,75488
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES8												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qttotal (kN)	%Qlat/Qttotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	18,7
Quantidade de estacas no bloco	26,52724
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES9												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qttotal (kN)	%Qlat/Qttotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	2,6
Quantidade de estacas no bloco	46,95698782
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES10												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	4,3
Quantidade de estacas no bloco	75,88584639
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES11												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	10,2
Quantidade de estacas no bloco	111,0327167
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES12												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	11,0
Quantidade de estacas no bloco	149,7407046
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES13												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	10,4
Quantidade de estacas no bloco	7,5096
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES14												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	14,3
Quantidade de estacas no bloco	115,955992
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES15												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	4	4	5,000	333,333	19,635	16,362	35,997	0,6
94	6		250	3%	8	12	15,000	666,667	70,686	32,725	103,411	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,500	833,333	151,189	40,906	192,095	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	916,667	259,181	44,997	304,178	0,9
91	9		250	3%	18	51	63,750	1500,000	450,622	73,631	524,253	0,9

R (kN) (por estaca)	11,0
Quantidade de estacas no bloco	149,7410246
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES16												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	14,0
Quantidade de estacas no bloco	10,432
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES17												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	12,2
Quantidade de estacas no bloco	114,222712
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES18												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	12,1
Quantidade de estacas no bloco	109,750385
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES19												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	15,833	666,667	74,613	32,725	107,338	0,7
93	7		250	3%	10	22	27,917	805,556	153,480	39,543	193,023	0,8
92	8		250	3%	11	33	41,250	888,889	259,181	43,633	302,815	0,9
91	9		250	3%	21	54	67,917	1777,778	480,075	87,266	567,341	0,9

R (kN) (por estaca)	8,8
Quantidade de estacas no bloco	107,9223426
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES20												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	14,6
Quantidade de estacas no bloco	61,69008037
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES21												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	14,6
Quantidade de estacas no bloco	61,69008037
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES22												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	15,5
Quantidade de estacas no bloco	54,80993677
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES23												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	19,7
Quantidade de estacas no bloco	78,09440836
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES24												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	9	15	18,750	750,000	88,357	36,816	125,173	0,8
93	7		250	3%	11	26	32,500	916,667	178,678	44,997	223,675	0,8
92	8		250	3%	12	38	47,500	1000,000	298,451	49,087	347,539	0,9
91	9		250	3%	28	66	82,500	2333,333	583,158	114,537	697,695	0,9

R (kN) (por estaca)	17,3
Quantidade de estacas no bloco	63,11681021
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES25												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	9	15	18,750	750,000	88,357	36,816	125,173	0,8
93	7		250	3%	11	26	32,500	916,667	178,678	44,997	223,675	0,8
92	8		250	3%	12	38	47,500	1000,000	298,451	49,087	347,539	0,9
91	9		250	3%	28	66	82,500	2333,333	583,158	114,537	697,695	0,9

R (kN) (por estaca)	37,7
Quantidade de estacas no bloco	120,2994772
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES26												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	9	15	18,750	750,000	88,357	36,816	125,173	0,8
93	7		250	3%	11	26	32,500	916,667	178,678	44,997	223,675	0,8
92	8		250	3%	12	38	47,500	1000,000	298,451	49,087	347,539	0,9
91	9		250	3%	28	66	82,500	2333,333	583,158	114,537	697,695	0,9

R (kN) (por estaca)	19,0
Quantidade de estacas no bloco	44,99270585
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES27												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	9	14	17,500	722,222	82,467	35,452	117,919	0,7
93	7		250	3%	11	25	30,833	888,889	169,515	43,633	213,148	0,8
92	8		250	3%	12	36	45,417	972,222	285,361	47,724	333,085	0,9
91	9		250	3%	25	61	76,250	2055,556	538,979	100,902	639,881	0,9

R (kN) (por estaca)	29,7
Quantidade de estacas no bloco	97,97721075
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES28												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	9	14	17,500	722,222	82,467	35,452	117,919	0,7
93	7		250	3%	11	25	30,833	888,889	169,515	43,633	213,148	0,8
92	8		250	3%	12	36	45,417	972,222	285,361	47,724	333,085	0,9
91	9		250	3%	25	61	76,250	2055,556	538,979	100,902	639,881	0,9

R (kN) (por estaca)	28,1
Quantidade de estacas no bloco	102,6862919
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES29												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,250	694,444	76,576	34,088	110,665	0,7
93	7		250	3%	10	23	29,167	861,111	160,352	42,270	202,622	0,8
92	8		250	3%	11	35	43,333	944,444	272,271	46,360	318,632	0,9
91	9		250	3%	21	56	70,000	1777,778	494,801	87,266	582,067	0,9

R (kN) (por estaca)	18,8
Quantidade de estacas no bloco	73,02918956
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES30												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m ²)	α (%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	9	14	17,500	722,222	82,467	35,452	117,919	0,7
93	7		250	3%	11	25	30,833	888,889	169,515	43,633	213,148	0,8
92	8		250	3%	12	36	45,417	972,222	285,361	47,724	333,085	0,9
91	9		250	3%	25	61	76,250	2055,556	538,979	100,902	639,881	0,9

R (kN) (por estaca)	15,0
Quantidade de estacas no bloco	67,50691596
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES31												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	$\alpha(\%)$	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	5,833	388,889	22,907	19,090	41,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,250	694,444	76,576	34,088	110,665	0,7
93	7		250	3%	10	23	29,167	861,111	160,352	42,270	202,622	0,8
92	8		250	3%	11	35	43,333	944,444	272,271	46,360	318,632	0,9
91	9		250	3%	21	56	70,000	1777,778	494,801	87,266	582,067	0,9

R (kN) (por estaca)	18,8
Quantidade de estacas no bloco	73,02918956
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES32												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	$\alpha(\%)$	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	9	15	18,750	750,000	88,357	36,816	125,173	0,8
93	7		250	3%	11	26	32,500	916,667	178,678	44,997	223,675	0,8
92	8		250	3%	12	38	47,500	1000,000	298,451	49,087	347,539	0,9
91	9		250	3%	28	66	82,500	2333,333	583,158	114,537	697,695	0,9

R (kN) (por estaca)	12,0
Quantidade de estacas no bloco	8,79376
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES33												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	$\alpha(\%)$	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	9	15	18,750	750,000	88,357	36,816	125,173	0,8
93	7		250	3%	11	26	32,500	916,667	178,678	44,997	223,675	0,8
92	8		250	3%	12	38	47,500	1000,000	298,451	49,087	347,539	0,9
91	9		250	3%	28	66	82,500	2333,333	583,158	114,537	697,695	0,9

R (kN) (por estaca)	33,3
Quantidade de estacas no bloco	46,87094134
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	92 m

Estaca ES34												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	50,2
Quantidade de estacas no bloco	105,0334315
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES35												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	8	13	16,667	666,667	78,540	32,725	111,265	0,8
93	7		250	3%	9	23	28,333	777,778	155,771	38,179	193,950	0,9
92	8		250	3%	10	33	41,250	861,111	259,181	42,270	301,451	0,9
91	9		250	3%	25	58	72,083	2055,556	509,527	100,902	610,429	0,9

R (kN) (por estaca)	15,7
Quantidade de estacas no bloco	27,8807749
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES36												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	7	13	16,250	583,333	76,576	28,634	105,211	0,8
93	7		250	3%	7	20	25,000	583,333	137,445	28,634	166,079	0,9
92	8		250	3%	8	28	35,000	666,667	219,911	32,725	252,636	0,9
91	9		250	3%	28	56	70,000	2333,333	494,801	114,537	609,338	0,9

R (kN) (por estaca)	44,3
Quantidade de estacas no bloco	124,7931563
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES37												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	7	13	16,250	583,333	76,576	28,634	105,211	0,8
93	7		250	3%	7	20	25,000	583,333	137,445	28,634	166,079	0,9
92	8		250	3%	8	28	35,000	666,667	219,911	32,725	252,636	0,9
91	9		250	3%	28	56	70,000	2333,333	494,801	114,537	609,338	0,9

R (kN) (por estaca)	65,0
Quantidade de estacas no bloco	134,003862
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES38												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	7	13	15,833	611,111	74,613	29,998	104,611	0,8
93	7		250	3%	8	21	25,833	666,667	142,026	32,725	174,751	0,9
92	8		250	3%	9	30	37,083	750,000	233,001	36,816	269,817	0,9
91	9		250	3%	25	54	67,917	2055,556	480,075	100,902	580,976	0,9

R (kN) (por estaca)	60,8
Quantidade de estacas no bloco	144,6005328
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES39												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não dá para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	7	13	15,833	611,111	74,613	29,998	104,611	0,8
93	7		250	3%	8	21	25,833	666,667	142,026	32,725	174,751	0,9
92	8		250	3%	9	30	37,083	750,000	233,001	36,816	269,817	0,9
91	9		250	3%	25	54	67,917	2055,556	480,075	100,902	580,976	0,9

R (kN) (por estaca)	19,8
Quantidade de estacas no bloco	62,12754997
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES40												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	7	13	16,250	583,333	76,576	28,634	105,211	0,8
93	7		250	3%	7	20	25,000	583,333	137,445	28,634	166,079	0,9
92	8		250	3%	8	28	35,000	666,667	219,911	32,725	252,636	0,9
91	9		250	3%	28	56	70,000	2333,333	494,801	114,537	609,338	0,9

Estaca ES41												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	6	6	7,500	500,000	29,452	24,544	53,996	0,6
94	6		250	3%	7	13	16,250	583,333	76,576	28,634	105,211	0,8
93	7		250	3%	7	20	25,000	583,333	137,445	28,634	166,079	0,9
92	8		250	3%	8	28	35,000	666,667	219,911	32,725	252,636	0,9
91	9		250	3%	28	56	70,000	2333,333	494,801	114,537	609,338	0,9

R (kN) (por estaca)	39,0
Quantidade de estacas no bloco	120,04031
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

R (kN) (por estaca)	42,3
Quantidade de estacas no bloco	107,9421847
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

Estaca ES42												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	7	13	15,833	611,111	74,613	29,998	104,611	0,8
93	7		250	3%	8	21	25,833	666,667	142,026	32,725	174,751	0,9
92	8		250	3%	9	30	37,083	750,000	233,001	36,816	269,817	0,9
91	9		250	3%	25	54	67,917	2055,556	480,075	100,902	580,976	0,9

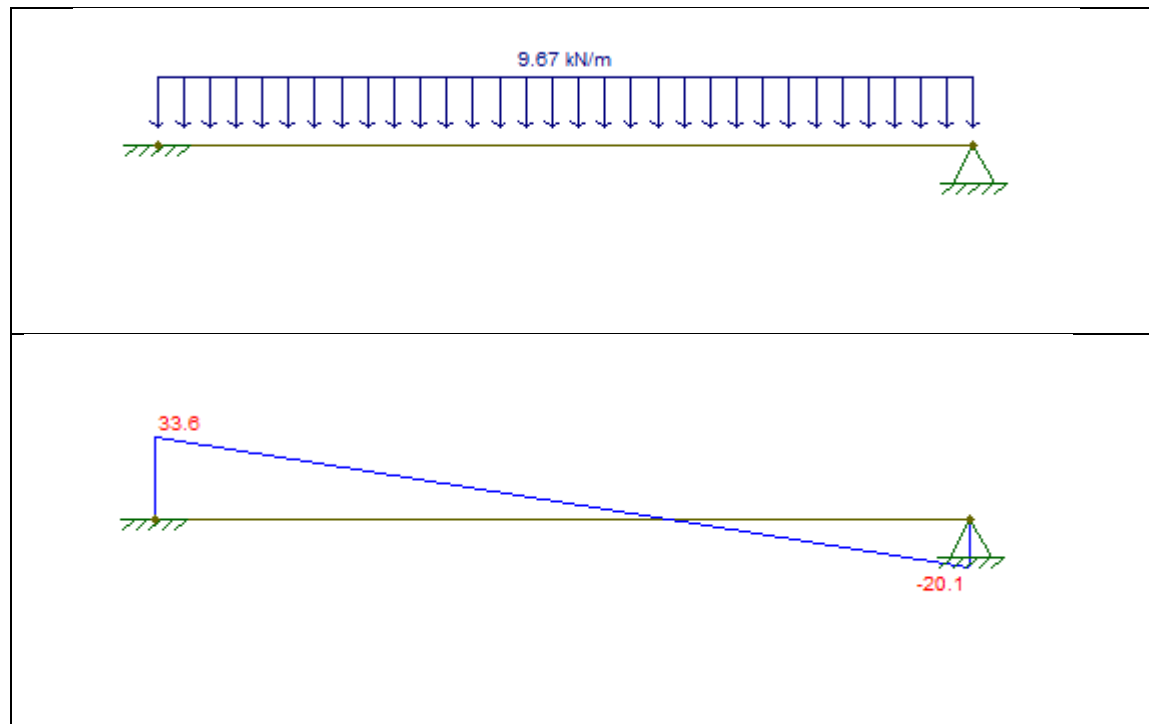
Estaca ES43												
cota (m)	Profundidade	Solo	K(kN/m²)	α(%)	SPT	SPT cumulado	τ	σ	Q lat (kN)	Qpont (kN)	Qtotal (kN)	%Qlat/Qtotal
100	0	Vai ter corte e reaterro nessa parte do terreno, por tanto, não da para confiar nos dados das sondagens porque vão ser modificados devido ao movimento de terra.										
99	1											
98	2											
97	3											
96	4											
95	5	silte argilo-arenosa	250	3%	5	5	6,667	444,444	26,180	21,817	47,997	0,6
94	6		250	3%	7	13	15,833	611,111	74,613	29,998	104,611	0,8
93	7		250	3%	8	21	25,833	666,667	142,026	32,725	174,751	0,9
92	8		250	3%	9	30	37,083	750,000	233,001	36,816	269,817	0,9
91	9		250	3%	25	54	67,917	2055,556	480,075	100,902	580,976	0,9

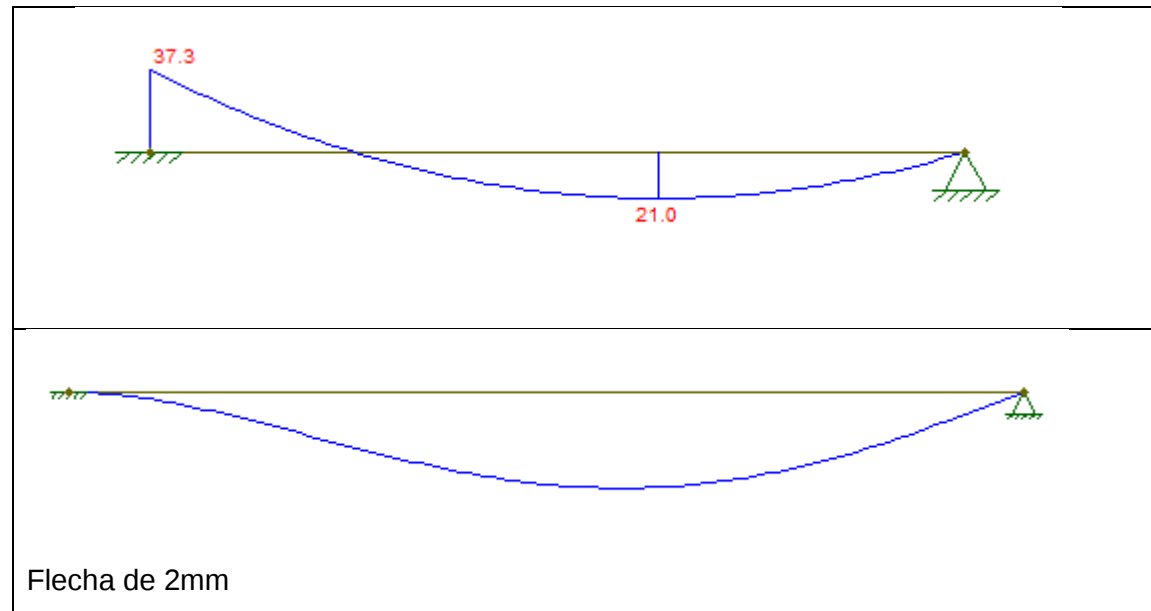
R (kN) (por estaca)	36,0
Quantidade de estacas no bloco	82,68594247
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

R (kN) (por estaca)	20,2
Quantidade de estacas no bloco	82,37106155
Diametro da estaca (m)	0,25
Cota da ponta das estacas	93 m

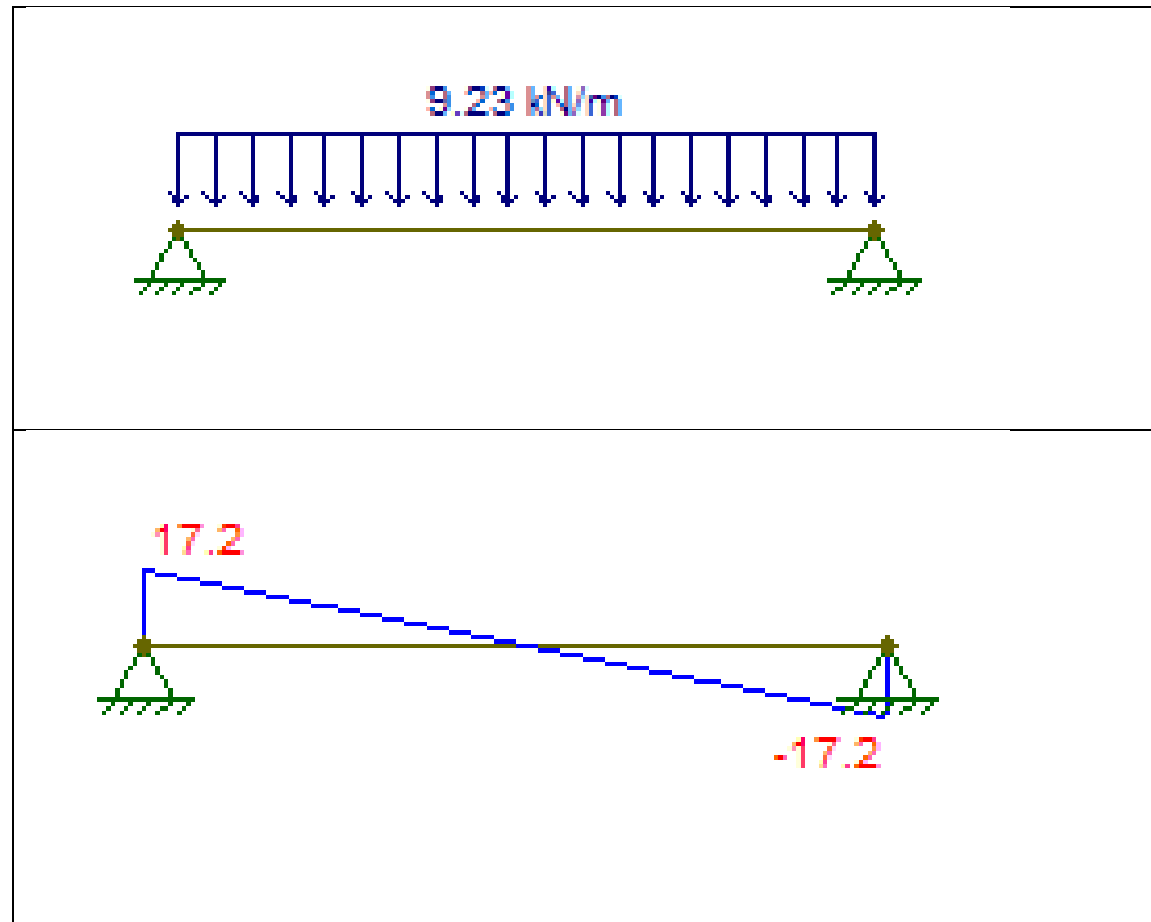
APÊNDICE B: RESULTADOS DE ESTUDO DAS VIGAS

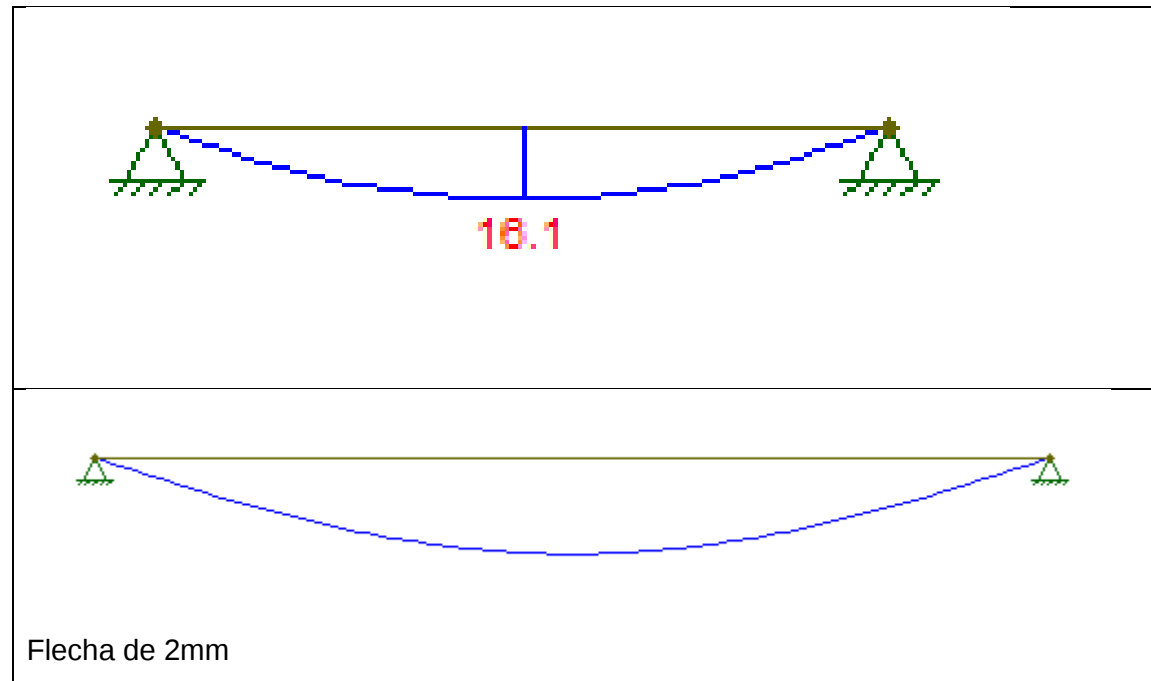
Viga V1



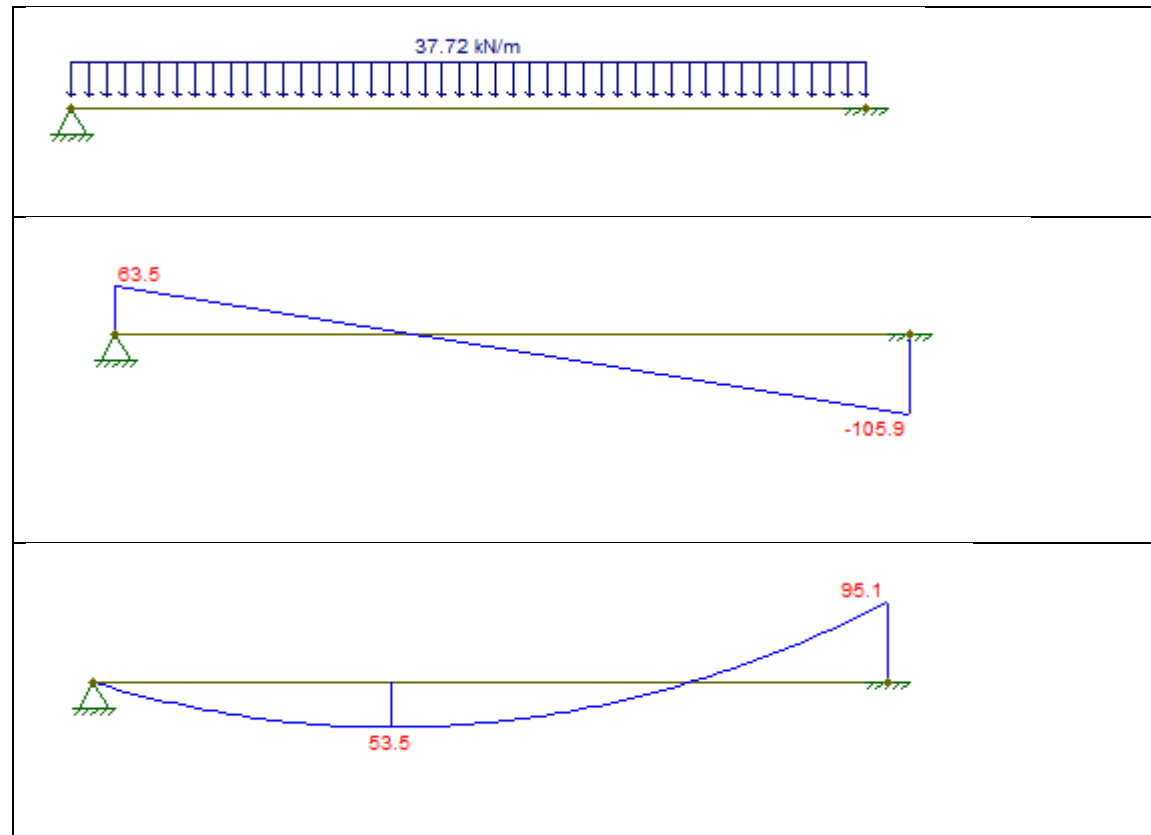


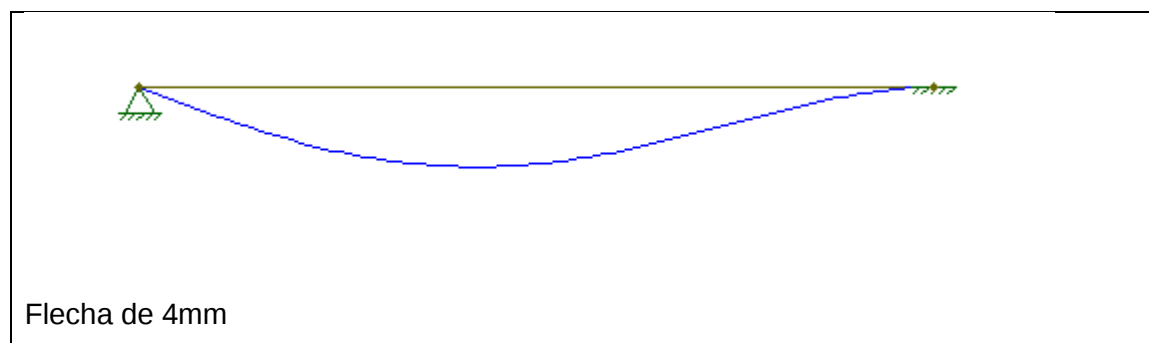
Viga V2:



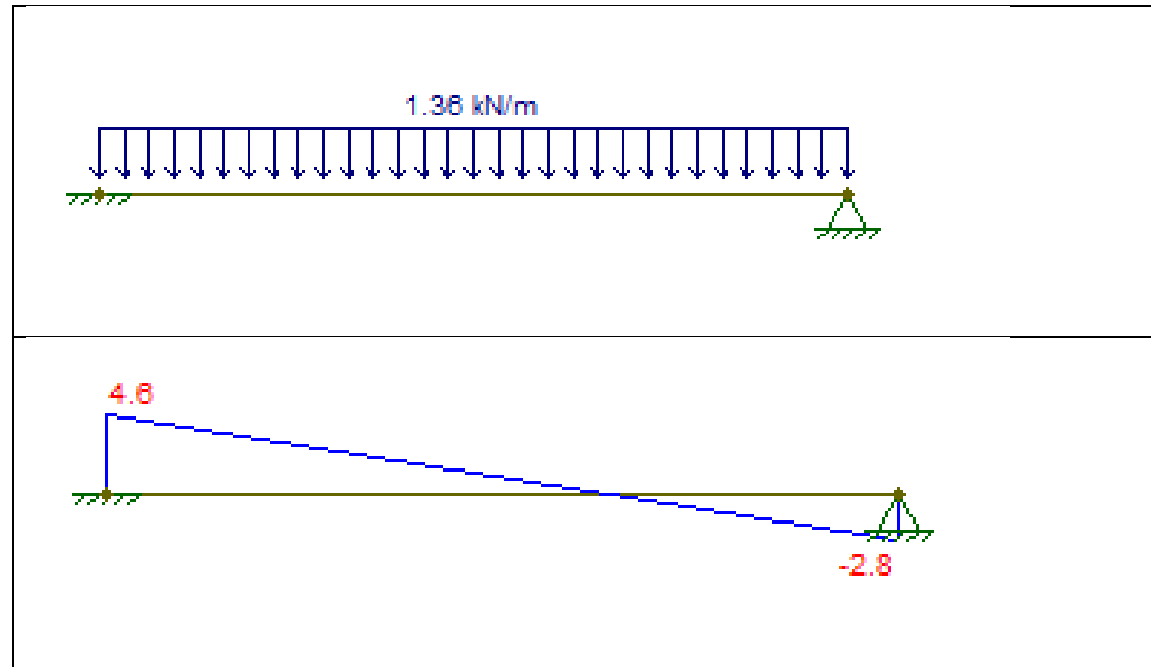


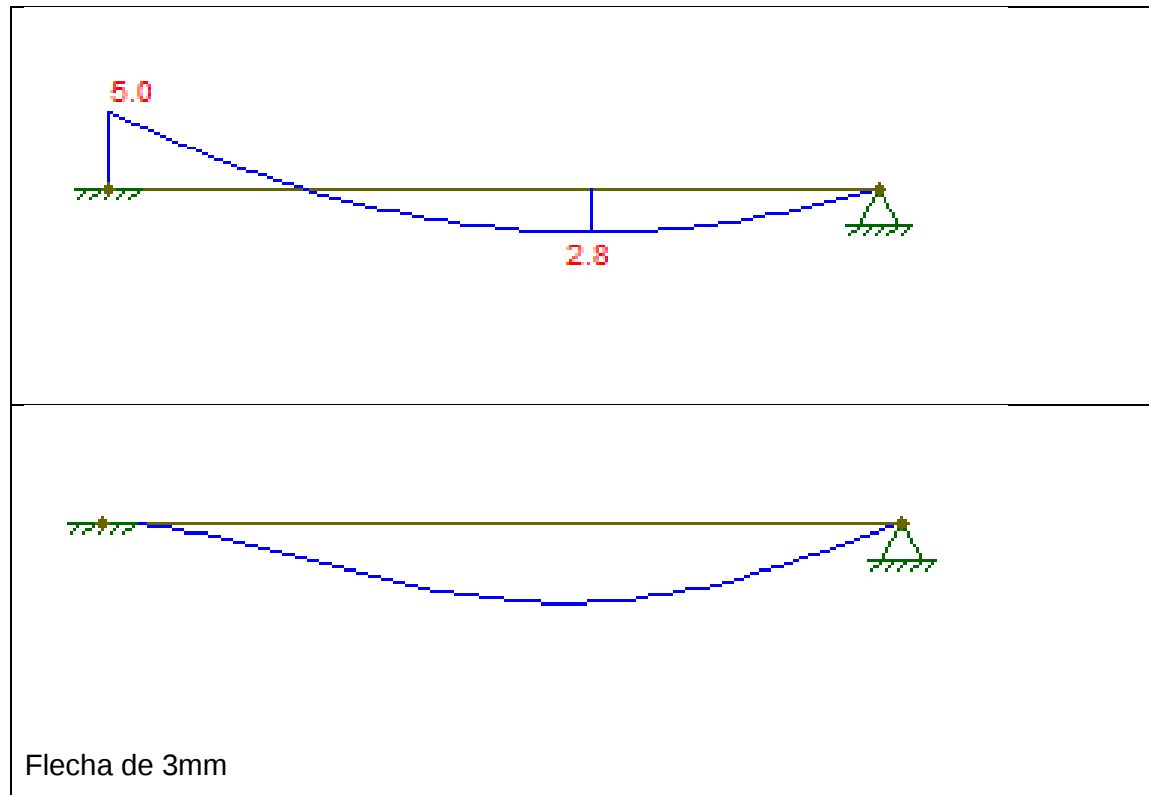
Viga V3:



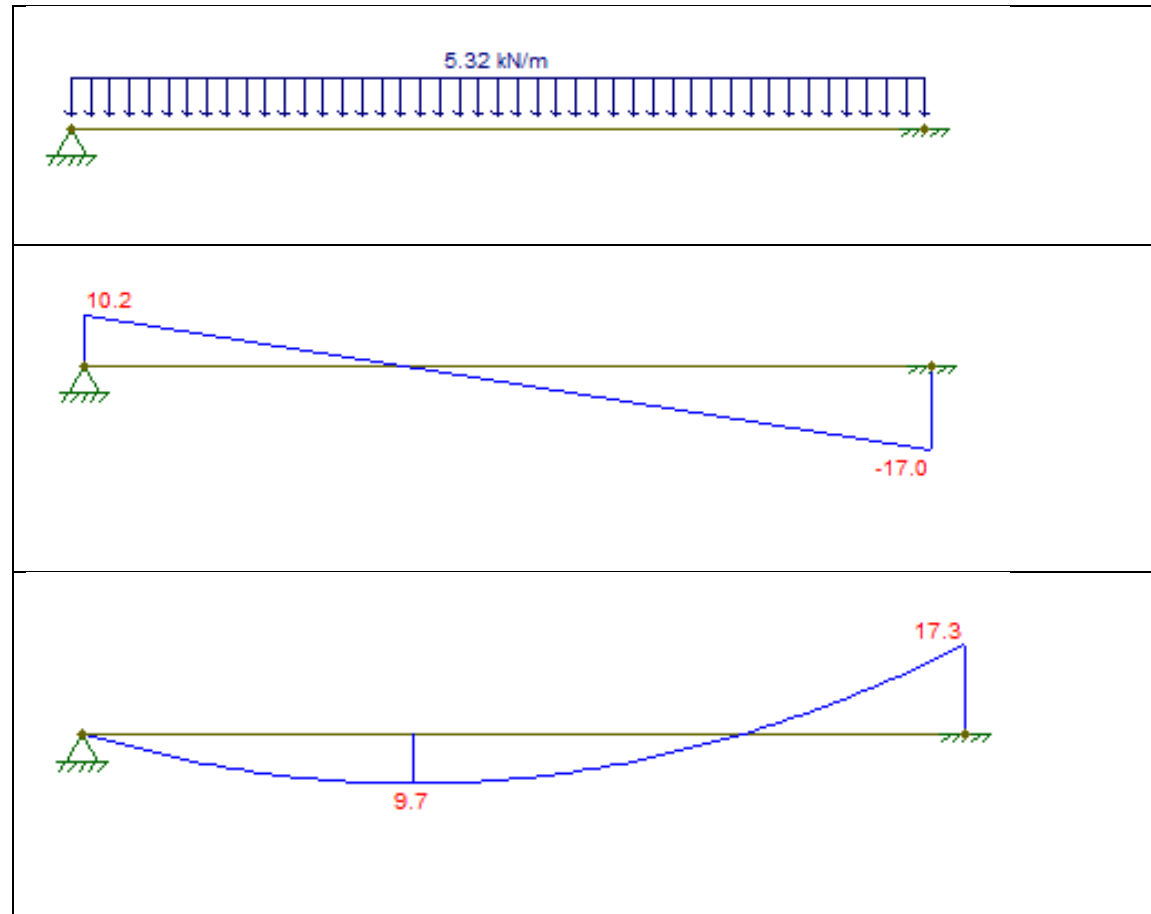


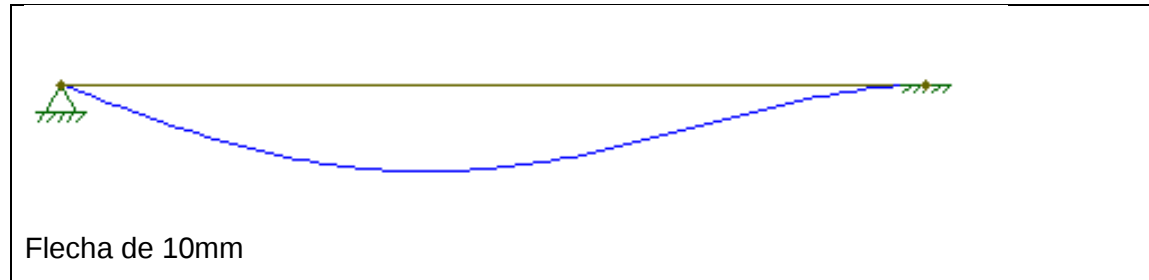
Viga V4:





Viga V5:





APÊNDICE C: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE HIDRÁULICA

ÁGUA FRIA

Pesos relativos dos pontos

Ambiente	Aparelho	peso
banheiro	bacia sanitária	0,3
banheiro	chuveiro	0,4
banheiro	lavatório	0,3
cozinha	Pia	0,7
cozinha	maq lavar louça	1
A. Serviço	maq lavar roupa	1
A. Serviço	tanque	0,7

Dimensionamento dos trechos

Ambiente	ponto	ptos ramal	Aparelho	ligação com trechos:	peso aparelho	peso acumulado	diâmetro (mm)
banheiro 1	1	1 - 2	bacia sanitária	-	0,3	0,3	20
banheiro 1	2	1 - 2	chuveiro	1	0,4	0,7	20
banheiro 1	3	3 - 4	lavatório 1	-	0,3	0,3	20
banheiro 1	4	3 - 4	lavatório 2	3	0,3	0,6	20
banheiro 1	5	1 - 4	ramal banho 1	4, 2	-	1,3	25
banheiro 2	6	6 - 7	bacia sanitária	-	0,3	0,3	20
banheiro 2	7	6 - 7	chuveiro	6	0,4	0,7	20

Ambiente	ponto	ptos ramal	Aparelho	ligação com trechos:	peso aparelho	peso acumulado	diâmetro (mm)
banheiro 2	8	8 - 9	lavatório 3	-	0,3	0,3	20
banheiro 2	9	8 - 9	lavatório 4	8	0,3	0,6	20
banheiro 2	10	6 - 9	ramal banho 2	7,9	-	1,3	25
banheiros	11	1 - 9	ramal banho 1+2	5, 10	-	2,6	25
cozinha	12	12 - 14	maq. Lavar louça	-	1	1	20
cozinha	13	12 - 14	filtro de água	12	0,3	1,3	25
cozinha	14	12 - 14	pia	13	0,7	2	25
A. serviço	15	15 - 16	tanque	-	0,7	0,7	20
A. serviço	16	15 - 16	maq. Lavar roupa	15	1	1,7	25
A. serviço	17	1 - 16	coluna	16, 14, 11	-	6,3	32
lavabo	18	18 - 19	bacia sanitária	-	0,3	0,3	20
lavabo	19	18 - 19	lavatório	18	0,3	0,6	20
lavabo	20	18 - 19	coluna	19		0,6	20
banheiro pisc	21	21 - 24	torneira de jardim	-	0,4	0,4	20
banheiro pisc	22	21 - 24	lavatório	21	0,3	0,7	20
banheiro pisc	23	21 - 24	bacia sanitária	22	0,3	1	20
externo	24	21 - 24	chuveiro elétrico	23	0,1	1,1	25
banheiro pisc	25	21 - 24	coluna	24		1,1	25
A. serviço	26	26	boiler	-		1	25
barrilete	27	1- 26	barrilete	17, 20, 25, 26		9	32

ÁGUA QUENTE

Pesos relativos dos pontos

Ambiente	Aparelho	peso
banheiro	chuveiro	0,4
banheiro	lavatório	0,3
cozinha	Pia	0,7

Dimensionamento dos trechos

Ambiente	ponto	ptos ramal	Aparelho	ligação com trechos:	peso aparelho	peso acumulado	diâmetro (mm)
banheiro 1	1	1	chuveiro	-	0,4	0,4	15
banheiro 1	2	2 - 3	lavatório 1	-	0,3	0,3	15
banheiro 1	3	2 - 3	lavatório 2	2	0,3	0,6	15
banheiro 1	4	1 - 3	ramal banho 1	1, 3	-	1	15
banheiro 1	5	5	chuveiro	-	0,4	0,4	15
banheiro 1	6	6 - 7	lavatório 3	-	0,3	0,3	15
banheiro 1	7	6 - 7	lavatório 4	2	0,3	0,6	15
banheiro 1	8	5 - 7	ramal banho 2	1, 3	-	1	15
banheiros	9	1 - 7	ramal banho 1+2	4, 8	-	2	22
cozinha	10	10	pia	-	0,7	0,7	15
coluna	11	1 - 10	coluna	9, 10	-	2,7	22

ESGOTO SANITÁRIO

UHC dos aparelhos da residência

Ambiente	Aparelho	nºUHC	Diâmetro
Banheiro	Bacia Sanitária	6	100
Banheiro	Lavatório	1	40
Banheiro	Chuveiro	2	40
Cozinha	Pia	3	50
Cozinha	Maq. Lavar louça	2	40
A. Serviço	Tanque roupas	3	40
A. Serviço	Maq. Lavar roupas	3	40
A. Serviço	Ralo Seco	1	40

Diâmetro e declividades dos trechos

Ambiente	Trecho	Início	Fim	ligação dos trechos:	UHC	Diâmetro	Declividade
Banheiro 1	1	bacia sanitária	ramal	-	6	100	1%
Banheiro 1	2	chuveiro	caixa sifonada	-	2	40	2%
Banheiro 1	3	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
Banheiro 1	4	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
Banheiro 1	5	caixa sifonada	ramal 1	2, 3, 4	4	50	2%
Banheiro 1	6	ramal 1	Tubo de queda	5, 1	10	100	1%
Banheiro 2	7	bacia sanitária	ramal	-	6	100	1%

Ambiente	Trecho	Início	Fim	ligação dos trechos:	UHC	Diâmetro	Declividade
Banheiro 2	8	chuveiro	caixa sifonada	-	2	40	2%
Banheiro 2	9	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
Banheiro 2	10	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
Banheiro 2	11	caixa sifonada	ramal 2	8, 9, 10	4	50	2%
Banheiro 2	12	ramal 2	Tubo de queda	7, 11	10	100	1%
-	13	Tubo de queda	-	6, 12	20	100	-
Cozinha	14	Tubo de queda	ramal 3	13	20	100	2%
Cozinha	15	pia	ramal 3	-	3	50	2%
A. Serviço	16	ramal 3	ramal 4	14, 15	23	100	2%
Cozinha	17	maq lavar louça	caixa seca	-	2	40	2%
A. Serviço	18	maq lavar roupas	caixa seca	-	3	40	2%
A. Serviço	19	Ralo Seco	caixa seca	-	1	40	2%
A. Serviço	20	Caixa Seca	ramal 4	17, 18, 19	6	50	2%
A. Serviço	21	ramal 4	ramal 5	16, 20	29	100	2%
Lavabo	22	bacia sanitária	ramal 6	-	6	100	1%
Lavabo	23	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
A. Serviço	24	caixa sifonada	ramal 6	23	1	40	2%
A. Serviço	25	tubo ventilação	ramal 6	-		40	2%
A. Serviço	26	tubo de ventilação	-	-	-	50	-
A. Serviço	27	ramal 6	ramal 7	22, 24	7	100	1%
A. Serviço	28	ramal 5 e 7	caixa inspeção 1	21, 27	36	100	1%
Cozinha	29	pia 1	pia 2	-	3	50	1%
Cozinha	30	pia 2	caixa gordura	29	6	100	1%
externo	31	caixa de gordura	caixa de inspeção 2	30	6	100	1%
externo	32	caixa inspeção 1	caixa de inspeção 2	28	36	100	1%

Ambiente	Trecho	Início	Fim	ligação dos trechos:	UHC	Diâmetro	Declividade
externo	33	caixa de inspeção 3	caixa de inspeção 4	31, 32	42	100	1%
banheiro 3	34	bacia sanitária	ramal 8	-	6	100	1%
banheiro 3	35	chuveiro	caixa sifonada	-	2	40	2%
banheiro 3	36	lavatório	caixa sifonada	-	1	40	2%
banheiro 3	37	caixa sifonada	ramal 8	35, 36	3	50	2%
banheiro 3	38	ramal 8	ramal 9	34, 37	9	100	1%
banheiro 3	39	ramal 9	tubo de ventilação	-	-	50	2%
banheiro 4	40	tubo de ventilação	-	-	-	50	-
externo	41	ramal 9	caixa inspeção 5	38	9	100	1%
externo	42	caixa de inpeção 5	caixa de inspeção 4	40	9	100	1%
externo	43	caixa de inpeção 4	saída	42, 33	51	100	1%

APÊNDICE D: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ORÇAMENTO

FUNDAÇÕES

Estacas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)

Estaca a trado

Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Concreto usinao bombeado fck=20 MPA, com lançamento	m³	0,05	260,00	13,00
Pedreiro com encargos complementares	H	0,25	17,39	4,35
Servente com encargos complementares	H	2,1	14,95	31,40
Custo unitário do serviço	m			48,74

Muro de arrimo

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)

Alv estrutural

Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Pedreiro com encargos complementares	H	0,66	17,39	11,48
Servente com encargos complementares	H	0,73	14,95	10,91
Areia média	m³	0,0083	55,50	0,46
Cal hidratada de 1a qualidade para argamassa	kg	0,32	0,45	0,14
Cimento Portland composto CPII - 32	kg	1,25	0,48	0,60
Bloco de concreto estrutural 14x19x39cm, fbk 4,5MPA	Unid.	13,13	1,78	23,37
Custo unitário do serviço	m²			46,97

Quantitativo

Alv estrutural muro

Comprimento	10
Altura	4,2
Área	42

ESTRUTURA E VEDACÕES

Paredes

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Drywall				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	4	13,97	55,88
Carpinteiro de esquadria com encargos complementares	H	4	17,42	69,68
Chapa de madeira compensada resinada	Unid.	0,909	27,55	25,04
Peça de madeira não aparelhada	m	3,6	19,18	69,05
Prego polido	K	0,4	5,67	2,27
Custo unitário do serviço	m²			221,92

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Alv estrutural				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Pedreiro com encargos complementares	H	0,66	17,39	11,48
Servente com encargos complementares	H	0,73	14,95	10,91
Areia média	m³	0,0083	55,50	0,46
Cal hidratada de 1ª qualidade para argamassa	kg	0,32	0,45	0,14
Cimento Portland composto CPII - 32	kg	1,25	0,48	0,60
Bloco de concreto estrutural 14x19x39cm, fbk 4,5MPa	Um	13,13	1,78	23,37
Custo unitário do serviço	m²			46,97

Quantitativo	
Drywall	
Comprimento	6,29
Altura	2,8
Área (m²)	17,612

Quantitativo								
Alv estrutural paredes de vedação								
	Nível cozinha		Nível quartos		Nível quartos		Nível garagem	
	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas
Comprimento	56,28	27,85	32,48	23,74	24,17	6,3	6,99	2,89
Altura	2,8	2,8	2,8	2,8	4,2	4,2	2,8	2,8
Área	157,58	77,98	90,94	66,47	101,51	26,46	19,57	8,09
Área total (m²)	548,62							

Pilares

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Fôrmas				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	0,36	13,97	5,03
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	1,44	17,42	25,08
Chapa de madeira compensada plastificada de 18mm	m²	0,56	30,63	17,15
Desmoldante para fôrma de madeira	L	0,006	10,25	0,06
Peça de madeira nativa regional não aparelhada	m	2,31	7,90	18,25
Peça de madeira nativa regional não aparelhada (sarrafo)	m	3,37	3,16	10,65
Prego polido	kg	0,29	5,67	1,64
Custo unitário do serviço	m²			77,87

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Concretagem				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Armador com encargos complementares	H	0,6	13,84	8,30
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	0,6	13,84	8,30
Pedreiro com encargos complementares	H	0,6	17,39	10,43
Servente com encargos complementares	H	1,6	14,95	23,92
Concreto usinado bombeável, fck 25, com bombeamento	m³	1,05	270,95	284,50
Vibrador de imersão com mangote	H	0,3	1,02	0,31
Custo unitário do serviço	m³			335,77

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Armação				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Ajudante de armador com encargos complementares	H	0,1	13,97	1,40
Armador com encargos complementares	H	0,1	17,42	1,74
Aço CA-50, 10mm, vergalhão	kg	1,1	3,53	3,88
Arame recozido, 18 bwg, 1,25mm	kg	0,03	6,57	0,20
Custo unitário do serviço	m³			7,22

Quantitativo	
Fôrmas para pilares (2)	
<i>Aproximação por seção transversal em forma de quadrado de 0,34 de lado</i>	
Altura	2,8
Área (m²)	3,808

Quantitativo	
Concretagem de pilares (2)	
<i>Aproximação por seção transversal em forma de quadrado de 0,34 de lado</i>	
Altura	2,8
Volume (m³)	0,32368

Quantitativo	
Armação de pilares (2)	
<i>Considerando taxa de aço de 100 kg/m³ de concreto</i>	
Volume concreto	0,64736
Peso (kg)	64,736

Vigas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Fôrmas				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	0,36	13,97	5,03
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	1,44	17,42	25,08
Chapa de madeira compensada plastificada de 18mm	m²	0,56	30,63	17,15
Desmoldante para fôrma de madeira	L	0,006	10,25	0,06
Peça de madeira nativa regional não aparelhada	m	2,31	7,90	18,25
Peça de madeira nativa regional não aparelhada (sarrafo)	m	3,37	3,16	10,65
Prego polido	kg	0,29	5,67	1,64
Custo unitário do serviço	m²			77,87

Quantitativo	
Fôrmas para vigas (3)	
Área (m²)	12,0664

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Concretagem				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Armador com encargos complementares	H	0,6	17,42	10,45
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	0,6	17,42	10,45
Pedreiro com encargos complementares	H	0,6	17,39	10,43
Servente com encargos complementares	H	1,6	14,95	23,92
Concreto usinado bombeável, fck 25, com bombeamento	m³	1,05	270,95	284,50
Vibrador de imersão com mangote	H	0,3	1,02	0,31
Custo unitário do serviço	m³			340,06

Quantitativo	
Concretagem de vigas (3)	
Volume (m³)	0,62552

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Armação				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Ajudante de armador com encargos complementares	H	0,1	13,97	1,40
Armador com encargos complementares	H	0,1	17,42	1,74
Aço CA-50, 10mm, vergalhão	kg	1,1	3,53	3,88
Arame recozido, 18 bwg, 1,25mm	kg	0,03	6,57	0,20
Custo unitário do serviço	kg			7,22

Quantitativo	
Armação de vigas (3)	
Considerando taxa de aço de 100 kg/m³ de concreto	
Volume concreto	0,62552
Peso (kg)	62,552

Lajes

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)

Laje treliçada

Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Concreto usinado bombeável, fck 25, com bombeamento	m³	0,067	270,95	18,15
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	0,25	17,42	4,36
Pedreiro com encargos complementares	H	0,45	17,39	7,83
Servente com encargos complementares	H	0,9	14,95	13,46
Laje pré-moldada de piso treliçada	m²	1	64,29	64,29
Peça de madeira nativa ou regional não aparelhada	m	1,1	7,90	8,69
Prego polido	kg	0,02	5,67	0,11
Tábua de madeira não aparelhada	m	0,3	8,30	2,49
Custo unitário do serviço	m²			119,37

Escadas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)

Escadas

Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Concreto usinado bombeável, fck 25, com bombeamento	m³	1	270,95	270,95
Fôrma tábuas de madeira para peças de concreto, com montagem e d	m²	12	50,27	603,24
Armação aço CA-50, fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	80	7,46	596,80
Custo unitário do serviço	m³			1.470,99

Quantitativo

Laje treliçada

	Nível	Nível quart	Nível garagem
Área	109,67	240,95	48,20
Área total (m²)	398,82		

Quantitativo

Escadas

	Altura espelho	Nº espelhos	Profundidade pisada	Profundidade	Nº patamares	Largura escada
	0,17	25	0,24	1,00	3	1,00
Área total (m²)	1,52					

REVESTIMENTOS

Paredes externas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Chapisco				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa industrializada para chapisco rolado, preparo manual	m³	0,00149	5.431,38	8,09
Pedreiro com encargos complementares	H	0,108	17,39	1,88
Servente com encargos complementares	H	0,054	14,95	0,81
Custo unitário do serviço	m²			10,78

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Monocapa de 45 mm				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa industrializada para revestimentos, mistura e projeção	m³	0,0528	1.063,92	56,17
Pedreiro com encargos complementares	H	0,81	17,39	14,09
Servente com encargos complementares	H	0,81	14,95	12,11
Tela metálica eletrossoldada	m²	0,1388	9,36	1,30
Custo unitário do serviço	m²			83,67

Quantitativo				
Revestimentos paredes externas				
	Nível cozinha	Nível quartos	Nível quartos	Nível garagem
	Externas	Externas	Externas	Externas
Comprimento	56,28	32,48	24,17	6,99
Altura	2,8	2,8	4,2	2,8
Área	157,58	90,94	101,51	19,57
Área total (m²)	369,61			

Paredes internas áreas secas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Chapisco				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa industrializada para chapisco rolado, preparo manual	m³	0,00149	5.431,38	8,09
Pedreiro com encargos complementares	H	0,108	17,39	1,88
Servente com encargos complementares	H	0,054	14,95	0,81
Custo unitário do serviço	m²			10,78

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Emboço				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa industrializada	m³	0,0376	1.062,92	39,97
Pedreiro com encargos complementares	H	0,43	17,39	7,48
Servente com encargos complementares	H	0,053	14,95	0,79
Custo unitário do serviço	m²			48,24

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Pintura				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Pintor com encargos complementares	H	0,4	18,16	7,26
Servente com encargos complementares	H	0,3	14,95	4,49
Lixa em folha para parede	UND	0,25	0,76	0,19
Tinta látex PVA premium, cor branca	L	0,24	13,89	3,33
Custo unitário do serviço	m²			15,27

Quantitativo								
Revestimentos paredes								
	Nível cozinha		Nível quartos		Nível quartos		Nível garagem	
	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas	Externas	Internas
Comprimento	56,28	27,85	32,48	23,74	24,17	6,3	6,99	2,89
Altura	2,8	2,8	2,8	2,8	4,2	4,2	2,8	2,8
Lados	1	2	1	2	1	2	1	2
Área	157,58	155,96	90,94	132,94	101,51	52,92	19,57	16,18
Área total (m²)	727,62							

Paredes de áreas molháveis (apenas alvenaria)		
	Nível cozinha	Nível quartos
Comprimento	20,78	15,55
Altura	2,8	2,8
Área	58,184	43,54
Área total (m²)	101,72	

Revestimentos paredes internas áreas secas	
Área total (m²)	625,90

Paredes áreas molháveis

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Rev Cerâmico				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Azulejista ou ladrilhista com encargos complementares	H	1,02	16,14	16,46
Servente com encargos complementares	H	0,5	14,95	7,48
Revestimento em cerâmica esmaltada extra	m²	1,09	22,45	24,47
Argamassa colante ACI para cerâmicas	kg	6,14	0,59	3,62
Rejunte colorido	kg	0,22	3,75	0,83
Custo unitário do serviço	m²			52,86
Contrapiso				

Revestimento cerâmico de áreas molháveis		
	Nível cozinha	Nível quartos
Comprimento alv.	20,78	15,55
Comprimento drywall	3,00	4,62
Altura	2,80	2,80
Área	66,584	56,476
Área total (m²)	123,06	

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Contrapiso áreas molháveis				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa traço 1:4 para contrapiso, preparo manual	m³	0,031	462,27	14,33
Pedreiro com encargos complementares	H	0,59	17,39	10,26
Servente com encargos complementares	H	0,295	14,95	4,41
Cimento Portland composto CP II-32	kg	0,6	0,48	0,29
Adesivo para argamassas e chapiscos	L	0,425	7,48	3,18
Custo unitário do serviço	m²			32,47

Quantitativo			
Áreas molháveis			
	Nível cozinha	Nível quartos	Nível garagem
Área	39,54	17,21	
Área total (m²)	56,74		

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Contrapiso áreas secas				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Argamassa traço 1:4 para contrapiso, preparo manual	m³	0,053	462,27	24,50
Pedreiro com encargos complementares	H	0,33	17,39	5,74
Servente com encargos complementares	H	0,165	14,95	2,47
Cimento Portland composto CP II-32	kg	1	0,48	0,48
Adesivo para argamassas e chapiscos	L	0,435	7,48	3,25
Custo unitário do serviço	m²			36,44

Quantitativo			
Áreas secas			
	Nível cozinha	Nível quartos	Nível garagem
Área de laje	109,67	240,95	48,20
Áreas molháveis	39,54	17,21	
Áreas secas (m²)	342,08		

Pisos

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Porcelanato				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Azulejista ou ladrilhista com encargos complementares	H	0,39	16,14	6,29
Servente com encargos complementares	H	0,19	14,95	2,84
Piso em porcelanato retificado extra	m ²	1,06	60,94	64,60
Rejunte colorido	kg	0,24	3,75	0,90
Argamassa ou cimento colante em pó para fixação ACIII	kg	8,62	1,65	14,22
Custo unitário do serviço	m²			88,85

Forros

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Gesso				
Elementos	Unid.	Coef.	Custo unit.	Custo do elemento
Gesseiro com encargos complementares	H	0,5	15,77	7,89
Servente com encargos complementares	H	0,5	14,95	7,48
Arame galvanizado 18 bwg	kg	0,1	8,63	0,86
Gesso	kg	1,6	0,48	0,77
Placa de gesso para forro	m ²	1,1	10,75	11,83
Custo unitário do serviço	m²			28,82

Quantitativo		
Porcelanato		
Considerado em todos os pisos exceto garagem		
	Nível cozinha	Nível quartos
Área de laje	109,67	240,95
Área total (m²)	350,62	

Quantitativo	
Forro de gesso	
Considerado forro abaixo dos banheiros e no teto da garagem	
Área total (m²)	50

Piscina

Quantitativo	
Piscinas: emboço e revestimento cerâmico	
Área total (m²)	19,5

IMPERMEABILIZAÇÃO

Áreas internas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)**Argamassa pol. 2cm**

<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Argamassa traço 1:3 para contrapiso, preparo mecânico com betoneira	m³	0,02	425,89	8,52
Pedreiro com encargos complementares	H	0,75	17,39	13,04
Servente com encargos complementares	H	0,75	14,95	11,21
Aditivo impermeabilizante para concreto e argamassa	kg	0,3784	6,04	2,29
Custo unitário do serviço	m²			35,06

Piscina

Quantitativo**Argamassa polimérica áreas internas**

Banheiros do nível cozinha e do nível quartos

Áreas molháveis	39,54	17,21
Área total (m²)	56,74	

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)**Manta asfáltica**

<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Ajudante especializado com encargos complementares	H	0,45	15,95	7,18
Impermeabilizador com encargos complementares	H	0,45	18,11	8,15
Servente com encargos complementares	H	0,3	14,95	4,49
Primer TP ADEFLEX 612 asfaltos vitoria ou equivalente	kg	0,5	14,34	7,17
Manta impermeabilizante a base de asfalto modificado com polímero	m²	1,1	31,87	35,06
Tinta primária betuminosa em suspensão aquosa	kg	0,6	5,27	3,16
Custo unitário do serviço	m²			65,20

Quantitativo**Manta asfáltica**

Piscina

Área total (m²)	19,5
------------------------	-------------

ESQUADRIAS**Portas**

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Portas de madeira				
<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Carpiteiro de esquadria com encargos complementares	H	2,06	17,21	35,45
Pedreiro com encargos complementares	H	1,4	17,39	24,35
Servente com encargos complementares	H	3,45	14,95	51,58
Argamassa para assentamento de alvenaria	m³	0,01	465,63	4,66
Aduela (guarnição, batente ou caixa)	JG	1	90,00	90,00
Alizar/guarnição de madeira	m	10	2,97	29,70
Parafuso	Unid.	8	0,92	7,36
Peça de madeira de lei nativa/regional para fixação de esquadrias	Unid.	6	0,69	4,14
Porta madeira maciça regional 2A	m²	1,68	258,91	434,97
Dobradiça latão cromado	Unid.	3	19,59	58,77
Prego de aço	kg	0,6	6,10	3,66
Custo unitário do serviço	Unid.			744,63

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Portas de correr				
<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Pedreiro com encargos complementares	H	1,5	17,39	26,09
Servente com encargos complementares	H	1	14,95	14,95
Argamassa	m³	0,004	347,78	1,39
Porta de correr em alumínio com duas folhas para vidro e guarnição	m²	1	332,58	332,58
Custo unitário do serviço	m²			375,01

Janelas

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)				
Janelas maxim ar				
<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Pedreiro com encargos complementares	H	1	17,39	17,39
Servente com encargos complementares	H	1,1	14,95	16,45
Areia grossa	m³	0,005	58,00	0,29
Janela alumínio maxim ar, serie 25, 90 x 110	m²	1,1	510,77	561,85
Cimento Portland composto CP II-32	kg	2,12	0,48	1,02
Custo unitário do serviço	m²			596,99

Quantitativo		
Janela maxim ar		
	Área	N.o janelas
<i>Janelas de banheiros</i>	0,37	9
<i>Janelas de cozinha</i>	1,5	7
<i>Janelas da sala</i>	2,15	2
Área total (m²)	18,13	

MOVIMENTO DE TERRA

Quantitativo	
Movimento e escavação	
Volume (m³)	96,79

TELHADO

Estrutura

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)**Estrutura de telhado de madeira**

<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H	0,6	13,97	8,38
Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares	H	0,55	17,42	9,58
Madeira lei nativa serrada aparelhada	m³	0,0095	2.615,00	24,84
Prego polido	kg	0,065	6,10	0,40
Custo unitário do serviço	m²			43,20

Cobertura

Quantitativo**Estrutura de madeira de telhado**

Área total (m²)	230,00
------------------------	--------

COMPOSIÇÃO DO SERVIÇO (SINAPI)**Estrutura de telhado de madeira**

<i>Elementos</i>	<i>Unid.</i>	<i>Coef.</i>	<i>Custo unit.</i>	<i>Custo do elemento</i>
Argamassa para contrapiso	m³	0,003	347,78	1,04
Servente com encargos complementares	H	2	14,95	29,90
Telhadista com encargos complementares	H	1,5	15,54	23,31
Arame recozido 18 bwg	kg	0,034	6,35	0,22
Telha cerâmica tipo paulista	UND	25	1,12	28,00
Custo unitário do serviço	m²			82,47

Quantitativo**Estrutura de madeira de telhado**

Área total (m²)	253,00
------------------------	--------