

**CAROLINA RODRIGUES DE OLIVEIRA
PAULO EDUARDO RAMILO
RENAN SHIRO ARRIVABENE SATO
RODRIGO PEREIRA DA SILVA**

PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA EM ITUPEVA

Trabalho de Formatura do Curso de
Engenharia Civil apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo

São Paulo
2016

**CAROLINA RODRIGUES DE OLIVEIRA
PAULO EDUARDO RAMILO
RENAN SHIRO ARRIVABENE SATO
RODRIGO PEREIRA DA SILVA**

PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA EM ITUPEVA

Trabalho de Formatura do Curso de
Engenharia Civil apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo

Orientador: Prof. Dr. Silvio Burrattino
Melhado

São Paulo
2016

Catalogação-na-publicação

Silva, Rodrigo

Projeto de uma residência em Itupeva / R. Silva, C. Oliveira, P. Ramilo, R. Sato -- São Paulo, 2016.
127 p.

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

1.Projeto de arquitetura 3.Engenharia Civil 4.Residência Domiciliar
[Projeto] I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t. III.Oliveira, Carolina IV.Ramilo, Paulo V.Sato, Renan

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, pelo apoio incondicional e incentivo que nos direcionou até este momento de nossas vidas.

À Escola Politécnica e à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, pela oportunidade do programa de dupla-formação POLIFAU, que sem ele não teríamos ousado realizar este trabalho.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Sílvio Burrattino Melhado, pela oportunidade, pelo suporte durante o pouco tempo que tivemos e pela confiança que tinha para conosco.

Aos nossos convidados da banca, Prof. Dr. Antonio Carlos Barossi e a Prof^a Ma. Aline Valverde Arrotéia, por aceitarem tanto na primeira como na segunda vez em que lhes convidamos para nossa banca, e por suas críticas e ideias arquitetônicas que nos auxiliaram durante esse semestre.

Ao casal, Renan Barabanov e Camila Molina, que viemos a conhecer melhor ao longo deste período, aceitaram o desafio que propusemos de criar um projeto em seu terreno para a realização desse trabalho e para um possível primeiro projeto construído.

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	Objetivos	2
2.1	Objetivos Gerais.....	2
2.2	Objetivos Específicos.....	3
3	Justificativa e Método.....	4
4	Revisão Bibliográfica.....	5
4.1	Referências Arquitetônicas	7
4.1.1	Casa Grelha / FGMF Arquitetos.....	7
4.1.2	Casa Planalto / Flavio Castro	8
4.1.3	Casa Vila Matilde / Terra e Tuma Arquitetos Associados	9
4.1.4	Residência na Colina / Gian Salis Architect.....	10
4.1.5	Casas Hermanas / Drucker Arquitetos Associados	11
4.1.6	Casa AM / Arte Urbana Arquitetos.....	12
4.1.7	Casa Farnsworth / Mies van der Rohe.....	13
5	Desenvolvimento do Tema.....	14
5.1	Etapas do projeto	14
5.2	Caracterização dos Clientes	15
5.2.1	Clientes e suas expectativas.....	15
5.2.2	Programa de necessidades	15
5.3	Terreno	16
5.3.1	Localização	16
5.3.2	Legislações do município e condomínio	20
5.3.3	Caracterização do solo e sondagem.....	21
5.4	Projeto Arquitetônico.....	25
5.4.1	Concepção Inicial.....	25
5.4.2	Implantação	28

5.4.3	Pré-dimensionamento da estrutura.....	37
5.5	Custos de Construção.....	38
5.6	Sistema Predial de Água Fria e Água Quente	40
5.6.1	Consumo de Água e Volume do Reservatório.....	40
5.6.2	Aquecedor	41
5.6.3	Verificação de Pressão	41
5.6.4	Posição do sistema de água fria e água quente	44
5.7	Sistema de Esgoto	48
5.7.1	Fossa Séptica	48
5.7.2	Posição do Sistema de Esgoto	51
5.8	Sistema de Elétrica	53
5.9	Iluminação.....	57
5.9.1	Cálculo Preliminar.....	57
5.9.2	Dados	58
5.9.3	Resultados	64
5.10	Paisagismo	66
5.10.1	Espécies de forração	68
5.10.2	Espécies Arbóreas.....	71
5.11	Materiais	73
5.11.1	Porcelanato.....	73
5.11.2	Pastilhas	75
5.11.3	Piso Cimentício Atérmico.....	75
5.11.4	Bloco Intertravado Piso Grama	76
5.11.5	Concreto Liso.....	76
5.11.6	Placas Pré-Moldadas de Concreto	77
5.11.7	Mosaico de Rocha	77
5.12	Detalhes Construtivos	78

5.12.1	Fundação	78
5.12.2	Estrutura	79
5.12.3	Vedações	81
5.12.4	Revestimentos Verticais	83
5.12.5	Revestimento Horizontal	84
5.12.6	Cobertura	86
5.12.7	Piscina	86
6	Conclusão	88
	Referências Bibliográficas	90
	ANEXO I: Planta do terreno	92
	ANEXO II: Planta Pavimento Térreo	93
	ANEXO III: Planta Pavimento Superior	94
	ANEXO IV: Planta da Cobertura	95
	ANEXO V: Planta Espaço Zen	96
	ANEXO VI: Corte A-A	97
	ANEXO VII: Corte B-B	98
	ANEXO VIII: Corte C-C	99
	ANEXO IX: Elevação Nordeste	100
	ANEXO X: Elevação Noroeste	101
	ANEXO XI: Elevação Sudeste	102
	ANEXO XII: Elevação Sudoeste	103
	ANEXO XIII: Diagrama unifilar do térreo (luzes)	104
	ANEXO XIV: Diagrama unifilar do térreo (tomadas)	105
	ANEXO XV: Diagrama unifilar do pavimento superior (luzes)	106
	ANEXO XVI: Diagrama unifilar do pavimento superior (tomadas)	107
	ANEXO XVII: Diagrama unifilar do Espaço Zen (luzes)	108
	ANEXO XVIII: Diagrama unifilar do Espaço Zen (tomadas)	109

ANEXO XIX: Diagrama unifilar das luzes externas	110
ANEXO XX: Diagrama unifilar da área da piscina.....	111

RESUMO

Este texto trata de um trabalho multidisciplinar, nas áreas de arquitetura e engenharia civil, e tem por objetivo documentar o processo de desenvolvimento de um projeto de residência unifamiliar de alto padrão.

O objetivo principal do trabalho é desenvolver um projeto residencial, abordando as disciplinas de engenharia, tais como sistemas hidrossanitários, rede elétrica, iluminação, estrutura e fundações. Além disso, procurou-se chegar a um projeto racionalizado, contemplando as exigências do cliente, e dessa forma se aproximar ao máximo de uma atuação profissional.

A proposta surgiu da ideia, por parte do grupo, de vivenciar um caso prático de projeto, capaz de unir em um único produto todos os conhecimentos construídos ao longo do curso de Engenharia Civil, na modalidade de dupla formação com Arquitetura.

A metodologia adotada consta de revisão bibliográfica, reuniões com o cliente e atendimentos de projeto. Como recursos, foram utilizados manuais e normas técnicas para os dimensionamentos e softwares como o AutoCAD e o Revit, ambos da AutoDesk, para a elaboração dos desenhos.

Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, foi necessário levantar com o cliente as informações necessárias para elaborar um programa de necessidades e dar início aos desenhos.

Os projetos de engenharia foram executados de forma inicial, por conta do tempo disponível para a realização do trabalho aliado à quantidade e complexidade dos sistemas abordados.

Dentre os desafios enfrentados, como seguir recomendações técnicas de sondagem e obter um *layout* satisfatório, foi proporcionado ter a visão da interface do projetista com demais profissionais envolvidos em um processo de construção.

Portanto, o objetivo principal do Trabalho de Formatura foi atingido, uma vez que todos os pré-dimensionamentos propostos foram calculados e as pranchas desenhadas permitem um bom entendimento do projeto.

Palavras-Chave: Projeto de Arquitetura. Engenharia Civil. Residência Domiciliar [Projeto].

ABSTRACT

This text is a multidisciplinary work in the fields of architecture and civil engineering, and aims to document the process of developing a project of single-family residence.

The main objective of this paper is to develop a design of a residence, addressing the engineering disciplines, such as electrical, hydrosanitary systems, lighting, structure and foundations. In addition, the group tried to come up with a streamlined design, including the client's requirements, and thus approaching the maximum of a professional performance.

The proposal arose from the desire of the group to experience a practical case of project, capable of uniting in a single product the knowledge constructed along the course of Civil Engineering, in dual mode with Architecture.

The methodology adopted consists of literature review, meetings with the client and project visits. As resources, manuals and technical standards were used for the dimensioning, along with softwares within the concept of BIM (Building Information Modeling), such as Revit, by AutoDesk.

For the development of the architectural design, it was necessary to get to know the client and raise the information necessary to draw up a program of needs and initiate the drawings.

Engineering designs were executed superficially because of the time available to perform the task, on top of the quantity and complexity of the systems discussed.

Among the difficulties found, such as following technical recommendations of soil survey and obtain a satisfactory layout, provided the vision of the designer's interface with other professionals involved in the process of construction.

Therefore, the main objective of this Final Graduation Work was fulfilled.

Key-words: Architecture Design. Civil Engineering. Residence [Design].

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa Greilha	7
Figura 2: Casa Planalto	8
Figura 3: Casa Vila Matilde	9
Figura 4: Residência na colina	10
Figura 5: Casas Hermanas.....	11
Figura 6: Casa AM	12
Figura 7: Casa Farnsworth	13
Figura 8: Etapas realizadas na primeira fase do projeto	14
Figura 9: Etapas realizadas na segunda fase do projeto	14
Figura 10: Localização do município de Itupeva	16
Figura 11: Vista frontal da entrada do condomínio.....	17
Figura 12: Vista frontal da rua para o terreno.....	17
Figura 13: Vista da rua para o terreno.....	18
Figura 14: Vista para a rua em frente ao terreno.....	18
Figura 15: Planta topográfica do terreno	19
Figura 16: Parte do anexo II - Áreas, índices e coeficientes	20
Figura 17: Posição dos pontos de perfuração	21
Figura 18: Sondagem - Vista do tripé e dos operários	22
Figura 19: Sondagem - Detalhe da realização dos furos	23
Figura 20: Sondagem - Amostra do solo	24
Figura 21: Sondagem - Perfil do ponto de maior profundidade	24
Figura 22: Croquis iniciais	25
Figura 23: Busca por implantação que não exija a retirada dos matacões	26
Figura 24: Primeira concepção arquitetônica	27
Figura 25: Estudos para encontrar uma modularidade	28
Figura 26: Implantação.....	29

Figura 27: Estudo solar	30
Figura 28: Corte 3D do projeto	31
Figura 29: Vista lateral onde se localiza a garagem.....	31
Figura 30: Hall de entrada	32
Figura 31: Cozinha	32
Figura 32: Ligação entre o teto verde e o deck da piscina	33
Figura 33: Espaço zen e teto verde.....	34
Figura 34: Escada do espaço zen para a área da piscina.....	34
Figura 35: Vista lateral do terreno mostrando os diferentes níveis e o canil	35
Figura 36: Suíte Master	36
Figura 37: Passarela	36
Figura 38: Vista 3D da estrutura.....	38
Figura 39: Localização da caixa d'água	41
Figura 40: Banheiro considerado nos cálculos.....	42
Figura 41: Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido ou cobre. Fonte: notas de aula de PCC2465	43
Figura 42: Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido ou cobre. Fonte: notas de aula de PCC2465	43
Figura 43: Representação das tubulações de água na cobertura.....	45
Figura 44: Representação do sistema de água fria e quente no pavimento superior.	46
Figura 45: Representação do sistema de água fria e quente no pavimento térreo. ..	47
Figura 46: Contribuição diária do esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante, fonte: NBR7229 – tabela 1	48
Figura 47: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária, fonte: NBR7229 – tabela 2	49
Figura 48: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio, fonte: NBR7229 – tabela 3.....	49
Figura 49: Representação do sistema de esgoto no pavimento térreo.	51
Figura 50: Representação do sistema de esgoto no pavimento superior.....	52

Figura 51: Simbologia elétrica	53
Figura 52: Posição do quadro geral e da casa	54
Figura 53: Posição dos quadros da piscina e do espaço zen	54
Figura 54: Exemplo de diagrama unifilar (dormitório do térreo)	55
Figura 55: Modelo da luminária (a) e sua curva IES	58
Figura 56: Modelo da luminária (b) e sua curva IES	59
Figura 57: Modelo da luminária (c) e sua curva IES.....	59
Figura 58: Modelo da luminária (d) e sua curva IES	60
Figura 59: Modelo da luminária (e) e sua curva IES	60
Figura 60: Modelo da luminária (f) e sua curva IES	61
Figura 61: Modelo da luminária (g) e sua curva IES	61
Figura 62: Modelo da luminária (h) e sua curva IES	62
Figura 63: Modelo da luminária (i) e sua curva IES.....	62
Figura 64: Modelo da luminária (j) e sua curva IES.....	63
Figura 65: Modelo da luminária (k) e sua curva IES.....	63
Figura 66: Modelo da luminária (l) e sua curva IES.....	64
Figura 67: Cena iluminada pelo programa Dialux	64
Figura 68: Desenho elaborado para o paisagismo.....	67
Figura 69: Viola tricolor	68
Figura 70: Primula x polyantha.....	68
Figura 71: Alternanthera ficoidea	69
Figura 72: Gazania rigens	69
Figura 73: Festuca glauca.....	70
Figura 74: Pitangueira	71
Figura 75: Cambuci	71
Figura 76: Uvaia	72
Figura 77: Ipê-amarelo	72

Figura 78: Ipê-roxo	73
Figura 79: Tonalidades dos porcelanatos	74
Figura 80: Revestimento da piscina.	75
Figura 81: Piso atérmico.....	75
Figura 82: Bloco Intertravado de Piso Grama	76
Figura 83: Exemplo do piso da garagem.....	76
Figura 84: Pré-moldado de concreto para jardim	77
Figura 85: Revestimento para paredes externas.....	77
Figura 86: Execução da estaca Strauss.....	78
Figura 87: Planta de fôrma do pavimento superior.....	79
Figura 88: Planta de fôrma da cobertura.....	80
Figura 89: Tipos de blocos de concreto (fonte: Concremix)	82
Figura 90: Passagem de eletrodutos pelos blocos.....	82
Figura 91: Caixas elétricas fixadas aos blocos.....	82
Figura 92: Esquema construtivo de paredes com blocos de concreto	83
Figura 93: Camadas do revestimento da fachada (pintura aplicada sobre o reboco)83	
Figura 94: Execução do gesso desempenado	84
Figura 95: Elementos do deck da piscina.....	85
Figura 96: Exemplo de deck de madeira	85
Figura 97: Encaixe macho/fêmea das réguas	86
Figura 98: Telha do tipo sanduíche	86
Figura 99: Detalhe construtivo da piscina	87
Figura 100: Esquema do rebombeamento de água para piscina com "borda infinita"	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ambientes e suas áreas	37
Tabela 2: Tabela de Custo Unitário Básico de Construção (Sinduscon-SP)	38
Tabela 3: Custos de composição do SINAPI.....	39
Tabela 4: Custos não contemplados na composição pelo CUB	40
Tabela 5: Dados para verificação da pressão	42
Tabela 6: Velocidades na tubulação	44
Tabela 7: Perdas e pressão	44
Tabela 8: Dados para dimensionamento do tanque séptico	49
Tabela 9: Dimensões do sumidouro.....	50
Tabela 10: Previsão de carga das tomadas	55
Tabela 11: Comprimento dos cabos de elétrica	56
Tabela 12: Iluminância de ambientes internos	57
Tabela 13: Resultados gerados pelo programa dialux	65
Tabela 14: Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração	81
Tabela 15: Espessuras admissíveis para o revestimento de argamassa (ABNT, 1996)	83

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo documentar o processo de desenvolvimento de um projeto de residência unifamiliar de alto padrão. O texto apresenta um caráter multidisciplinar, pois envolve não apenas o projeto arquitetônico, como também projetos em diversas áreas da engenharia civil.

A proposta do trabalho surgiu de uma motivação comum ao grupo: vivenciar um caso prático de projeto. O fator que uniu os membros do grupo foi o desejo de juntar em um único trabalho a aplicação dos conhecimentos construídos ao longo de sete anos de graduação em Engenharia Civil, na modalidade de Dupla formação com Arquitetura (Programa Poli-FAU). O setor de atuação escolhido também foi consenso desde o início, uma vez que esse nicho de mercado é bastante tradicional para os profissionais das áreas da arquitetura e engenharia.

A metodologia adotada procurou se aproximar de um caso prático de atuação profissional. Para tanto, em paralelo com as pesquisas bibliográficas, houve a necessidade de encontrar um cliente disposto a ceder seu tempo para reuniões e discussão de um programa de necessidades, que uma vez definidas, deram prosseguimento ao desenvolvimento do projeto de arquitetura, seguido dos projetos de engenharia e elaboração de um orçamento.

As normas técnicas para auxiliar a concepção dos espaços e dimensionamento da estrutura e fundações, dos sistemas prediais e dos métodos construtivos foram consultadas por meio da biblioteca virtual disponibilizada pela Universidade. Na etapa de concepção arquitetônica, foram realizados atendimentos com profissionais da área e reuniões com os clientes. O contato estabelecido com estes foi pelos meios presencial e virtual, conforme demandado pela rotina de trabalho.

2 OBJETIVOS

O problema escolhido pelo grupo para a elaboração deste documento foi a experiência projetual de habitação unifamiliar de alto padrão. O objetivo principal foi ter uma experiência o mais próximo possível da realidade, sem, no entanto, desviar do caráter acadêmico do presente trabalho.

Como objetivos gerais, pretendeu-se realizar as seguintes etapas: prospectar e obter experiência com um cliente real, executar anteprojeto de arquitetura, executar os projetos básicos de engenharia, realizar o pré-dimensionamento de estruturas além de fazer o detalhamento construtivo e plano orçamentário.

A meta a ser atingida foi um anteprojeto arquitetônico racionalizado e capaz de contemplar os desejos do cliente. Dessa forma, precisou-se lançar uma estrutura econômica e durável, traçar e dimensionar sistemas prediais eficientes, especificar materiais e métodos construtivos e, a partir dos dados gerados, estimar um orçamento para o empreendimento.

O produto final deve constar de desenhos, elaborados a partir de softwares, bem como croquis feitos pelos integrantes do grupo, memorial de cálculo e memoriais descriptivos.

2.1 Objetivos Gerais

Para a solução do problema apresentado, optou-se por dividi-lo em seis etapas.

A primeira delas foi procurar um cliente: todo empreendimento imobiliário tem como objetivo satisfazer as necessidades de um determinado usuário, sendo este detentor ou não da propriedade sobre o imóvel. Esperou-se também estabelecer um teto orçamentário, tornando o estudo mais próximo da realidade.

Em seguida, executar o anteprojeto de arquitetura. A partir de reuniões com os clientes, o orientador e os integrantes do grupo, desejou-se chegar a uma planta que atendesse às expectativas do casal e refletisse a visão conjunta dos membros do grupo sobre a arquitetura contemporânea.

A partir da planta estabelecida, executar os projetos básicos de engenharia. Para tanto, procedeu-se à escolha do tipo de estrutura, o pré-dimensionamento da mesma, e alocar os pontos principais dos sistemas de água, esgoto e drenagem.

Uma vez resolvida a estrutura, seguiu-se o detalhamento construtivo, bem como a escolha das técnicas construtivas. Nesta fase, definiram-se os materiais e componentes para os sistemas de vedação, sistemas prediais, acabamentos e cobertura.

Por fim, com todas essas informações levantadas, foi possível fazer um plano orçamentário. Este contemplou os valores pesquisados na bibliografia e calculados a

partir da quantificação dos componentes especificados e definidos nas etapas anteriores.

2.2 Objetivos Específicos

Com o objetivo de atingir a meta citada, foram elencados alguns objetivos mais específicos, levantando pontos para analisar com mais detalhes.

Para atingir um anteprojeto arquitetônico racionalizado, os ambientes projetados previram uma modulação, de modo a garantir repetitividade dos componentes e sistemas a serem executados. Não foi prerrogativa, no entanto, obter um projeto do tipo “caixa de sapato”, mas sim um desenho que contemplasse movimento tanto na fachada quanto nos ambientes internos.

Já para contemplar os desejos do cliente, foi estabelecido um canal de comunicação com os mesmos, além da realização de reuniões esporádicas com o casal, de modo a verificar se o produto final atingiu as expectativas, sem perder de vista o teto orçamentário estipulado. Como em um caso real, as questões financeiras não foram necessariamente estáticas, tendo havido alterações ao longo do andamento do projeto.

Fazer um estudo comparativo entre sistemas estruturais para especificar uma estrutura econômica e durável, capaz de suportar a modulação estabelecida pela arquitetura, garantir segurança e conforto aos usuários, além de proporcionar a menor necessidade de manutenção possível. Isso se deveu, em parte, à cultura de manutenção preventiva ainda muito incipiente no Brasil.

Traçar e dimensionar sistemas prediais eficientes, contemplando as especificidades do local, tais como relevo e disponibilidade de acesso à infraestrutura sanitária.

Especificando materiais e métodos construtivos, de modo a propiciar facilidade de execução, bem como garantir o desempenho e durabilidade do produto final. Estimou-se que na fase de construção ocorreria parte significativa das perdas de materiais, e para a devida racionalização, reduzir os desperdícios em obra seria premissa básica para economia de insumos. Além disso, toda a questão estética, valorização da residência como produto de venda e conforto na utilização estiveram intrinsecamente ligadas à escolha de materiais.

3 JUSTIFICATIVA E MÉTODO

Durante o curso de graduação, na modalidade de dupla formação, os alunos foram apresentados à muitos conhecimentos teóricos e de natureza técnica, frequentemente separados em disciplinas isoladas, sem integração prática. Dessa maneira, surgiu a ideia de realizar um trabalho capaz de unir em um produto único todo o conhecimento acumulado, bem como se aproximar da realidade profissional na atuação da construção civil.

A forma escolhida para unir as áreas de arquitetura e engenharia civil foi um projeto de residência unifamiliar de alto padrão. Essa decisão se deveu ao fato de se tratar de uma área que tende a sofrer menor impacto da situação macroeconômica do país, além de possibilitar a aplicação de quaisquer tecnologias e sistemas, a depender das expectativas e exigências do cliente.

O grupo dispôs, para elaboração do projeto, dos seguintes métodos: levantamento bibliográfico e de referências de projetos, atendimento com professores de ambas as unidades, reunião com os clientes, contratação de serviços específicos e uso de softwares para desenho e memorial de cálculo.

Pela magnitude do trabalho, foram usados todos os recursos disponíveis. A revisão bibliográfica foi realizada utilizando-se das bibliotecas disponíveis na Escola Politécnica da USP (principalmente a da Engenharia Civil) e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP), as bases de dados DEDALUS, o Portal de Periódicos da CAPES, Revistas Eletrônicas (como a Téchne), a biblioteca virtual SciELO e websites para pesquisas de legislações e estatutos. Para as referências de projeto de arquitetura, além da biblioteca da FAU também foram consultados acervos de arquitetura eletrônicos, como o ArchDaily. Os atendimentos foram realizados, em sua maioria, com professores da área de engenharia. As reuniões com os clientes se deram de duas formas: presencial, contando com visitas ao terreno; e reuniões particulares, e virtuais, através de grupo de troca de mensagens instantâneas. Também foi solicitada ao casal a contratação de uma sondagem do terreno, a fim de levantar informações sobre o mesmo. Os softwares utilizados para o desenvolvimento dos desenhos de projeto foram o AutoCAD e Revit da AutoDesk, este inserido dentro do conceito BIM (Building Information Modeling ou, em tradução livre, Modelagem da Informação da Construção).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A princípio, o grupo recebeu o estudo topográfico do lote dos clientes e com ele decidiu-se buscar ajuda de um professor de fundações que auxiliou a como proceder em relação aos dados que possuímos. O professor Dr. Waldemar Coelho Hachich foi quem auxiliou nesse estudo, e sugeriu a realização de uma sondagem de no mínimo três pontos ou mais.

Para tanto, contou-se para os clientes sobre a necessidade para a realização da sondagem, e eles buscaram e contrataram a sondagem. Foi contratada a empresa H3D Fundações e Sondagens e se tentou realizar a sondagem em três pontos. O engenheiro responsável pela sondagem, Henrique Barbosa, indicou os pontos onde tentaria furar, porém se notou que os furos não conseguiram grandes profundidades no terreno, por causa da presença de rocha no subsolo.

Enquanto se esperava pelos resultados da sondagem, começou a se pensar na concepção arquitetônica, inspirando-se em alguns projetos de casas, utilizando-se como fonte primordialmente o acervo do www.archdaily.com.

Buscou-se legislações vigentes para a região e as regras do condomínio aonde o lote é localizado. Segundo a lei complementar nº 331 do PDU do município de Itupeva, alguns limitantes deveriam ser considerados no projeto, como recuos mínimos de frente, fundo e lateral.

O resultado das sondagens gerou certa dúvida a respeito das fundações que poderiam ser utilizadas no lote, pois todas as tentativas de perfuração acabaram batendo em rocha após 1 metro de escavação, assim buscou-se novamente a ajuda do professor Dr. Waldemar Coelho Hachich, que deu as seguintes recomendações:

- Considerar, pelo menos por enquanto, que a rocha é consolidada e sã e, portanto, conseguir-se-ia apoias as fundações diretamente na rocha;
- Buscar auxílio de um geólogo e pedir uma avaliação da geologia da região;
- Fazer uma sondagem rotativa para perfurar a rocha e verificar o que haveria debaixo da rocha.

Assim, seguiu-se com a concepção arquitetônica e se fez contato com um geólogo. Com todos os resultados em mãos, o geólogo (professor Dr. José Guilherme Franchi) deu a seguinte avaliação:

- As rochas aparentes assemelham-se a um granito;
- Podem ser rochas sãs, ou seja, têm boa capacidade de suporte a fundações, ou também podem ser consideradas alteradas, representada pelo solo onde se origina;
- Geralmente as rochas tem algum grau de alteração, desenvolvendo certa espessura de solo, porém no lote analisado a espessura de solo é bastante limitada, indicando que a rocha não se alterou tanto;
- Provavelmente, essa área não deverá ter problemas de fundações para um sobrado. A não ser que o terreno se situe sobre um matacão granítico, que pode movimentar-se após a instalação da obra;

- Como caracterização “protocolar” da geologia da área, não há qualquer restrição desta natureza à intenção de se construir no terreno.

Deve-se observar que nessa situação complexa em relação ao terreno precisa-se solicitar a visita de um geólogo e/ou engenheiro de fundações experiente para avaliar o terreno *in loco*, mas não foi possível realizar essa prática no presente trabalho.

Após todo esse levantamento da caracterização do solo, continuou-se os estudos dos projetos arquitetônicos, esboçando-se croquis e diversos partidos do projeto, e chegou-se a uma primeira concepção.

Um dos pontos que guiou a tal concepção foi o orçamento baixo, assim a princípio tentou-se evitar cortes no terreno devido ao custo que geraria pela rocha, criando-se patamares que seguissem o terreno e assim evitaria a inutilização de parte do mesmo e também aterros excessivos.

O professor Dr. Antônio Carlos Barossi sugeriu a realização de pesquisas referentes ao custo para a retirada da rocha, podendo-se dessa maneira desprender o projeto dela e se avaliar se tal custo seria mesmo um limitante ao projeto arquitetônico. Assim, após pesquisa orçamentária descobriu-se que a retirada de 10m³ de rocha geraria um custo de, aproximadamente, R\$12.000,00, e após conversa com o cliente e avaliação do grupo, conclui-se que este custo era baixo frente a uma melhoria da arquitetura.

Junto com a arquitetura previu-se os eixos da estrutura e a possível localização dos pilares e vigas, e usando as notas de aula de PEF2501, passou-se a pré-dimensionar a estrutura (vigas, pilares e fundações).

Os custos foram avaliados pelo CUB e SINAPI, sendo que o primeiro avalia a casa em R\$/m² e o segundo avalia as composições de serviços. Usou-se também a tabela de composições do SINAPI, pois o CUB não considera alguns pontos do projeto, tais como: fundações, ajardinamento, muros e campos esportivos.

Para o cálculo dos sistemas prediais utilizou-se as notas de aulas de PCC2465, PCC2466 e PEA2290, sendo as duas primeiras ligadas aos sistemas de água fria, quente, pluvial e esgoto, e a última para o sistema elétrico.

Nas notas de aulas ligadas aos sistemas de água e esgoto foram consideradas as recomendações feitas pela Sabesp e as normas vigentes da ABNT, tais como a NBR5626, NBR7196, NBR8160. Nelas se encontram os valores limites de projeto e uma síntese de como dimensionar tais sistemas.

Como o condomínio não possui sistema de esgoto, a utilização da norma da ABNT NBR7229 foi necessária para dimensionar a fossa para casa. Tal norma fornece as condições necessárias para projeto, construção e operação de tanques sépticos e tratamento de lodo.

Para o sistema elétrico, realizou-se o estudo de iluminação do projeto com auxílio da norma NBR ISO/CIE 8995-1, que especifica os requisitos de iluminação para locais

de trabalho internos e tarefas visuais, garantindo conforto e segurança. Para a avaliação luminotécnica utilizou-se o programa *Dialux*, que calcula os valores de iluminância dos ambientes e em um processo iterativo indica se o número de luminárias é ideal.

Com a localização das luminárias se pôde iniciar os diagramas unifilares que locaram os interruptores e as tomadas da casa. Para tanto, utilizaram-se as notas de aula de PEA2290 e a norma NBR 5444, ambas auxiliaram na realização das conexões entre luminárias, interruptores e tomadas, além de como conceber um diagrama unifilar.

4.1 Referências Arquitetônicas

Como descrito anteriormente, foram estudados diversos projetos arquitetônicos, e abaixo segue uma breve descrição de algumas dessas inspirações.

4.1.1 Casa Grelha / FGMF Arquitetos (figura 1)



Figura 1: Casa Grelha

Essa residência encontra-se em um terreno enorme e acidentado, e o que chama a atenção é a forma que se relacionou o projeto arquitetônico com o terreno, misturando as partes interna e externas da residência, integrando-se os diferentes espaços naturais com a arquitetura, criando-se diversos espaços contemplativos.

4.1.2 Casa Planalto / Flavio Castro (figura 2)



Figura 2: Casa Planalto

Foram observadas nesse projeto diferentes volumetrias integradas que demarcam o território e categorizam os usos e funções das demais áreas do terreno. O uso de pé direito duplo nas salas e sua relação com os ambientes do pavimento superior também se destacam.

4.1.3 Casa Vila Matilde / Terra e Tuma Arquitetos Associados (figura 3)



Figura 3: Casa Vila Matilde

Uso de pátio interno, estrutura e blocos aparentes, espaços ortogonais e de formas simples foram os pontos fortes observados nesse projeto.

4.1.4 Residência na Colina / Gian Salis Architect (figura 4)



Figura 4: Residência na colina

Implantação da casa se dá em um terreno com ladeira abruptamente inclinada e com uma ampla perspectiva sobre o vale do rio Rin, na Alemanha. Seus espaços de contemplação, amplos caixilhos de vidro e estrutura foram as características que mais chamaram a atenção.

4.1.5 Casas Hermanas / Drucker Arquitetos Associados (figura 5)



Figura 5: Casas Hermanas

Casas com partido arquitetônico mais formal, próximo do desejo dos clientes. Espaços que permitem abundância de luz natural e ventilação cruzada, todos integrados entre si.

4.1.6 Casa AM / Arte Urbana Arquitetos (figura 6)



Figura 6: Casa AM

Casa implantada em terreno com declive, com diferentes níveis que distribuem os espaços, e uma garagem posicionada lateralmente.

4.1.7 Casa Farnsworth / Mies van der Rohe (figura 7)



Figura 7: Casa Farnsworth

Diversos projetos clássicos da arquitetura modernista foram estudados, como por exemplo os do Le Corbusier.

A casa Farnsworth é um ótimo exemplo do que se buscou por inspiração: integrar a natureza à casa, simplicidade na forma, abertura e integração entre espaços.

5 DESENVOLVIMENTO DO TEMA

5.1 Etapas do projeto

As etapas do trabalho que foi elaborado no início do ano letivo, onde se definiu quais seriam os tópicos abordados durante o projeto. No primeiro semestre (figura 8) optou-se por focar nas condições de contorno do estudo, que foram as exigências e o orçamento definidos pelos clientes. De posse desses primeiros dados, estudou-se o terreno e as legislações do município, para com base nisso se elaborar o projeto arquitetônico.

Atividades\Data	22/fev	07/mar	21/mar	04/abr	18/abr	02/mai	16/mai	30/mai	13/jun	27/jun	11/jul
Discussão e definição do tema e procura do orientador											
Estabelecer contato com possíveis clientes											
Visita ao terreno e definição de necessidades											
Levantamento preliminar de informações geotécnicas											
Identificar legislações vigentes											
Análise do solo e possíveis soluções de fundações											
Implantação e Layout Arquitetônico											
Elaboração de relatório e apresentação final de TF1											

Figura 8: Etapas realizadas na primeira fase do projeto

No segundo semestre (figura 9), com base nos resultados obtidos da primeira metade do trabalho, primeiramente foi feita uma avaliação do projeto junto aos clientes, e após isso se readequou o projeto arquitetônico. Posteriormente foram elaborados os detalhes construtivos, de materiais e demais detalhes arquitetônicos, paisagístico e estrutural.

Atividades\Data	25/jul	08/ago	22/ago	05/set	19/set	03/out	17/out	31/out	14/nov	28/nov	05/dez
Revisão do projeto de arquitetura											
Reunião com clientes e adequação do projeto											
Detalhamento Arquitetônico											
Projeto: Estrutura											
Projeto: Sistemas Prediais											
Paisagismo											
Detalhes construtivos											
Elaboração de relatório e apresentação final de TF2											

Figura 9: Etapas realizadas na segunda fase do projeto

5.2 Caracterização dos Clientes

5.2.1 Clientes e suas expectativas

Os clientes são noivos e tinham comprado um terreno na cidade de Itupeva, e pretendem num futuro próximo construir uma residência para mudar para lá.

O noivo é um contador, dono de sua própria empresa de contabilidade e se pós-graduando em contabilidade, já a noiva é médica, e também está cursando pós-graduação. O casal pretende morar em uma casa grande, pois planejam ter muitos filhos e receber vários amigos e familiares. Eles também adoram animais e vão precisar de um espaço para cachorros e gatos.

O casal pratica meditação, seguindo a vertente da ioga, e por consequência eles desejam que a futura residência tenha diversos espaços que possibilitem essas práticas. Eles gostam de ambientes integrados, da ideia de uma residência que seja possível os habitantes se comunicarem entre os diferentes espaços de maneira facilitada.

5.2.2 Programa de necessidades

Na primeira reunião com os clientes, montou-se o seguinte programa de necessidades:

- Garagem coberta para 3 (três) veículos;
- Sala ampla com pé direito duplo;
- Sala de TV;
- Sala de jantar;
- Cozinha integrada com sala de jantar;
- Despensa;
- Área de serviço;
- Banheiros;
- Piscina;
- Espaço gourmet (churrasqueira) integrado com a piscina;
- Escritório/estúdio;
- Um dormitório no térreo;
- Quatro suítes;
- Uma suíte máster (closet e banheiro amplo);
- Espaço zen;
- Canil;
- Campinho de futebol.

Os clientes pretendem investir R\$ 800.000,00 para a execução desse projeto, sendo esse o orçamento que o grupo tomou como teto para a realização do projeto. De posse de todas essas informações, expectativas e desejos, foi feita a concepção arquitetônica da casa.

5.3 Terreno

Os clientes são proprietários de um terreno, que foi utilizado como base para a elaboração do projeto.

5.3.1 Localização

O terreno fica localizado no município de Itupeva, interior do Estado de São Paulo (figura 10). Itupeva faz parte da aglomeração urbana de Jundiaí, a 73 km do centro de São Paulo, tendo uma população de 42.458 habitantes (IBGE, 2007), com fácil acesso pela Rodovia dos Bandeirantes ou pela Rodovia Anhanguera.



Figura 10: Localização do município de Itupeva

Os registros do posto meteorológico da Estação Experimental de Agronomia de Jundiaí classificam a cidade de Itupeva como tendo um clima tropical de altitude, com insolação de 2.464 h/ano que é considerada uma insolação alta para o estado, e uma temperatura média anual de 21º C, e uma precipitação pluviométrica anual de 1.393 mm, abaixo da média da capital paulista.

O terreno dos clientes possui uma área de 2.223,82 m² e se encontra em um condomínio fechado, chamado Horizonte Azul II (figura 11), a 6 km do centro da cidade.



Figura 11: Vista frontal da entrada do condomínio

As fotos abaixo mostram o terreno (figura 12, figura 13 e figura 14).



Figura 12: Vista frontal da rua para o terreno



Figura 13: Vista da rua para o terreno



Figura 14: Vista para a rua em frente ao terreno

As hachuras presentes na planta da figura 15 localizam as formações rochosas presentes.

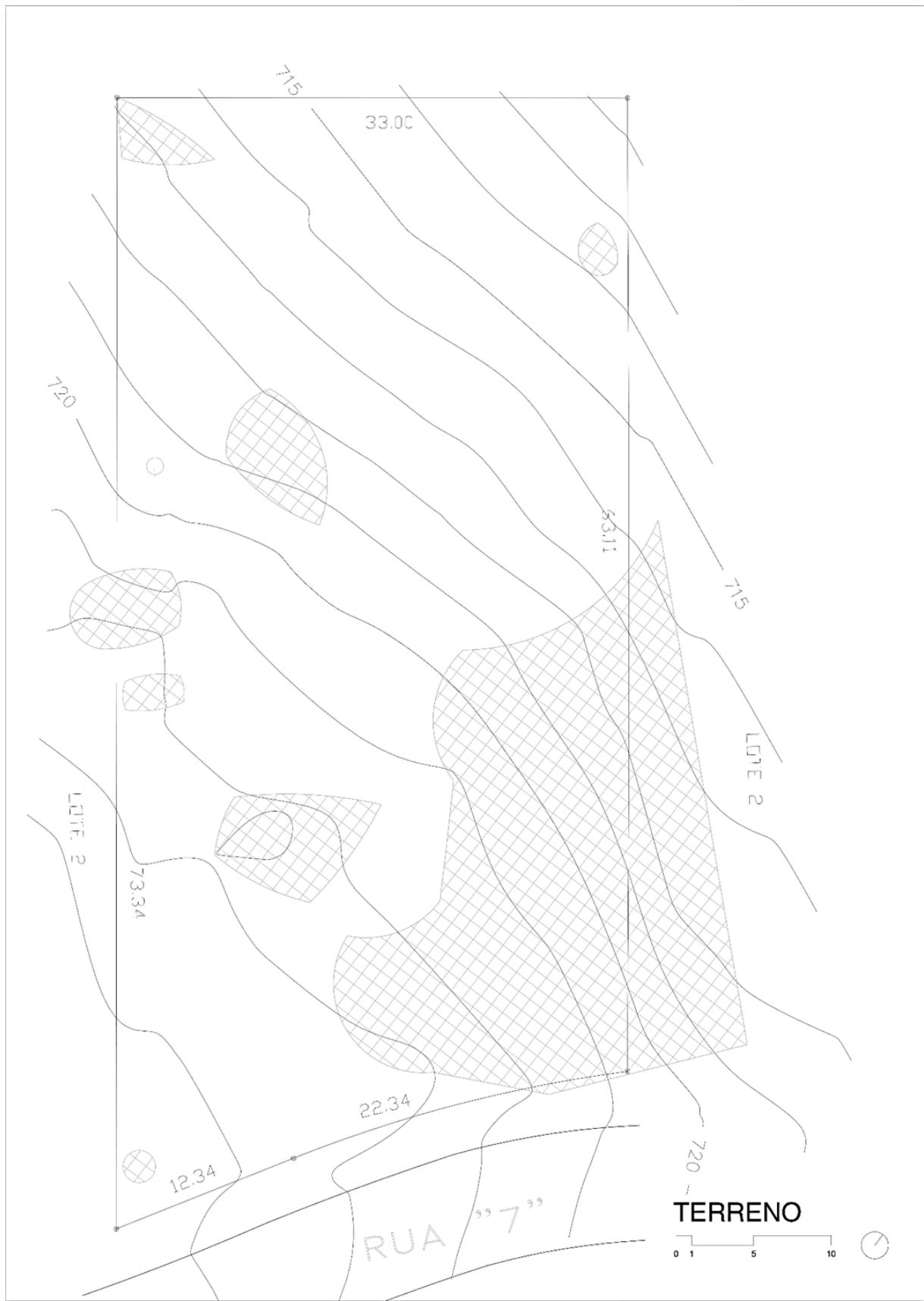


Figura 15: Planta topográfica do terreno

5.3.2 Legislações do município e condomínio

Na Lei complementar nº 331 de 28 de dezembro de 2012 do Plano de Diretrizes Urbanísticas (PDU) do município de Itupeva, o artigo 5º fala sobre condomínios horizontais que serão projetados considerando frente mínima da gleba ou lote, fração ideal mínima por unidade habitacional, área máxima da gleba, frente e profundidade mínima (figura 16).

LOTE	Lote Mínimo (m ²)	ANEXO II - Área, índices e coeficientes									
		Recuos Mínimos (m)			Coeficiente				Altura Máxima (m)	Frente* Mínima (m)	Profund.* Mínima (m)
		Frente	Fundo	Lateral 1 lado	Lateral 2 lados	Ocup.	Aprov.	Aprov. Máx.	Perm.		
Horizonte Azul II - Village Ambiental	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Jardim do Ribeirão I	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Jardim do Ribeirão II	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
São José do Ribeirão	~	800,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Residencial Green Park	~	800,00	5,00	5,00	-	3,00	50%	0,50	0,60	50%	10,00
Res. Induíá Ecopark	~	800,00	5,00	5,00	-	3,00	50%	0,50	0,60	50%	10,00
Parque das Videiras	~	1.000,00	5,00	3,00	2,00	2,00	50%	0,50	0,60	50%	10,00
Residencial Village Águas de Santa Eliza	~	1.000,00	5,00	3,00	2,00	2,00	50%	0,50	0,60	50%	10,00
Outeiro das Flores	~	750,00	5,00	3,00	-	1,50	50%	0,80	1,00	30%	12,00
Parque dos Cafezais I	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	50%	10,00
Parque dos Cafezais II	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,80	1,00	30%	h=4r
Parque dos Cafezais III	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,80	1,00	30%	h=4r
Parque dos Cafezais IV	~	800,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,80	1,00	30%	h=4r
Parque dos Cafezais V	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,80	1,00	30%	h=4r
Parque dos Cafezais VI	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,80	1,00	30%	h=4r
Parque dos Resedás	MQ	800,00	5,00	≤ 35 m de prof. - 4 m	-	2,50	50%	1,00	1,20	30%	h=4r
									1,20	30%	h=4r
Res. Colinas do Japi	~	1.000,00	5,00	3,00	-	2,00	50%	0,60	0,70	25%	h=4r
Res. Montes Claros	~	800,00	5,00	5,00	-	3,00	50%	0,50	0,60	30%	12,00
Residencial Paineiras	~	800,00	5,00	3,00	2,00	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Terras de Santa Tereza	~	750,00	4,00	2,00	-	2,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Fazenda da Gramá	~	3.000,00	5,00	3,00	3,00	3,00	50%	0,50	0,60	30%	h=4r
Posse Nova	MQ	1.000,00	8,00	4,00	-	2,00 e 4,00	60%	0,60	0,70	30%	h=4r
									0,60	0,70	30%
Loteamento da Prata	~	2.400,00	5,00	3,00	-	3,00	60%	0,60	0,70	30%	h=4r
Jardim Europa**	~	150,00	5,00	2,00	1,50	1,50	55%	1,00	1,50	15%	h=4r
Jardim Samambaia**	~	150,00	5,00	2,00	1,50	1,50	55%	1,00	1,50	15%	h=4r
Residencial Pacaembu**	~	160,00	4,00	2,00	1,50	1,50	55%	1,00	1,50	15%	h=4r
Jardim Boa Esperança**	~	140,00	4,00	2,00	1,50	1,50	55%	1,00	1,50	15%	h=4r

Figura 16: Parte do anexo II - Áreas, índices e coeficientes

Segundo o Anexo II (figura 16), para o condomínio Horizonte Azul II – Village Ambiental, os recuos mínimos frontal, de fundo e lateral são de 5 metros, 3 metros e 2 metros, respectivamente.

O regulamento interno do condomínio não impõe nenhuma restrição que afetaria na concepção do projeto de arquitetura.

5.3.3 Caracterização do solo e sondagem

A partir do levantamento topográfico disponibilizado pelo cliente e de uma visita ao terreno, identificaram-se rochas no mesmo. Foi solicitado aos clientes que eles contratassem uma empresa para realizar uma sondagem, com o objetivo de verificar as características da camada de rocha e do perfil geológico do terreno.

A empresa H3D Fundações e Sondagem realizou uma sondagem de simples reconhecimento do solo com SPT. Sugerimos três pontos. Em loco, a equipe testou diversos pontos em diferentes locais (figura 17), pois não estavam conseguindo perfurar a camada de rocha que era encontrada logo no início da perfuração. Por fim, escolheram as 4 perfurações mais profundas, totalizando 7,00 metros lineares. A sondagem foi feita no dia 03 de abril de 2016.

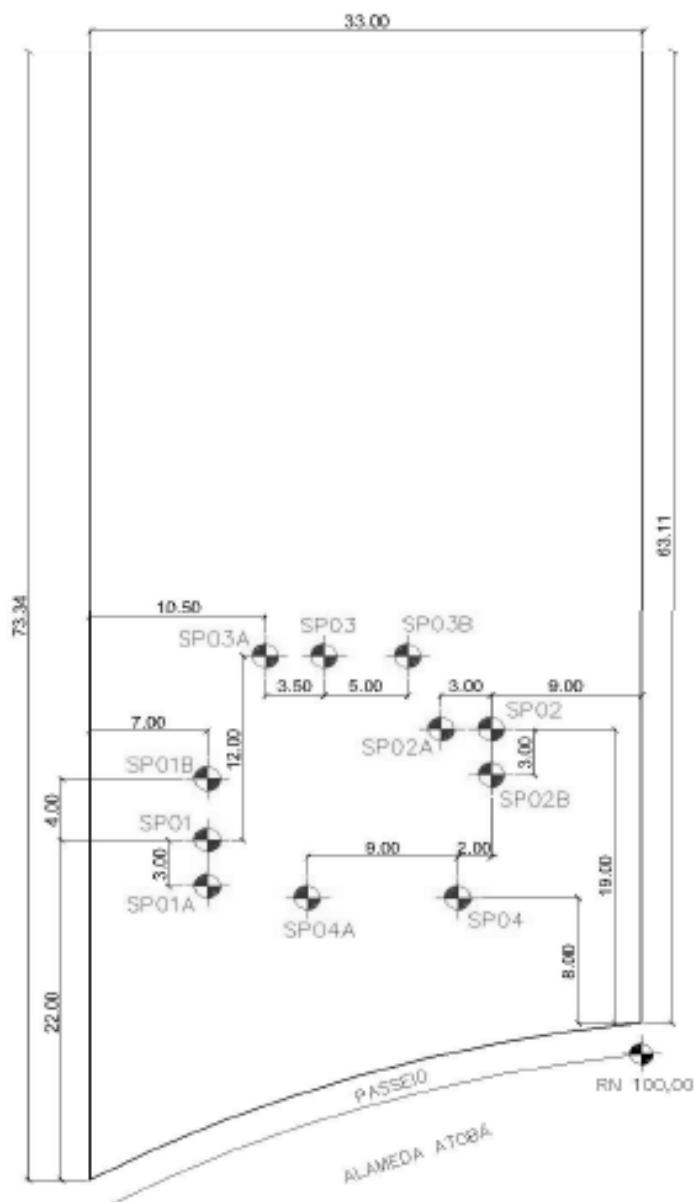


Figura 17: Posição dos pontos de perfuração

Abaixo seguem algumas imagens da execução da sondagem (figura 18, figura 19 e figura 20).



Figura 18: Sondagem - Vista do tripé e dos operários



Figura 19: Sondagem - Detalhe da realização dos furos



Figura 20: Sondagem - Amostra do solo

Após a realização da sondagem, a empresa elaborou o perfil geológico do solo para cada um dos pontos, e o ponto que se atingiu a maior profundidade (figura 21) foi de 1,65 metros.



Figura 21: Sondagem - Perfil do ponto de maior profundidade

Em nenhum dos pontos foi possível perfurar mais, pois era atingida a camada de rocha. Conclui-se, dessa forma, que há uma grande camada de rocha na área que será construída a habitação, e por ser uma obra habitacional, em que as cargas são

mais baixas do que uma grande edificação, não é obrigatória a realização de outros ensaios que transpassem a rocha.

5.4 Projeto Arquitetônico

De posse de todas as necessidades e expectativas dos clientes, do orçamento e também da situação do terreno, foi desenvolvido o projeto arquitetônico da residência.

5.4.1 Concepção Inicial

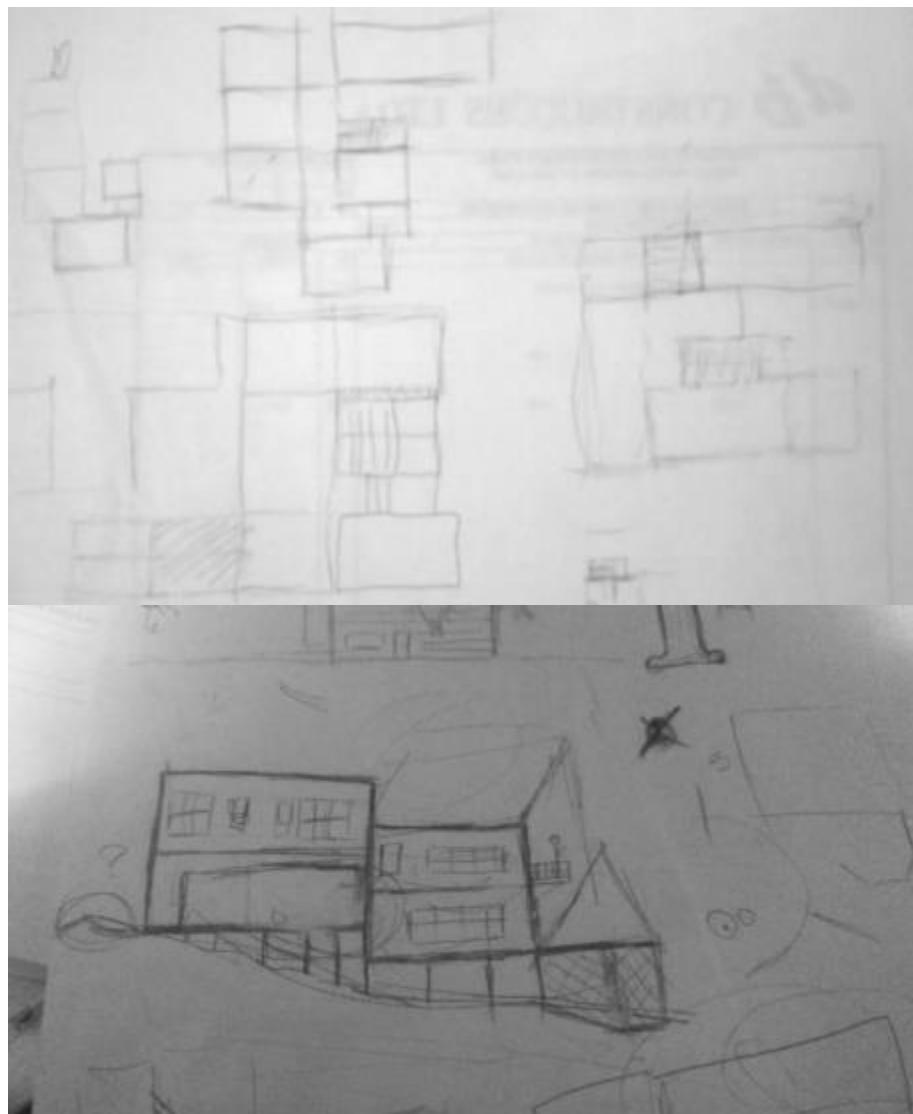


Figura 22: Croquis iniciais

No primeiro semestre, o grupo concebeu a implantação do projeto com o intuito de evitar cortes e aterros no terreno, em busca de conseguir ficar dentro do orçamento disponível para a construção, que é de R\$ 800.000,00. Assim, a implantação da casa circundava as áreas que tinham a presença de matacões (figura 23), além de

conversar com a declividade do terreno, criando-se platôs que evitavam a necessidade de corte do terreno.



Figura 23: Busca por implantação que não exija a retirada dos matacões

Por causa da primeira estimativa de custo realizada, optou-se pela redução no número de quartos para quatro (ao invés de seis), para não se estourar o orçamento.

Por causa das condições que o próprio grupo travou na concepção (desvio dos matacões e não realização de cortes no terreno), a arquitetura do projeto não atingiu o objetivo pretendido, faltando uma integração com os diferentes espaços e uma estética simples e que satisfizesse os clientes (figura 24).

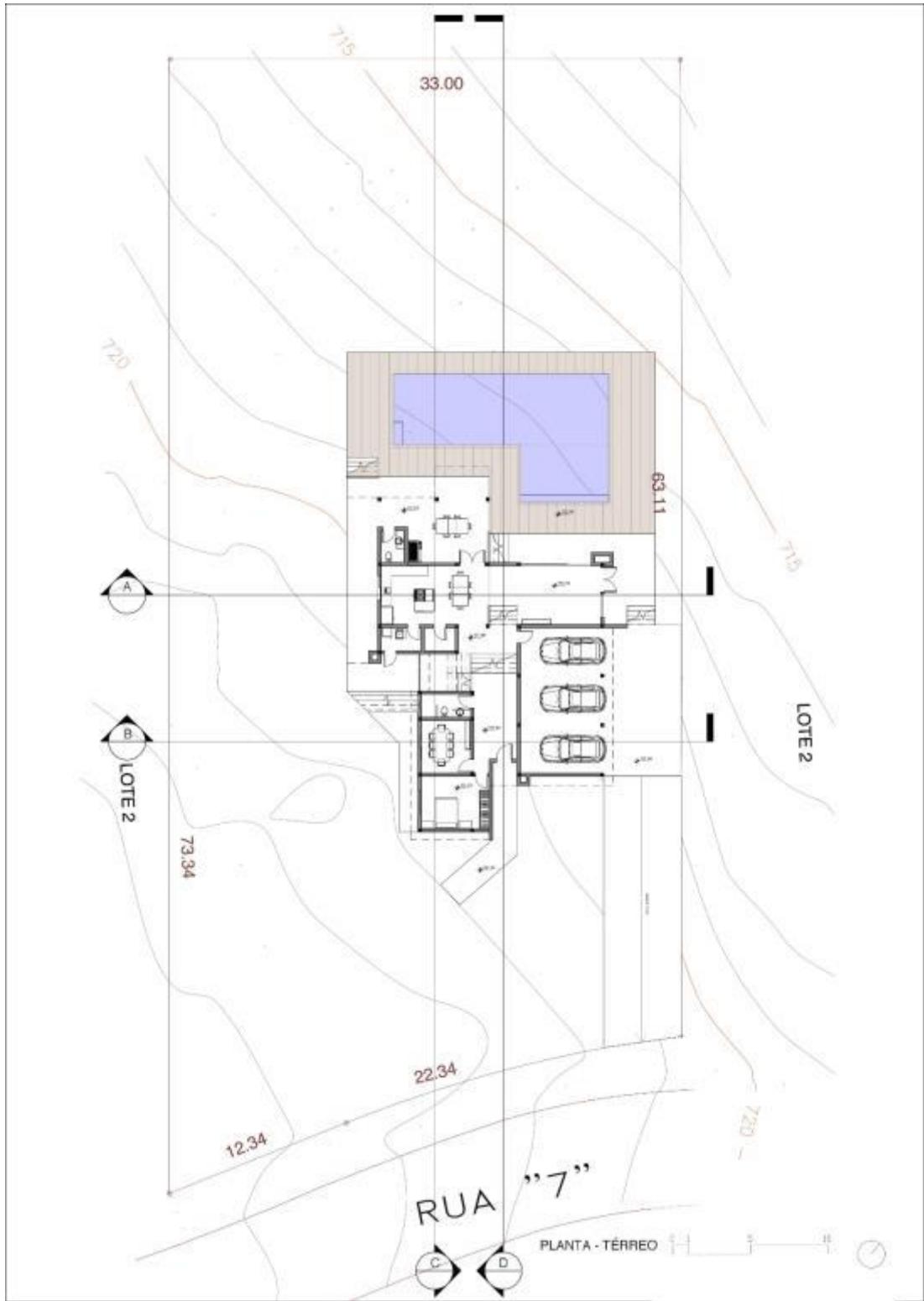


Figura 24: Primeira concepção arquitetônica

Realizou-se uma reunião com os clientes ao fim do primeiro semestre, para mostrar os resultados. Os clientes afirmaram que não abriram mão do número de seis dormitórios, e explicada à situação que o terreno impunha em relação aos matacões e rochas, os clientes falaram que não teria problema o custo ser mais elevado considerando que a implantação da residência pudesse ser livre. Assim, foram realizadas pesquisas para conhecer o custo para a explosão de rochas, e entrando-

se em contato com uma empresa que oferece esse serviço, chamada Empresa Estância Pedras, foi informado que para cada 10 m³ de explosão de rocha o custo é de R\$ 12.000,00. Esse valor foi considerado baixo pelos clientes, levando-se em conta o orçamento total do projeto.

5.4.2 Implantação

No início do segundo semestre foi repensada a implantação do projeto (figura 25).

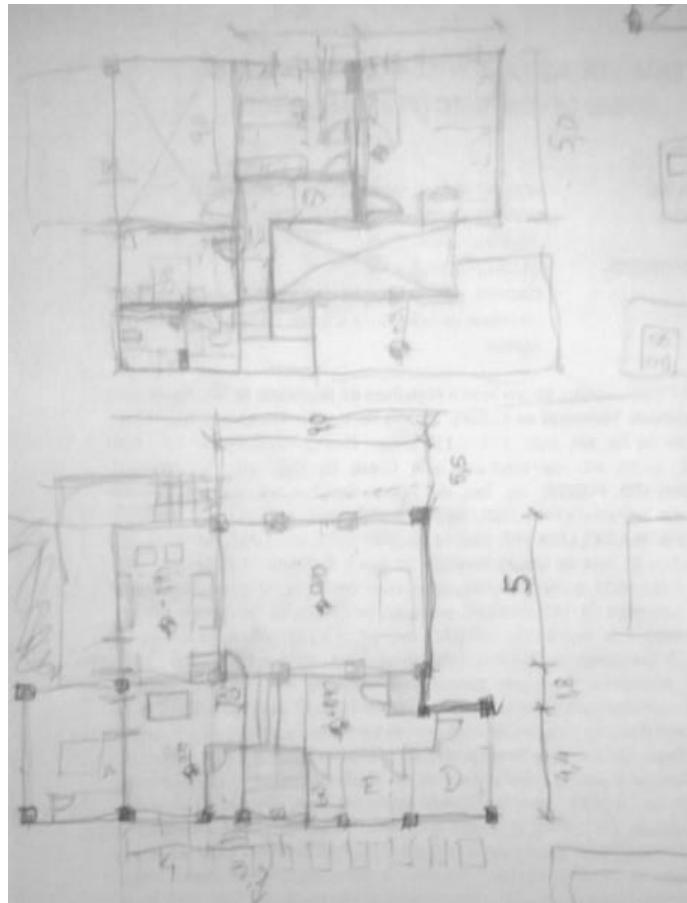


Figura 25: Estudos para encontrar uma modularidade

Considerando-se a remoção da rocha e o uso de cortes e aterros, optou-se por centralizar a implantação da casa (figura 26). Não foi deixado de seguir o programa de necessidades dos clientes, e também se buscou conceber a arquitetura de acordo com a característica do casal, procurando-se integrar os espaços sociais, deixar amplos espaços contemplativos e integrados com o terreno, além de se respeitar o orçamento disponível.

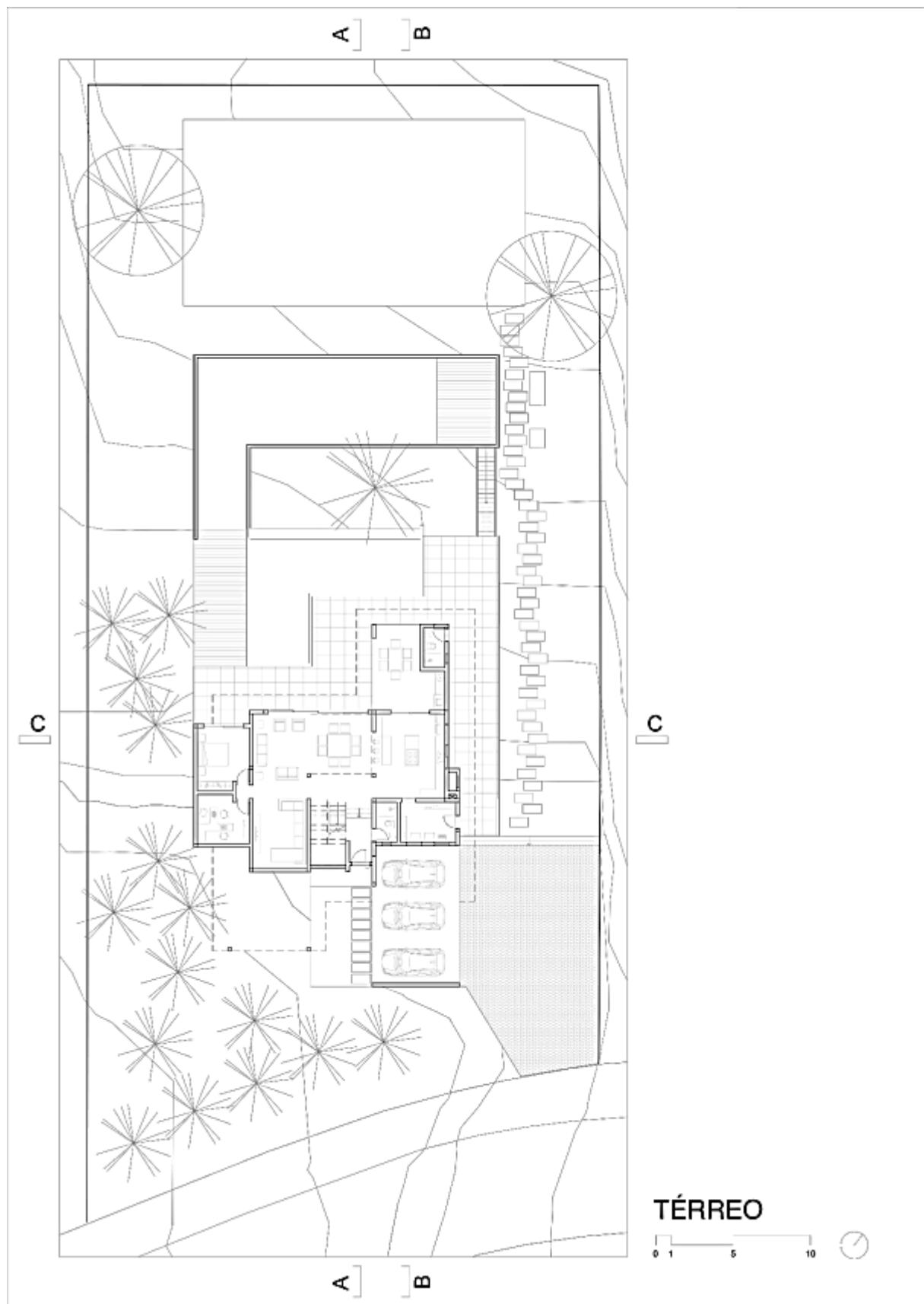


Figura 26: Implantação

Foi escolhida a opção por uma residência com térreo mais primeiro pavimento (sobrado), colocando-se as áreas sociais no térreo e as íntimas no andar superior. O terreno tem uma orientação que resulta numa fachada dos fundos do lote com influência solar praticamente em todo o dia (figura 27). Dessa forma, dispõe-se a área da piscina e da churrasqueira nessa fachada, buscando-se deixar essa região mais distante da rua, e aproveitando-se das condições climáticas. Nessa fachada, com influência menos direta do sol também se encontram as salas de estar e jantar, além de uma sala presente num nível mais abaixo, que é a sala que compõe o espaço zen. Ainda nessa fachada dos fundos, está presente a varanda da suíte máster, com uma cobertura completa em balanço para sombrear a porta que dá para esse espaço, e do lado que pegará o sol da tarde foi posicionada a janela de uma das suítes.

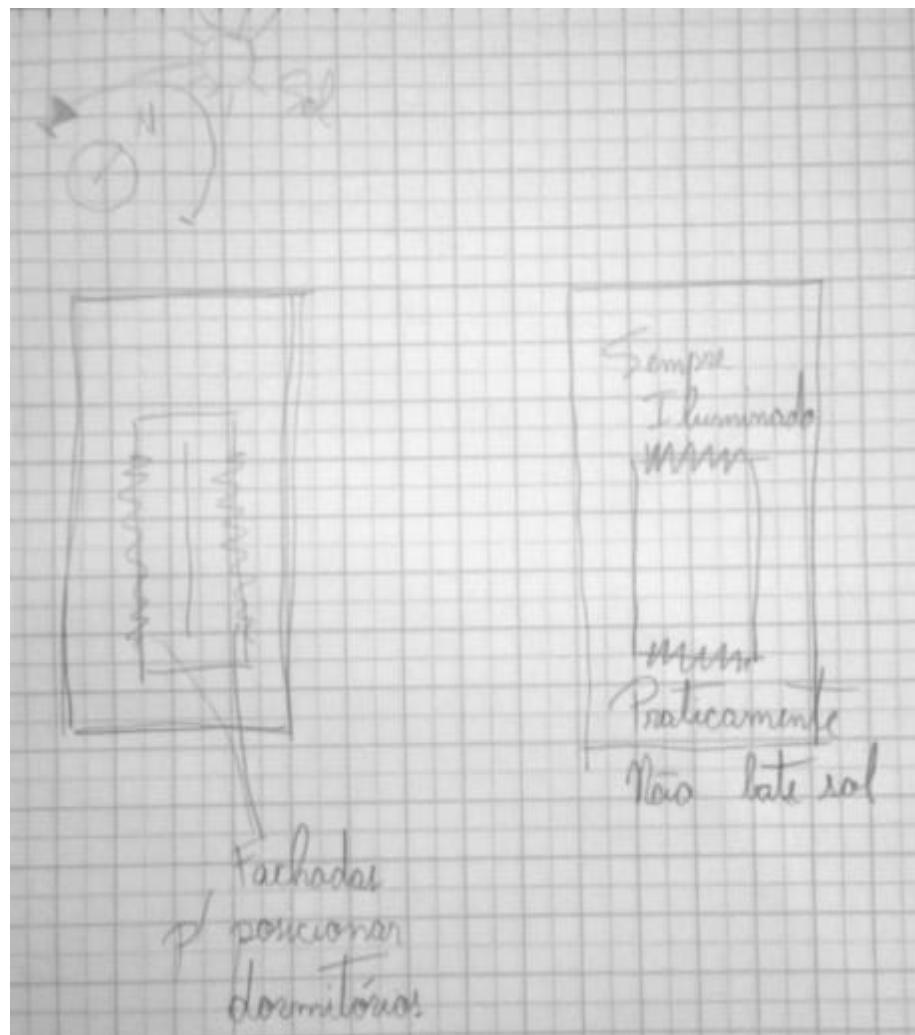


Figura 27: Estudo solar

Os quartos, de acordo com a orientação do terreno, foram dispostos nas fachadas laterais do mesmo, de forma a terem orientação leste/oeste, buscando-se o sol da manhã e da tarde nesses espaços, resultando em uma boa qualidade habitacional em relação à insolação. A cozinha e a churrasqueira também têm aberturas na fachada lateral, recebendo a luz do sol da manhã.

Trabalhou-se com quatro níveis em contato com o terreno (figura 28), em busca de se equilibrar o volume de corte e aterro.



Figura 28: Corte 3D do projeto

- Cota 721,70 – localiza-se a garagem (figura 29), que é acessada pelo nível mais baixo da frente do terreno, e também o hall de entrada, que tem um pé-direito duplo e que permite uma ampla visão das salas de estar e jantar, graças à posição da escada a qual não obstrui essa vista (figura 30).



Figura 29: Vista lateral onde se localiza a garagem



Figura 30: Hall de entrada

- Cota 721,20 – encontram-se as salas de TV, estar e jantar, essa última tendo um pé direito duplo e sendo a área central do térreo, que liga o hall de entrada, a sala de estar, a cozinha e a área da piscina, além de ter um contato direto com a passarela que liga os dois lados do pavimento superior.

A cozinha além de ser integrada com a sala de jantar, também tem uma ligação com a área da churrasqueira, permitindo uma fácil locomoção entre esses diferentes espaços, facilitando seus usos (figura 31).



Figura 31: Cozinha

Ainda nesse nível, há toda a área da piscina, que tem um contato direto com as duas salas (estar e jantar) por meio de quatro folhas de porta de correr de vidro, além seu entorno estar na área da churrasqueira. Há uma passarela que liga o deck da piscina com um teto verde que serve de mirante (figura 32), tendo uma vista para a área mais baixa do terreno (campinho) e para a área do fundo do lote que será preservada pelo condomínio.



Figura 32: Ligação entre o teto verde e o deck da piscina

- Cota 718,00 – nesse nível encontra-se o espaço zen (figura 33), que é formado por duas paredes laterais e um volume central que compõe uma sala reservada com vista ampla para a cota mais baixa do condomínio.



Figura 33: Espaço zen e teto verde

Esse volume do espaço zen estrutura e permite o surgimento do teto verde que se liga com o deck da piscina. Há uma escada lateral que liga esse nível mais baixo ao nível da piscina do lado oposto ao deck (figura 34).



Figura 34: Escada do espaço zen para a área da piscina

Abaixo da passarela que liga o deck da piscina com o teto verde encontra-se o canil, que se encontra na mesma cota 718,00 (figura 35).



Figura 35: Vista lateral do terreno mostrando os diferentes níveis e o canil

- Cota 715,50 – é a cota mais baixa desses platôs, e nela se encontra o campinho de futebol.

O andar superior da casa contém as quatro suítes mais a suíte máster (figura 36). Dividiu-se em dois grandes conjuntos o primeiro andar, ligados por uma passarela que tem vista para o hall de entrada (figura 37) e a sala de jantar, e esses espaços têm grandes aberturas de vidro que permitem uma vista ampla da passarela para a rua e para toda a extensão do terreno em declividade.



Figura 36: Suíte Master



Figura 37: Passarela

Buscou-se aproximar as áreas molhadas, deixando-as adjacentes umas as outras. Evitaram-se grandes vãos, a fim de se obter uma estrutura racionalizada de concreto armado. A escolha desse sistema estrutural se deve, em parte, a nossa experiência ao longo da graduação, com uma carga horária intensa no estudo desse material e, principalmente, aos clientes, que se mostraram resistentes à ideia de outros sistemas estruturais, como estruturas metálicas ou de madeira, durante nossas reuniões.

A tabela 1 indica as áreas de todos os ambientes projetas da casa.

Tabela 1: Ambientes e suas áreas

Ambiente	Áreas (m ²)
Garagem	49,0
Hall de entrada	7,6
Sala de estar	21,0
Sala de TV	18,6
Sala de jantar	21,0
Cozinha	25,0
Área da churrasqueira com banheiro	27,8
Despensa/Área de serviço	9,5
Banheiro (térreo)	4,8
Espaço Zen	37,4
Escritório/Estúdio	10,3
Dormitório (térreo)	13,3
Suíte 1	25,5
Suíte 2	24,0
Suíte 3	19,5
Suíte 4	18,5
Suíte Máster	50,0
Canil	36,7
Circulação	29,4
Total	448,9

Nos Anexos I a XII estão presentes as plantas, cortes e elevações do projeto.

5.4.3 Pré-dimensionamento da estrutura

- Laje

O menor vão das lajes é de 4 metros, e de acordo com a prática de pré-dimensionamento L/40, obteve-se uma espessura de laje de 10 cm. Estima-se que as lajes acabadas terão da ordem de 15 cm.

- Vigas

Para o pré-dimensionamento das vigas optou-se por uma altura igual a um décimo do vão médio entre pilares, que é de 5 metros. Assim, as vigas que sustentam o pavimento superior têm 50 cm de altura, e as que sustentam a cobertura, por serem menos solicitadas têm 40 cm de altura. A largura das vigas, em busca de uma compatibilização com as paredes, é de 19 cm, pois os blocos serão de 19 cm e assim o acabamento das paredes e das vigas será realizado na mesma espessura.

- Pilares

O pré-dimensionamento dos pilares foi feito considerando o vão médio entre eles, que é de 5,4 metros. Dessa forma, considerou-se a área de influência de um dos pilares centrais $A_i = 4,0 \times 5,4 = 21,6 \text{m}^2$. Seguindo um método de pré-dimensionamento

que considera uma carga de 1 tf/m² por pavimento, e determinando concreto com $f_{ck} = 25$ a 30 MPa e aço CA50, utilizou-se a seguinte regra (equação 1).

Equação 1

$$A_C = 6 * 2(\text{andares}) * 1(\text{carga}) * 21,6 = 259,2 \text{ m}^2$$

A partir desse valor, verifica-se a necessidade de pilares de 16 cm x 16 cm. Optou-se por pilares de seção quadrada de 19 cm para compatibilizar sua dimensão com as paredes e poderem receber o mesmo acabamento.

Em alguns cantos foram dobradas uma das dimensões do pilar para travar a estrutura e para atender a alguns balanços.

A figura 38 mostra o esquema final da estrutura

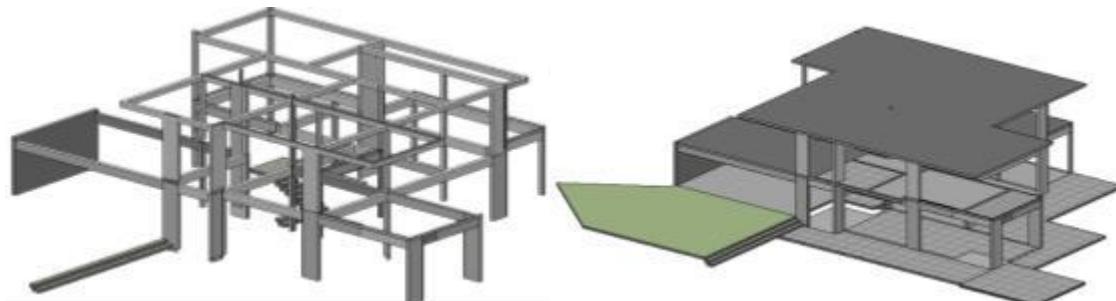


Figura 38: Vista 3D da estrutura

5.5 Custos de Construção

Para avaliação dos custos foram utilizados os dados do CUB (Custo Unitário Básico de Construção) em R\$/m² da tabela 2.

Tabela 2: Tabela de Custo Unitário Básico de Construção (Sinduscon-SP)

CUB (R\$/m ²)			
Global	Mão de obra	Material	Adm.
1892,21	1082,69	739,61	69,91

Com uma área construída de 448,9 m², obtém-se um custo estimado de R\$849.413,07. Porém, o CUB não conta com alguns fatores na construção, assim se utilizou os dados das tabelas de custos de composição da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) para os serviços complementares que não são incluídos no CUB, tais como: fundação, muros, campos de esporte, piscinas, ajardinamento, entre outros, e se encontram na tabela 3.

Tabela 3: Custos de composição do SINAPI

Código	Descrição	Unidade	Custo total (R\$/unidade)
74156/003*	Estaca a trado (Broca) D=20 cm, em concreto moldado in loco, 15Mpa, Sem armação	m	51,95
74157/004	Lançamento/Aplicação manual de concreto em fundações	m ³	118,09
79473	Corte e aterro compensados	m ³	6,19
79480	Escavação mecânica a céu aberto em solo com até 2,00m de profundidade	m ³	2,58
72917	Escavação mecânica de 2,01 a 4,00m de profundidade com escavadeira hidráulica	m ³	12,33
94306	Aterro mecanizado	m ³	15,97
79518/001	Marroamento de rocha viva	m ³	43,87
73844/002	Muro de arrimo de alvenaria de tijolos	m ³	466,59
83737	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica	m ²	70,57
92391	Execução de bloco intertravado de piso grama	m ²	37,69
85180	Plantio de grama esmeralda em rolo	m ²	10,85

Elaborou-se a tabela 4 com os custos dos itens não contemplados pelo CUB.

Tabela 4: Custos não contemplados na composição pelo CUB

Custos a mais								
Fundação e movimentação de terra								
Corte e aterro compensados		Aterro		Vigas baldrames		Fundação (brocas)		total
m ³	R\$/m ³	m ³	R\$/m ³	m ³	R\$/m ³	m	R\$/m	R\$
159	6,19	96	15,97	11,6	118,09	105	67,54	1.0985,95
Piscina								
Foram considerados: a construção das paredes e a impermeabilização de toda a área interna da piscina								
						total	R\$	11.905,50
Ajardinamento (colocação de grama) e muros								
Teto verde (piscina)		Área de jardim		Piso intertravado		Muro (entrada)		total
m ²	R\$/m ²	m ²	R\$/m ²	m ²	R\$/m ²	m ³	R\$/m ³	R\$
112	10,85	1235	10,85	119,46	37,69	4,2	466,59	21.092,57
Campinho								
Corte e aterro compensados		Corte		Muro		grama		total
m ³	R\$/m ³	m ³	R\$/m ³	m ³	R\$/m ³	m ²	R\$/m ²	R\$
115	6,19	6,6	17,78	8,108	466,59	264	10,85	7.477,95
						Total (sem campo):	R\$	43.984,02
						Total (com campo):	R\$	51.461,97

A partir desses custos e retirando o campo de futebol que geram custos a mais do que planejado, e que os próprios clientes sugeriram que poderia ser construído em uma etapa futura, chegou-se ao valor de R\$893.397,09, valor esse acima do orçamento inicial proposto pelos clientes. Todavia, os clientes deram uma margem de estreapolação desse orçamento em busca de uma implantação mais centralizada que vença as dificuldades impostas pelo terreno.

5.6 Sistema Predial de Água Fria e Água Quente

5.6.1 Consumo de Água e Volume do Reservatório

O volume de água necessário para o abastecimento da residência foi calculado a partir da equação 2:

Equação 2

$$V = C_d * N * d$$

Nessa equação, V é o volume de água em litros, C_d o consumo diário dado em litros por dia, N o número de pessoas e d o número de dias sem abastecimento.

Para residência, o consumo diário considerado foi de 150L/dia. O número de pessoas foi estimado a partir da hipótese de ocupação de 1,5 pessoas por quarto da

residência, totalizando 9 pessoas, e por fim foram considerados 3 dias sem abastecimento de água. Utilizando a Equação 2:

$$V = 150 * 9 * 3$$

Chegou-se ao volume de 4.050 litros.

Para atender ao volume calculado, foram propostas duas caixas de 2000 litros cada.

Essas caixas d'água foram posicionadas sobre a região bem estruturada, que é a área de serviço e banheiro, que têm quatro vigas e quatro pilares próximos (figura 39).



Figura 39: Localização da caixa d'água

5.6.2 Aquecedor

Para o sistema de água quente, optou-se por aquecedores a gás, buscando-se não gastar energia elétrica com esse componente.

Sua localização é indicada na figura 44, próxima ao abrigo dos botijões de gás.

5.6.3 Verificação de Pressão

Escolheu-se o chuveiro mais distante da caixa d'água para verificar se há pressão suficiente para o ponto de utilização, 10 kPa (figura 40). Foi considerada tubulação de PVC rígido.

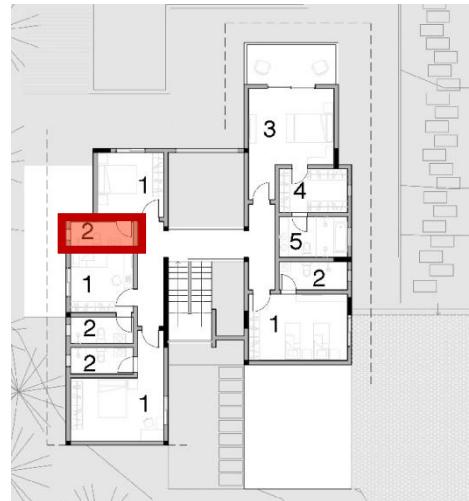
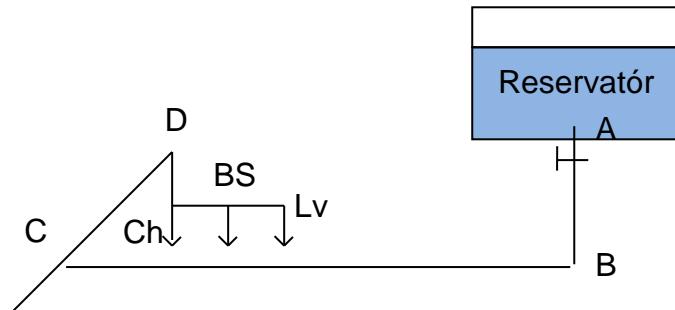


Figura 40: Banheiro considerado nos cálculos

Abaixo encontra-se um esquema aproximado das tubulações para efeito de cálculo.



Ch: chuveiro

BS: bacia sanitária

Lv: lavatório

Comprimentos:

- ✓ AB: 2m;
- ✓ BC: 8,67m;
- ✓ CD: 4m;
- ✓ DCh: 1m.

Para os cálculos, utilizaram-se os seguintes dados, baseando-se na norma NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria e nas notas de aula de PCC 2465 – Sistemas Prediais I (tabela 5 e figura 41 e figura 42).

Tabela 5: Dados para verificação da pressão

Aparelho	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária (caixa de descarga)	0,15	0,3
Chuveiro	0,2	0,4
Lavatório	0,15	0,3

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Té 90° pass. direta	Té 90° saída de lado	Té 90° saída bilateral	Entrada Normal
Dn mm	Ref. pol								
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8

Figura 41: Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido ou cobre.
Fonte: notas de aula de PCC2465

Diâmetro nominal		Entrada de borda	Saída de Canaliz.	Válvula de pé e crivo	válvula de retenção		Reg. globo aberto	Reg. gaveta aberto	Reg. ângulo aberto
Dn mm	Ref. pol				tipo leve	tipo pesado			
15	(1/2)	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,0	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Figura 42: Comprimentos equivalentes em metros de canalização de PVC rígido ou cobre.
Fonte: notas de aula de PCC2465

Utilizando-se as equação 3, Equação 4, Equação 5 e Equação 6, chegou-se aos resultados apresentados a seguir.

Equação 3

$$Q = 0,3 * \sqrt{\sum n_i * p_i}$$

Q = vazão estimada (L/s)

n_i = quantidade de aparelhos sanitários do tipo "i"

p_i = peso relativo do aparelho "i"

Equação 4

$$V = (4 * Q) / (\pi * D^2)$$

V= velocidade (não deve ser maior que 3,0 m/s)

D= diâmetro interno da tubulação (m)

Equação 5

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

J= perda de carga unitária (m/m)

Equação 6

$$L_{virtual} = L_{real} + \sum L_e$$

L_{real} = comprimento da tubulação (m)

L_e = comprimentos equivalentes das conexões, registros e outros.

A tabela 6 mostra que a limite máximo de velocidade na tubulação não foi ultrapassado.

Tabela 6: Velocidades na tubulação

Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro interno	Diâmetro nominal	Velocidade
		m^3/s	m		m/s
BC	3	0,520	0,534	0,600	2,320
CD	1	0,300	0,440	0,500	1,973
Chuveiro	0,4	0,190	0,352	0,400	1,950

A tabela 7 indica a pressão disponível em cada trecho.

Tabela 7: Perdas e pressão

Perda de carga unitária	Diferença de cota	Pressão disp.	Comprimento		Perda de carga	Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
			Real	Equivalente			
m/m	m	kPa	m	m	m	kPa	kPa
0,002	2,00	20,000	8,667	12,067	0,029	19,971	
0,001	0,00	19,971	4,003	14,503	0,016	19,955	
0,001	1,00	19,955	0,000	1,400	0,001	19,954	10,000

Portanto, como se pode ver na tabela 7, foi verificado que há pressão necessária no ponto mais crítico, que é o ponto onde estará o chuveiro.

5.6.4 Posição do sistema de água fria e água quente

As caixas d'água estarão posicionadas conforme a figura 39, próximas ao banheiro da suíte máster do pavimento superior e sobre a área de serviço e banheiro do térreo. A partir delas, as tubulações seguirão horizontalmente pelas linhas finas representadas e descerão pelas prumadas (retângulos), como esquematizado na figura 43.

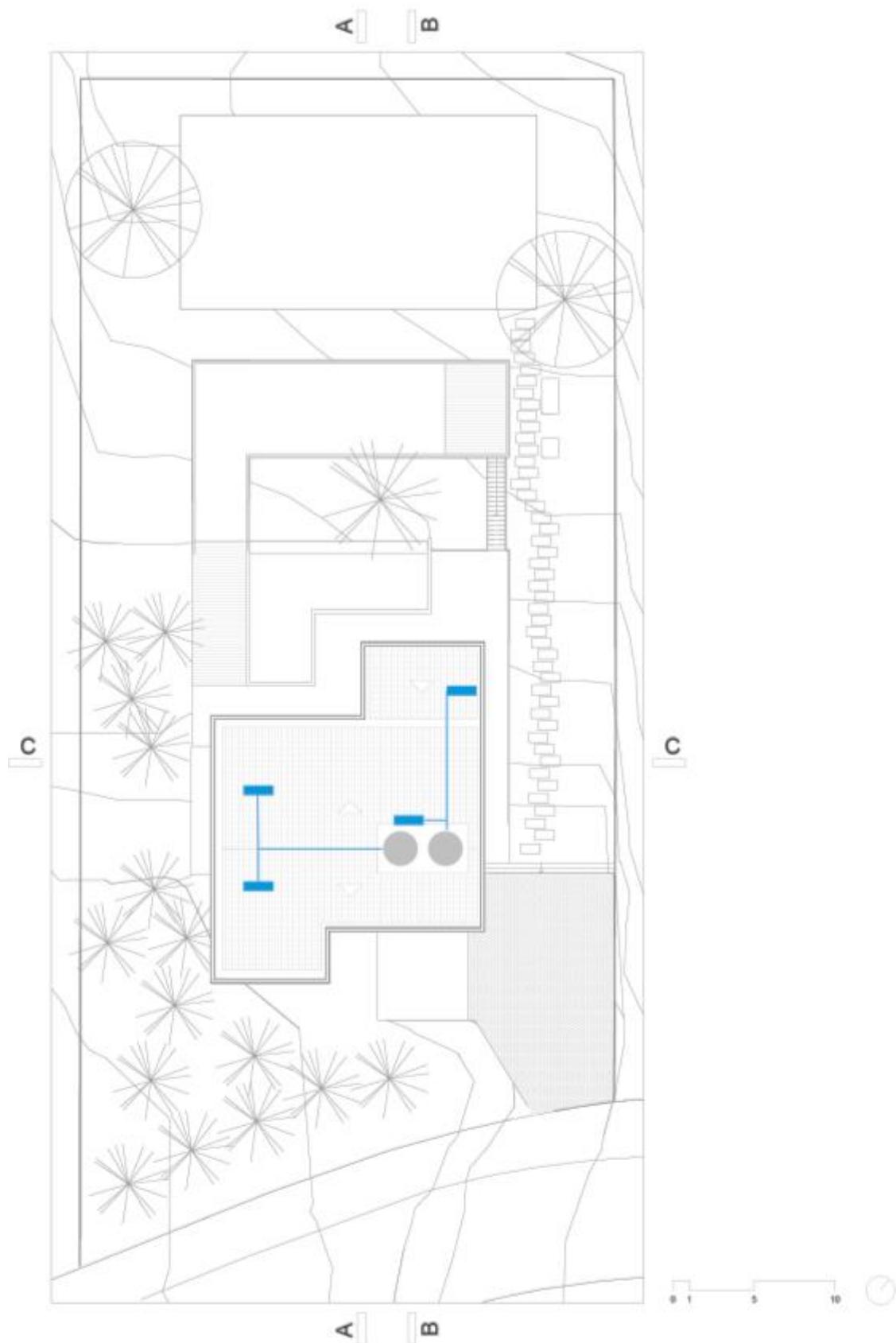


Figura 43: Representação das tubulações de água na cobertura.

As linhas azuis da representam as tubulações de água fria, enquanto que as linhas vermelhas representam o sistema de água quente (figura 44). As prumadas, representadas pelos retângulos, serão passadas por *shafts*.

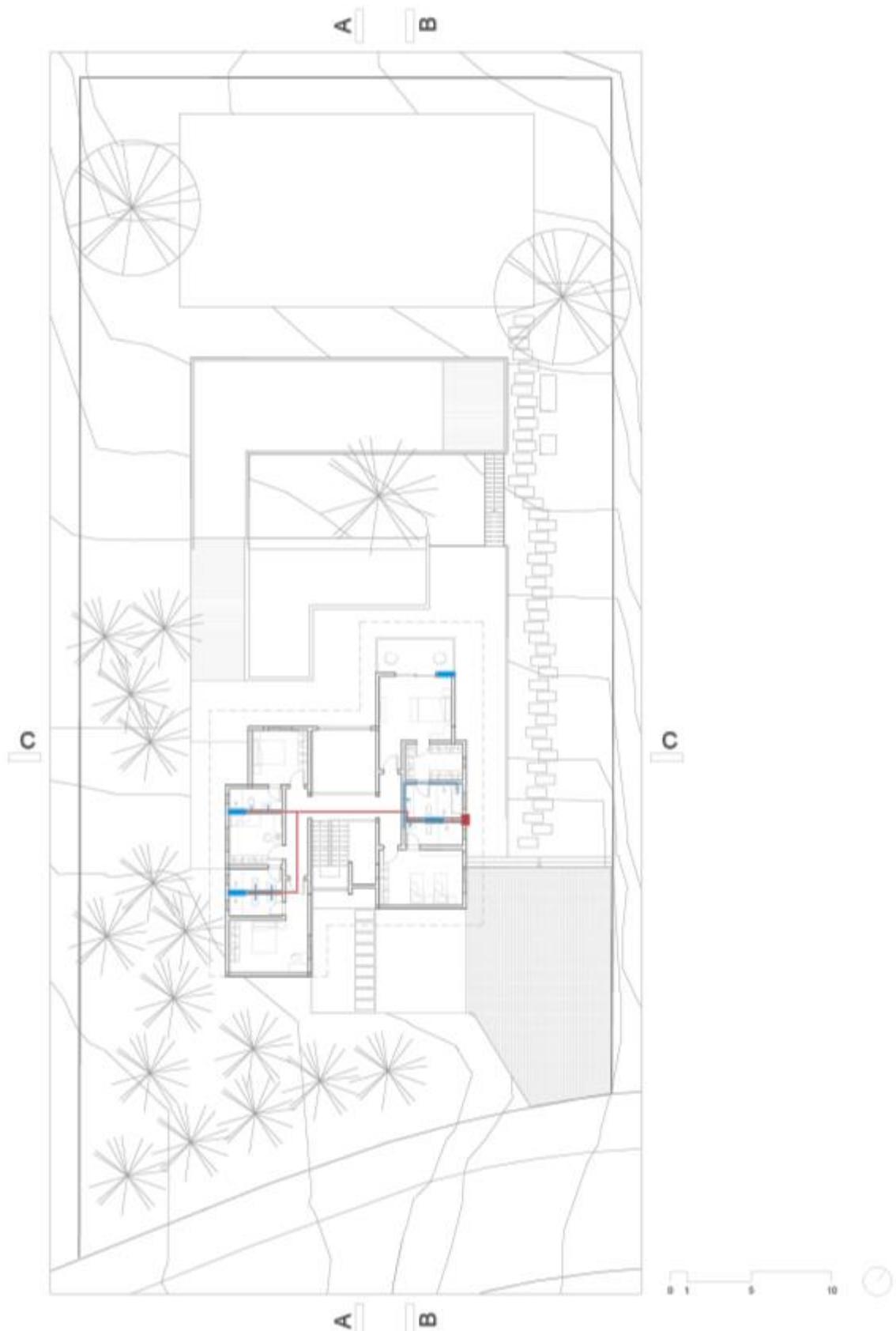


Figura 44: Representação do sistema de água fria e quente no pavimento superior.

Chegando ao pavimento térreo, as tubulações de água alimentarão áreas de banheiros, de serviço e cozinha, como se pode observar na figura 45.

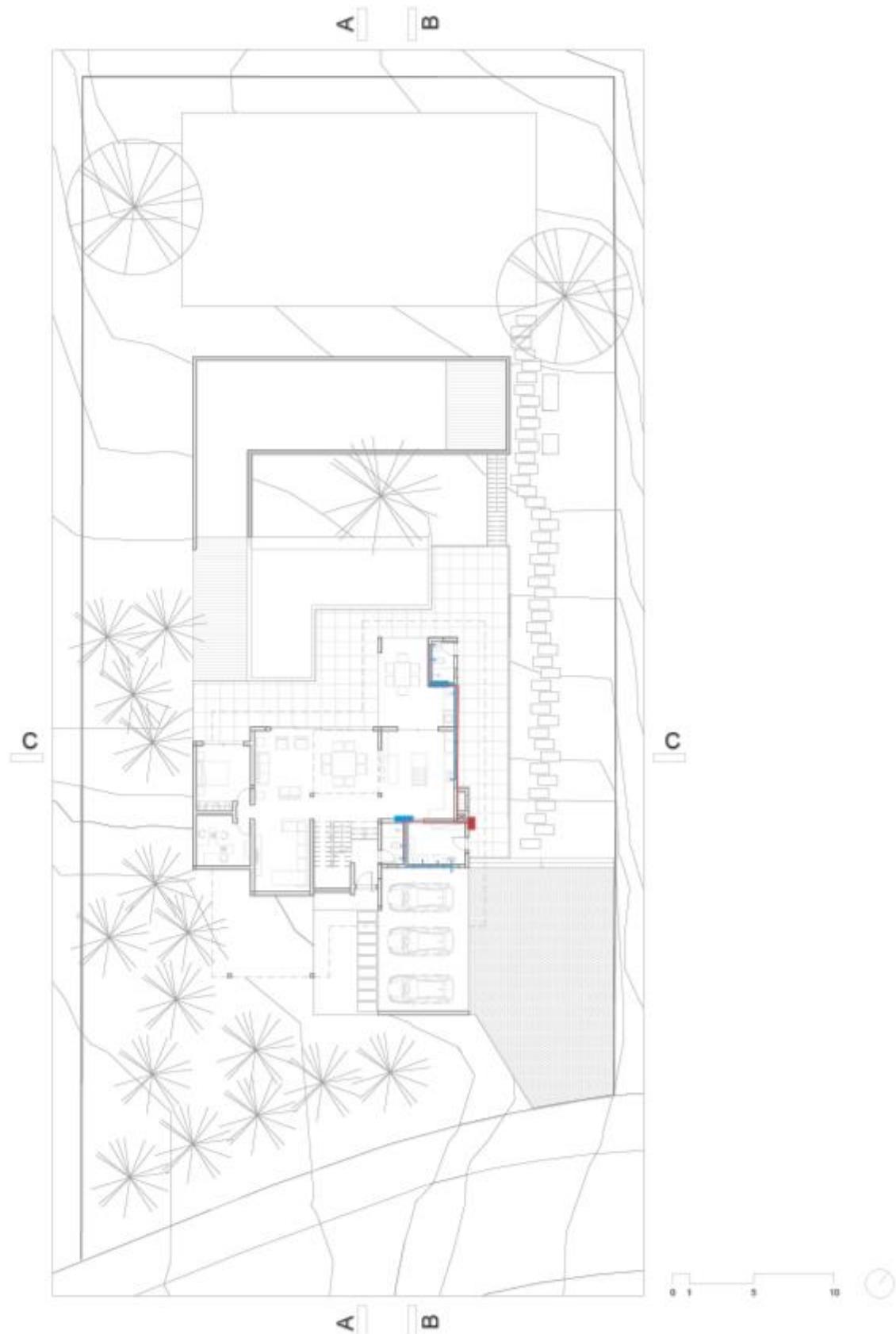


Figura 45: Representação do sistema de água fria e quente no pavimento térreo.

5.7 Sistema de Esgoto

O condomínio não dispõe de um sistema de coleta de esgoto, e por isso foi necessário o dimensionamento de uma fossa séptica para o tratamento do esgoto doméstico.

5.7.1 Fossa Séptica

A NBR 7229:1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, explica que os sistemas de tanques sépticos se aplicam primordialmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário.

O sistema de coleta de esgoto será composto por um tanque séptico e um sumidouro, que é um poço seco escavado no chão e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residual no solo.

O tanque séptico foi dimensionado seguindo a equação 7.

$$V = 1000 + N * (CT + K * L_f)$$

Equação 7

Na equação, V é o volume útil dado em litros, N é o número de pessoas ou unidades de contribuição, C é a contribuição de despejos em litros por pessoa dia (L/pessoa*dia), T é o período de detenção em dia, K é a taxa de acumulação de iodo digerido em dias (equivalente ao tempo de acumulação de iodo fresco), e L_f é a contribuição de iodo fresco em litros por pessoa dia (L/pessoa*dia).

Com o auxílio das tabelas encontradas na NBR7229:1993 (figura 46, figura 47 e figura 48), dimensionou-se a geometria do sumidouro.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e iodo fresco (L _f)		Unid.: L
1. Ocupantes permanentes				
- residência				
padrão alto	pessoa	160	1	
padrão médio	pessoa	130	1	
padrão baixo	pessoa	100	1	
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1	
- alojamento provisório	pessoa	80	1	
2. Ocupantes temporários				
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30	
- escritório	pessoa	50	0,20	
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20	
- escolas (externatos) e locais de longa permanência				
- bares	pessoa	50	0,20	
- restaurantes e similares	pessoa	6	0,10	
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	refeição	25	0,10	
- sanitários públicos ^(A)	lugar	2	0,02	
	bacia sanitária	480	4,0	

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Figura 46: Contribuição diária do esgoto (C) e de iodo fresco (L_f) por tipo de prédio e de ocupante, fonte: NBR7229 – tabela 1

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Figura 47: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária, fonte: NBR7229 – tabela 2

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Figura 48: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio, fonte: NBR7229 – tabela 3

Tabela 8: Dados para dimensionamento do tanque séptico

TANQUE SÉPTICO			
Dados		Ver na tabela	
Quantidade de pessoas	N		6
Contribuição de despejos (L/pessoa*dia) - tab. 1	C	Residências	160
Período de detenção em dias - tab. 2 (N*C)	T	960	1
Contribuição de lodos frescos - tab. 1	Lf	Residências	1
Taxa de acumulação de lodo digerido em dias - tab. 3 (intervalo de limpeza de 1 ano equivale a 57)	K		65
Volume (L)			2350
Volume (m³)			2,35
Profundidade útil (m)			2
Área (m ²)			1,175
Comprimento (m)			1
Largura (m)			1,175

As dimensões dos sumidouros foram calculadas pelas equação 8 e equação 9.

Equação 8

$$V_s = N * C$$

Equação 9

$$Ap = V_s / Ci = 2 * p * (a + b)$$

V_s é o volume de contribuição de esgoto da residência em litros por dia, N é o número de pessoas contribuintes, C é a contribuição de despejos (L/pessoa*dia), A_p é a área do sumidouro em metros quadrados, C_i o coeficiente de infiltração de água no solo (L/m²/dia), e p, a e b são respectivamente a profundidade, comprimento e largura dados em metros.

Tabela 9: Dimensões do sumidouro

SUMIDOURO		
Volume de contribuição de esgoto	L/dia	960,00
Coef. De infiltração de água no solo	L/m ² /dia	75,40
Área das paredes	m ²	12,73
Retangular: lado a	m	2,18
Retangular: lado b	m	1,00
Profundidade	m	2,00

Por recomendação da norma, foram consideradas mais algumas condições para a localização do sistema de fossa séptica:

- Afastamento mínimo de 15 metros de poços de abastecimento de água e de corpos de água de qualquer natureza.
- Facilidade de acesso, para remoção periódica de lodo.
- Afastamento mínimo de 1,5 metros de construções, limites de terreno e ramal predial de água.
- Afastamento mínimo de 3 metros de árvores e de qualquer ponto da rede pública de abastecimento de água.
- Deverá ser construída uma base de concreto de 7 cm de espessura.
- É necessária a construção de caixa de inspeção e limpeza, antes da entrada da fossa ecológica, para impedir a entrada de materiais inorgânicos (fraldas, absorventes, plásticos, preservativos, cotonetes, etc.) e permitir a retirada periódica dos mesmos, caso ocorra.
- Para fossas sépticas retangulares:
 - Largura mínima = 0,70 m
 - Profundidade máxima = 2,50 m
 - Profundidade mínima = 1,10 m
 - Comprimento máximo é de 4 vezes a medida da largura
 - Comprimento mínimo é de 2 vezes a medida da largura
 - Largura não poderá ser maior que 2 vezes a profundidade

5.7.2 Posição do Sistema de Esgoto

A partir dos cálculos demonstrados no item 5.7.1., posicionou-se o sistema de fossa séptica na lateral direita do terreno, próximo ao campo de futebol, onde há maior declividade e facilita a manutenção e retirada do lodo por caminhões (retângulos pretos na figura 49).

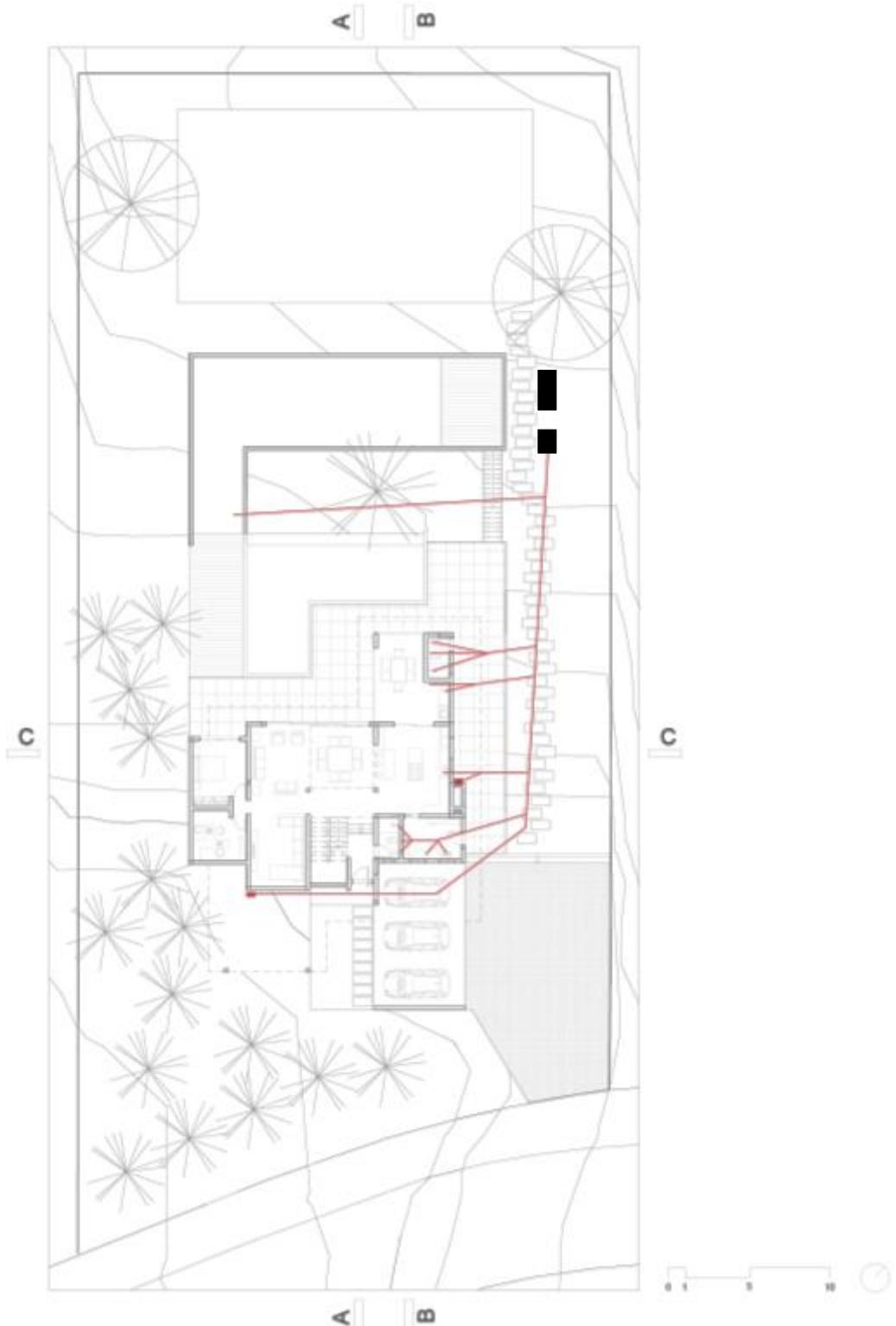


Figura 49: Representação do sistema de esgoto no pavimento térreo.

Os pontos de esgoto coletados no pavimento superior serão direcionados ao pavimento térreo verticalmente por duas prumadas, identificadas pelos retângulos vermelhos na figura 50.

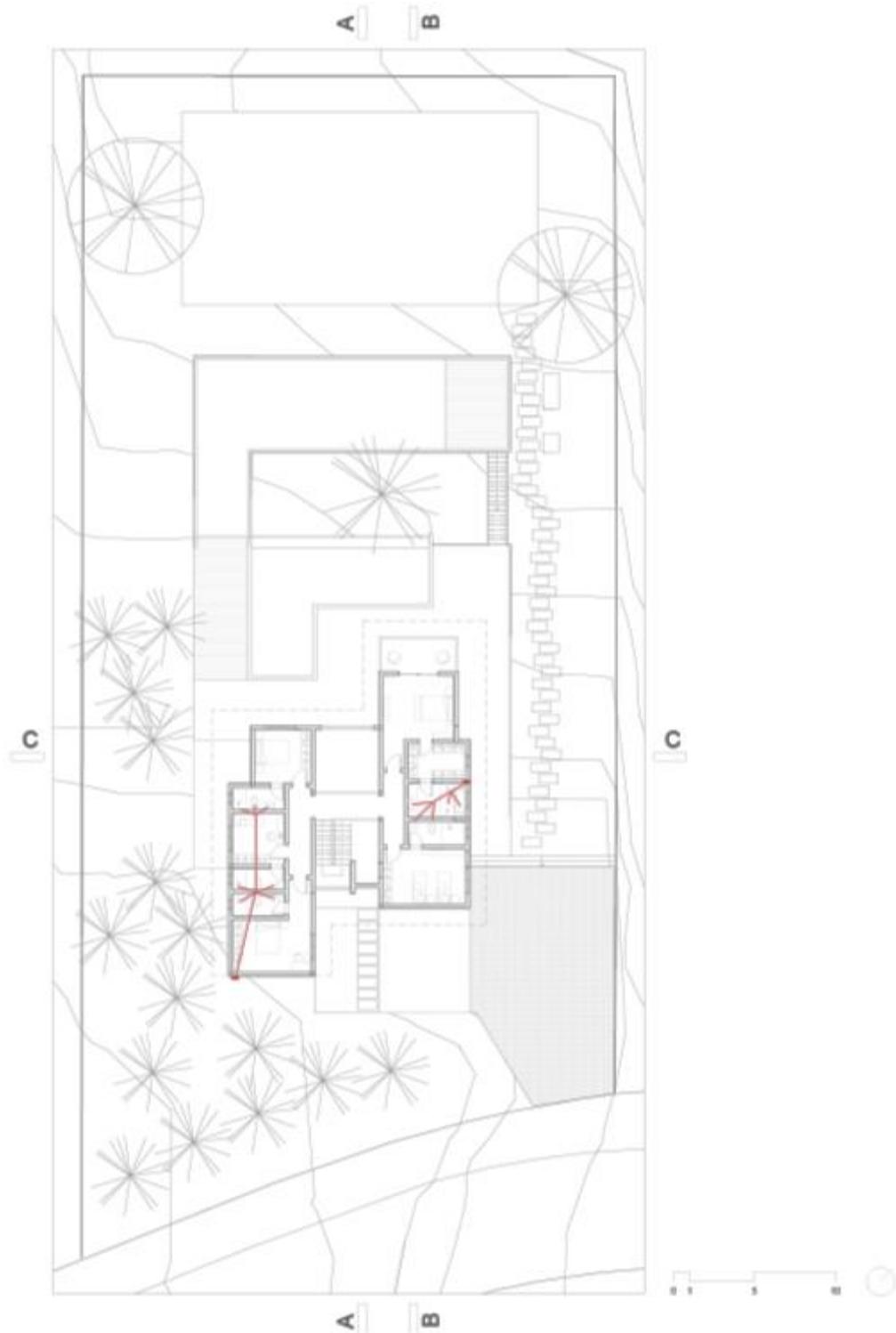


Figura 50: Representação do sistema de esgoto no pavimento superior.

No pavimento térreo, os ramais que coletam pontos de banheiros, área de serviço, cozinha, churrasqueira e canil, se conectam a um condutor principal que transporta o esgoto ao sistema de tratamento por fossa séptica (figura 49).

5.8 Sistema de Elétrica

Para uma avaliação de quantidade aproximada de cabos necessária para as instalações elétricas foram elaborados digramas unifilares para o cabeamento da casa, seguindo a norma NBR 5444 que define a simbologia padronizada simplificada desses diagramas (figura 51).

Símbolo	Legenda
	Ponto luminoso (luminária) que é ligada pelo interruptor 'a'.
	Interruptor que liga luminárias 'a'.
	Interruptores em paralelo.
	Tomada com altura baixa (30cm do chão)
	Tomada com altura média (1,30m do chão)
	Tomada com altura alta (2,00m do chão)
	Quadro Geral de distribuição

Figura 51: Simbologia elétrica

Para a distribuição pela casa optou-se por quatro quadros de distribuição, sendo o principal (geral) colocado na garagem ao lado do calçamento da rua (figura 52). Há um pequeno poste que receberá a fiação da rua, e a distribuição para os quadros será enterrada, o que será facilitado, pois essa área do terreno receberá aterro. O primeiro quadro receberá a energia diretamente do poste e transmitirá essa energia aos outros quadros.

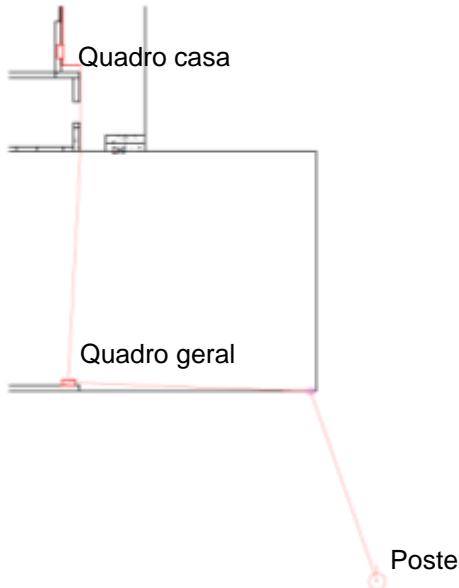


Figura 52: Posição do quadro geral e da casa

A posição dos outros quadros foi escolhida de acordo com o ambiente que eles alimentarão, sendo um a casa (figura 52), outro a piscina e outro o espaço zen (figura 53).

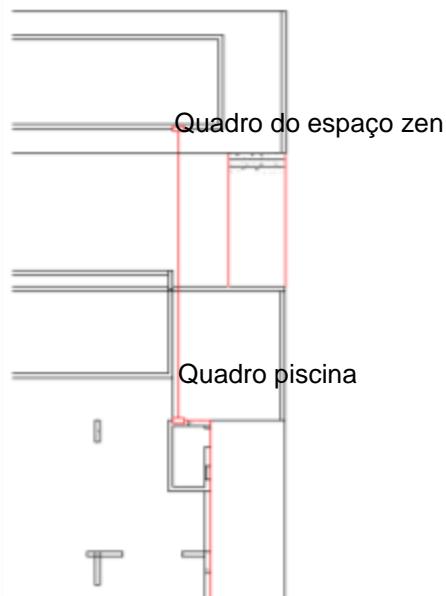


Figura 53: Posição dos quadros da piscina e do espaço zen

O quadro geral alimenta os outros quadros, além de as luzes e tomadas da entrada e da garagem. O quadro da casa alimenta todos os ambientes da casa. O quadro da piscina alimenta as luzes próximas da piscina, a bomba da piscina, o banheiro da churrasqueira e a região da churrasqueira. Já o quadro da área Zen alimentaria toda a região do fundo da casa.

Elaboraram-se os diagramas unifilares de toda a casa, que estão nos Anexos XVIII a XXV do trabalho. A figura 54 mostra um trecho desses diagramas.

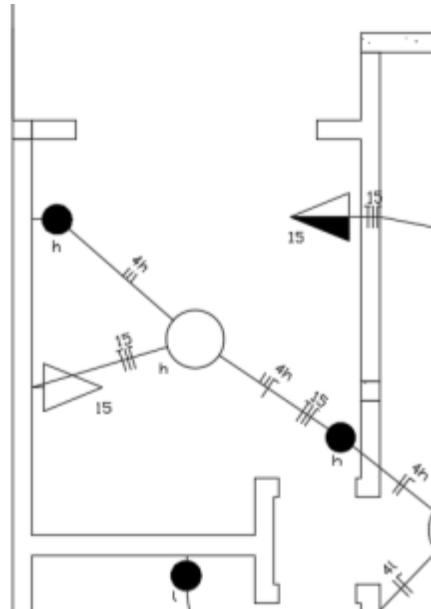


Figura 54: Exemplo de diagrama unifilar (dormitório do térreo)

A tabela a seguir (tabela 10) mostra a previsão de cargas no projeto divididas em TUG (tomadas de uso geral) e TUE (tomadas de uso específico).

Tabela 10: Previsão de carga das tomadas

	Previsão de carga de tomada		Previsão de carga	
	TUG	TUE	TUG	TUE
Salas	4	-	4x100VA	
sala de jantar	2	-	2x600VA	
Cozinha	3	2	3x 600VA	1x5000W (torneira) 1x500W (geladeira)
Banheiros	7	-	7x600VA	
Dormitórios	15	-	15x100VA	
Dormitório & Closet	4	-	3x100VA 1x600VA	
área de serviço	1	2	1x600VA	2x1000W(máq. lavar)
espaço zen	2	-	2x100VA	
Hall	1	-	1x100VA	
Piscina	-	1		1x400W (bomba)
ar condicionado		9		9x2600W
aquecedor de água		2		2x2500W

Com os diagramas unifilares prontos, puderam-se calcular os comprimentos lineares de cabos necessários (tabela 11).

Tabela 11: Comprimento dos cabos de elétrica

Comprimentos dos cabos de cada circuito				
circuitos	Grupos de luminárias	luz ou tomada	ambiente/aparelho	comprimento linear dos cabos (m)
1	A	luz	Cozinha	130,86
	B	luz	Sala de jantar	
	I	luz	Banheiro 1	
	K	luz	Área de Serviço	
2	C	luz	Churrasqueira	57,39
	J	luz	Banheiro 2	
3	D	luz	Hall de entrada	133,08
	E	luz	Corredor do térreo	
	F	luz	Sala de estar	
	G	luz	Sala de TV	
4	H	luz	Quarto (térreo)	73,269
	L	luz	Escritório	
5	R	luz	Luzes da frente (jardim)	462,56
	M	luz	Luz da entrada (porta)	
	N	luz	Garagem	
6	O	luz	Piscina	534,43
	P	luz	Piscina (deck)	
	Q	luz	Luzes (jardim)	
	Aj	luz	depósito	
7	S	luz	suíte máster	120,02
	T	luz	closet	
	U	luz	banheiro máster	
	Am	luz	varanda	
8	V	luz	suíte 1	52,29
	W	luz	banheiro-suíte 1	
9	X	luz	suíte 2	71,68
	Y	luz	banheiro-suíte 2	
10	Z	luz	suíte 3	75,42
	Aa	luz	banheiro-suíte 3	
11	Ab	luz	suíte 4	87,86
	Ac	luz	banheiro-suíte 4	
12	Ad	luz	suíte 5	128,94
	Ae	luz	banheiro-suíte 5	
13	Af	luz	Sala zen	148,69
	Ag	luz	corredores dos fundos	
	Ah	luz	canil	
14	Ai	luz	campinho	388,27

	AI	luz	fundos (jardim)	
15	-	tomada	térreo	
20	-	tomada	geladeira	
21	-	tomada	torneira elétrica / 220V	323,09
22	-	tomada	lava-roupa	
23	-	tomada	secadora	
16	-	tomada	piscina	36,5
24	-	tomada	bomba da piscina	
17	-	tomada	garagem	12,84
18	-	tomada	superior	322,86
19	-	tomada	Área zen	60,27
25	-		poste-Quadro Principal	25
26	-		Quadro Principal- casa	42,27
27	-		Quadro Principal- Quadro piscina	79,47
28	-		Quadro Principal- Quadro Zen	129,57
Total				3496,629

Nos anexos XVIII a XXV encontram-se os diagramas unifilares das áreas dimensionadas.

5.9 Iluminação

5.9.1 Cálculo Preliminar

Para calcular o número de lâmpadas necessárias para um determinado ambiente é necessário partir dos dados das lâmpadas, conseguidos com o fabricante e dados do ambiente.

Primeiro calcula-se a área do ambiente e multiplica-se pelo número de lúmens/m² necessários segundo a norma NBR 5413 – iluminância de interiores (tabela 12).

Tabela 12: Iluminância de ambientes internos

Ambiente	Quantidade de lm/m ²
Sala de estar	100-150-200
Cozinha	100-150-200
Fogão, bancadas, sala de jantar	200-300-500
Quarto	100-150-200
Hall, escadas, despensas, garagens	75-100-150
Banheiros	100-150-200
Espelhos em banheiros	200-300-500
Escritórios	300-500-750
Área de serviço	150-200-300

Da tabela deve-se considerar principalmente o valor médio, podendo considerar o menor quando o ambiente é favorável (refletância e/ou contraste altos) e o máximo quando há redução na capacidade visual ou o ambiente não é favorável (refletância e/ou contraste baixos).

Com os dados dos fabricantes das luminárias se pode calcular a quantidade de lumens por luminária, e assim, achar-se o número aproximado de lâmpadas necessárias para cada ambiente.

Por fim, esses valores foram reavaliados no programa DIALUX para precisar melhor tal quantidade, pois a norma citada acima foi revogada e a que vigora atualmente é a NBR ISO 8995-1, norma essa que é usada pelo programa.

5.9.2 Dados

Para o cálculo da iluminação, utilizaram-se dois catálogos de luminárias da *lumicenter* e *ligman*, partindo-se dos seguintes dados das lâmpadas:

- (a) LHT03-E4500740 (figura 55)

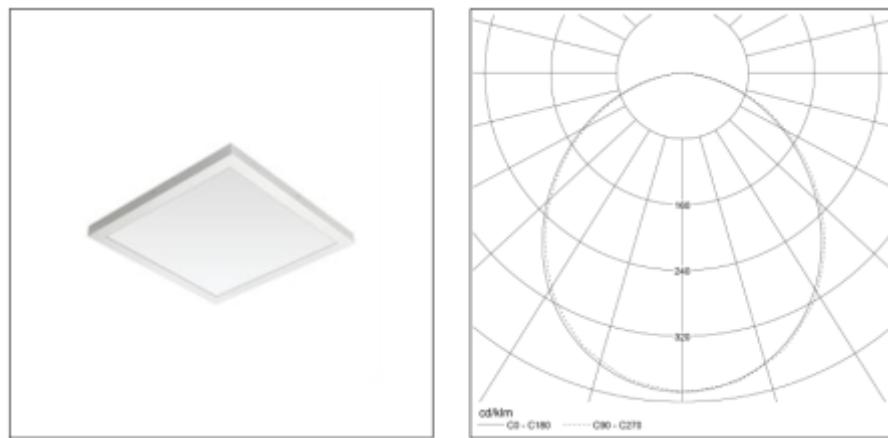


Figura 55: Modelo da luminária (a) e sua curva IES

Embutir no teto LxWxH: 617x617x40mm
LED – 55 W, 4500 lm, 127 V

- (b) LHT01 –E2250740 (figura 56)

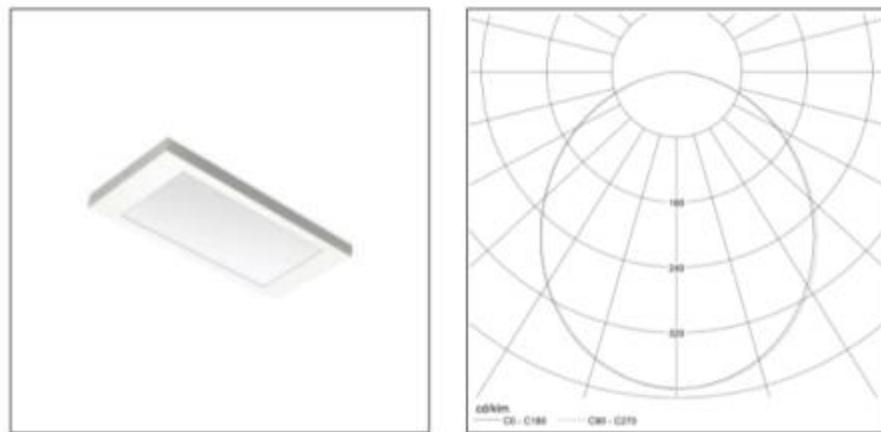


Figura 56: Modelo da luminária (b) e sua curva IES

Embutir no teto LxWxH: 617x303x40mm
LED – 28 W, 2250 lm, 127 V

- (c) EF35 – E12LED4K (figura 57)



Figura 57: Modelo da luminária (c) e sua curva IES

Embutir no teto LxWxH: 208x208x123mm
LED – 14 W, 700 lm, 127 V

- (d) EF28 – E12LED3K (figura 58)

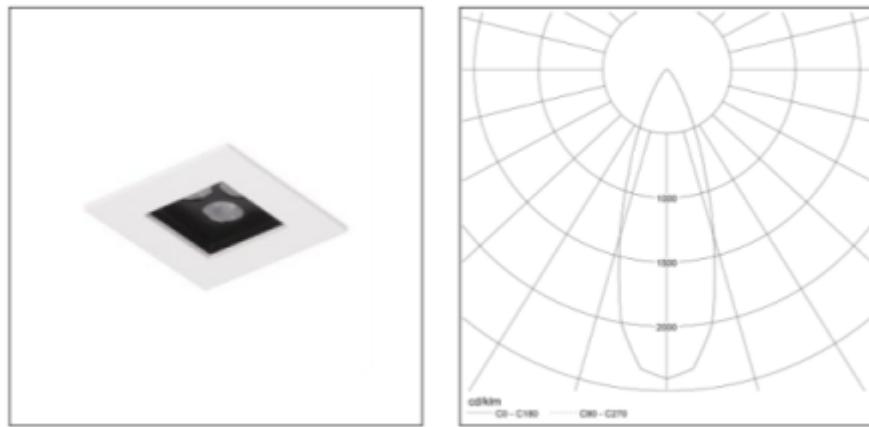


Figura 58: Modelo da luminária (d) e sua curva IES

Embutir no teto LxWxH: 85x85x52mm
LED – 8,5W, 475 lm, 127 V

- (e) EF27 – E3LED3K (figura 59)

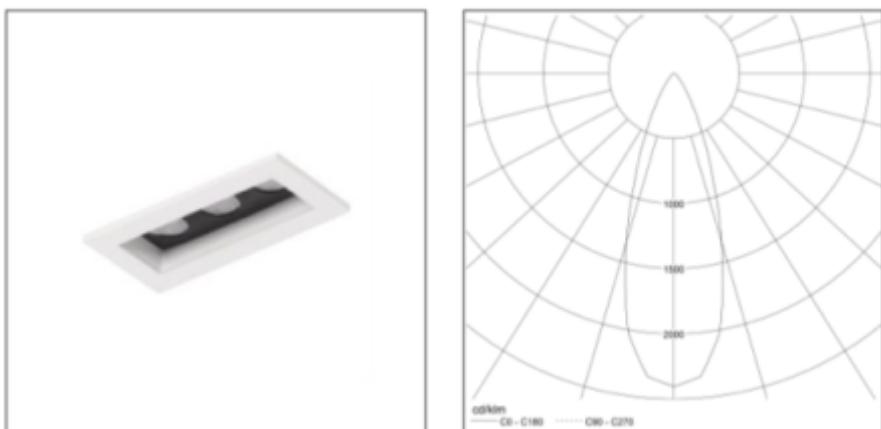


Figura 59: Modelo da luminária (e) e sua curva IES

Embutir no teto LxWxH: 115x54x28mm
LED – 4,5W, 250 lm, 127 V

- (f) PD60 – P50LED 3K (figura 60)

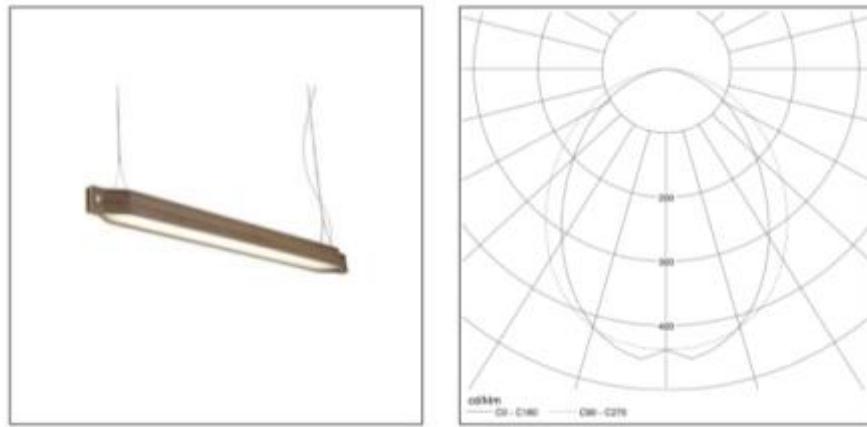


Figura 60: Modelo da luminária (f) e sua curva IES

Pendente LxWxH: 1345x56x40mm
10x LED – 5 W, 152 lm, 127 V

- (g) Atlantic post top luminaire LED (figura 61)

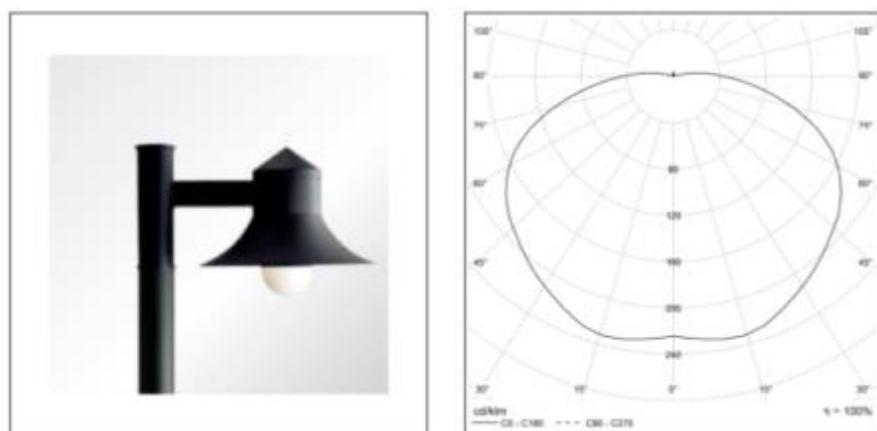


Figura 61: Modelo da luminária (g) e sua curva IES

Poste LxWxH: 742x497x2843mm
LED – 2372 lm

- (h) Janet underwater lighting LED (figura 62)



Figura 62: Modelo da luminária (h) e sua curva IES

Embutir na parede LxWxH: 135x135x137 mm
LED – 593 lm

- (i) Atlantic 1 bollard LED AA-10076-x-w40 (figura 63)

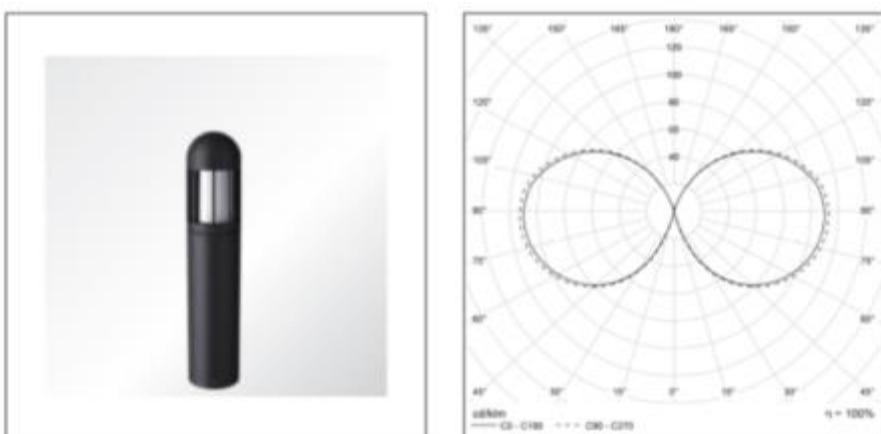


Figura 63: Modelo da luminária (i) e sua curva IES

Poste LxWxH: 160x160x772mm
LED – 1291 lm

- (j) AA-30186-X-X-W30 (figura 64)



Figura 64: Modelo da luminária (j) e sua curva IES

Parede LxWxH: 640x497x795 mm
LED – 1200 lm

- (k) HA-60036-X-F-W30 (figura 65)

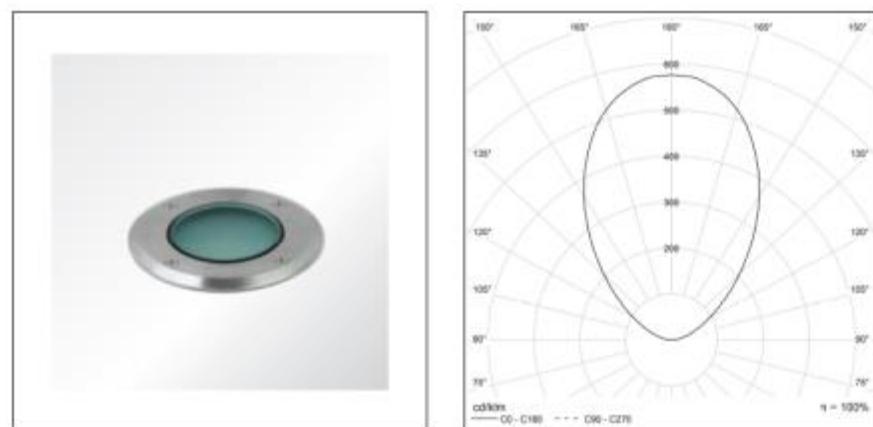


Figura 65: Modelo da luminária (k) e sua curva IES

Embutir no chão LxWxH:120x120x155 mm
LED – 50 lm

- (I) Tango 8 Cylindrical wall up-down light (TA-30772-G) (figura 66)

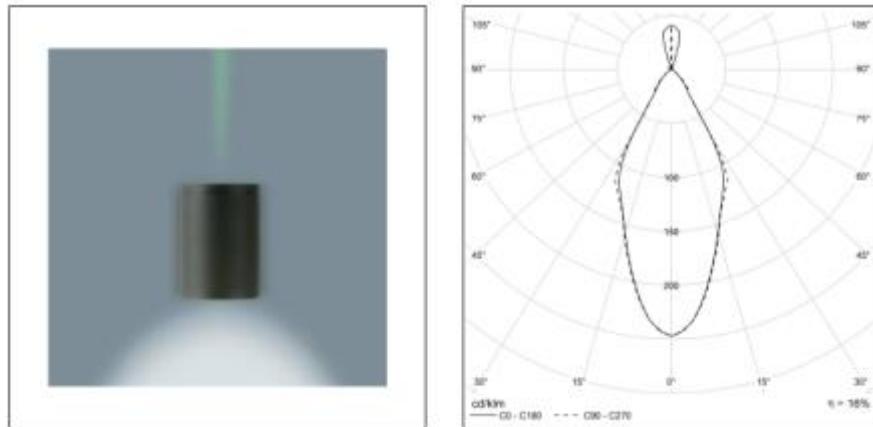


Figura 66: Modelo da luminária (I) e sua curva IES

Parede LxWxH: 261x160x266 mm
LED – 6000 lm

5.9.3 Resultados



Figura 67: Cena iluminada pelo programa Dialux

Inserindo todos esses dados no programa Dialux (figura 67), obtiveram-se os resultados apresentados na tabela 13.

Tabela 13: Resultados gerados pelo programa dialux

Amb.	Área (m ²)	Quant. de Amb.	Número de luminárias											
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Entrada	—	1	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	1
Garagem	48	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Corredor (térreo)	18,5	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Escada	9,9	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Sala de jantar	15,6	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Sala de estar	14,5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sala de TV	15,7 5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escritório	11	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cozinha	24,7 5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Churras.	20,2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de Serviço	9,5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Banheiros	3,64 ~ 5,4	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartos	11 ~ 15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suíte Master	21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Closet	8,3	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Banheiro Master	7,75	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Quarto maior	16	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corredor (superior)	24	1	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0
Espaço piscina	—	1	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	31	0
Espaço meditação	87	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canil	36,4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fundos/ Campo	—	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Arredores	—	1	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	1
Total			22	6	1	45	21	2	14	29	49	2	31	2

Na linha total se tem a quantidade de cada um dos tipos de luminária, e nas outras linhas se tem a quantidade em cada um dos ambientes, e suas posições podem ser vistas no modelo em 3D (figura 67).

5.10 Paisagismo

O projeto da paisagem envolve, no quesito multidisciplinaridade, noções básicas de botânica e arquitetura. Nesse contexto, o projeto busca integrar a casa, o terreno e a ambientação das áreas externas e espaços de recreação. Vale notar que a composição deste projeto é feita com seres vivos e, portanto, apresenta um caráter dinâmico. A caracterização das espécies levantadas como vocabulário básico para o empreendimento estão descritas abaixo.

Por conta da dinamicidade desses elementos, a necessidade de sombreamento das fachadas com maior insolação não foi um critério adotado para guiar o projeto, uma vez que a mesma foi tratada com elementos fixos de arquitetura, com o uso estratégico de recuos e brises. Entretanto, é de conhecimento do grupo o desejo por parte dos clientes de haver contato com a natureza. Por isso, foram priorizadas espécies arbóreas com frutos e flores, bem como forrações coloridas.

Pensando em espaços para lazer, considerando que o casal pretende ter filhos e animais domésticos, o uso de forrações não pisoteáveis foi minimizado, havendo o cuidado de deixar caminhos pavimentados cruzando os canteiros onde possa haver passagem de pessoas. As árvores foram alocadas em conjuntos, com grande proximidade entre os elementos, de modo a criar bolsões de sombreamento.

Na frente da casa, estão previstos dois bancos para permitir que condôminos de passagem tenham um lugar de descanso, ou atuar como espaço de convivência com vizinhos na área externa. Para sombrear essa região, foi escolhido o ipê-amarelo (figura 77), pois na época de floração, tem a característica de formar “tapetes” com as flores caídas e contrasta com o canteiro nas proximidades, composto de grama azul (figura 73). Logo atrás estão os conjuntos de uvaia (figura 76) e cambuci (figura 75), que dão frutos exóticos. O canteiro de perequito (figura 71) foi concebido para marcar um talude mais íngreme deixado pelo terrapleno, e os canteiros de amor-perfeito (figura 69), prímula (figura 70) e gazânia (figura 72) foram pensados para contrastar com a linguagem da casa. Ao lado do deck da piscina foi posicionado um conjunto de pitangueiras (figura 74), e para o campinho, optou-se pelo ipê-roxo (figura 78), árvore de grande porte, para gerar sombra nessa área durante o verão.

A seguir, seguem um croqui com os canteiros e arborização (figura 68), juntamente com imagens e descrições das espécies escolhidas, sendo o item 5.10.1 dedicado para forrações, e o item 5.10.2 para árvores.

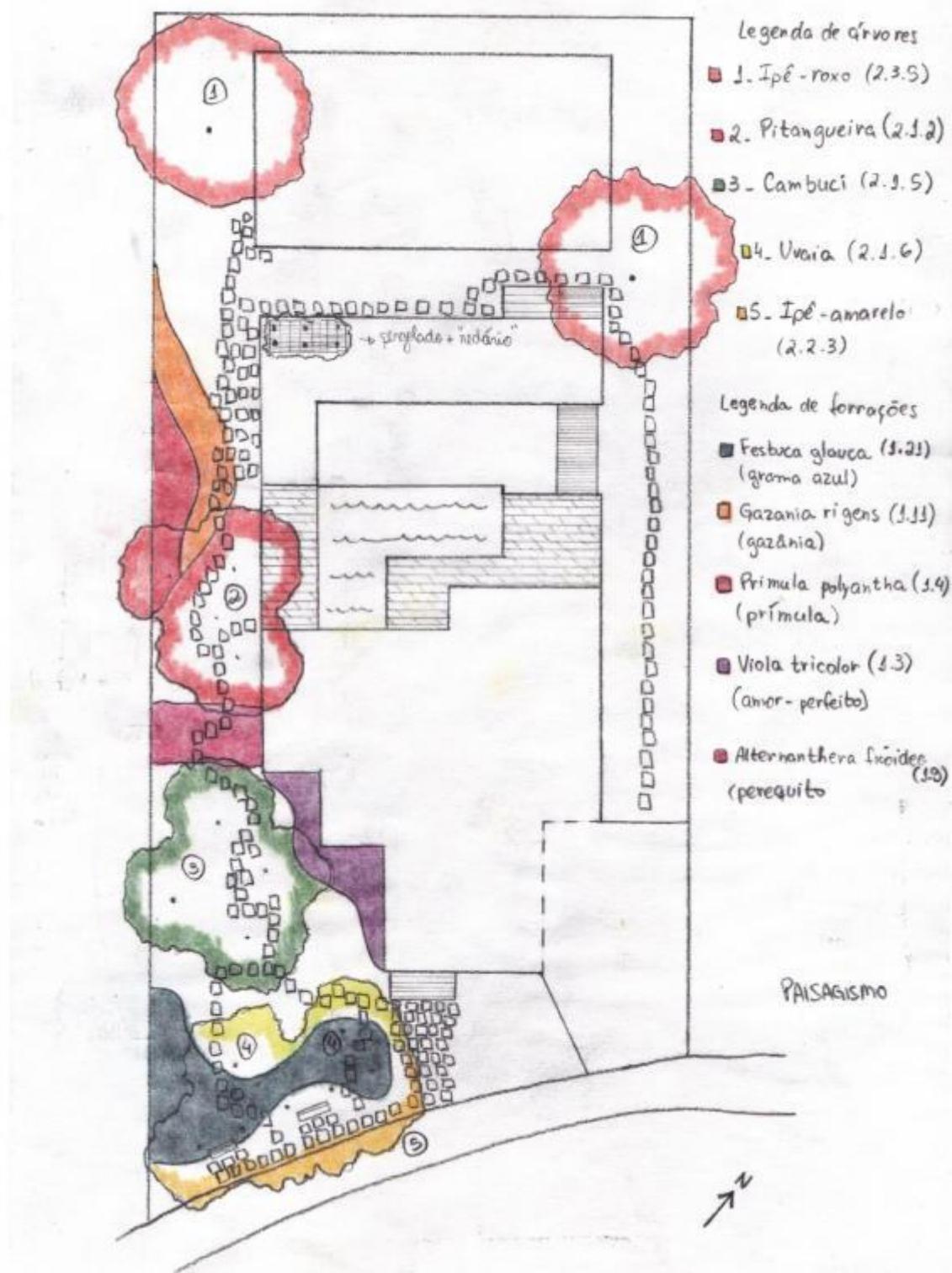


Figura 68: Desenho elaborado para o paisagismo

5.10.1 Espécies de forração

- Amor-perfeito (*viola tricolor*) (figura 69)



Figura 69: *Viola tricolor*

- Prímula (*primula x polyantha*) (figura 70)



Figura 70: *Primula x polyantha*

- Periquito (*alternanthera ficoidea*) (figura 71)



Figura 71: *Alternanthera ficoidea*

- Gazânia (*gazania rigens*) (figura 72)



Figura 72: *Gazania rigens*

- Grama Azul (*festuca glauca*) (figura 73)



Figura 73: Festuca glauca

5.10.2 Espécies Arbóreas

- Pitangueira (*Eugenia uniflora*) – frutos, atrai fauna, ornamental (figura 74).



Figura 74: Pitangueira

- Cambuci (*Campomanesia phaea*) – frutos saborosos, árvore símbolo de São Paulo (figura 75).



Figura 75: Cambuci

- Uvaia (*Eugenia pyriformis*) – frutos saborosos e ornamentais (figura 76).



Figura 76: Uvaia

- Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) – flor, ornamental (figura 77).



Figura 77: Ipê-amarelo

- Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) – flor, ornamental (figura 78).



Figura 78: Ipê-roxo

5.11 Materiais

5.11.1 Porcelanato

A norma ABNT NBR 15463:2013 - Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato, define o revestimento como uma placa cerâmica com baixa porosidade e elevado desempenho técnico (alta resistência mecânica e química).

Os porcelanatos propiciam boa funcionalidade e conforto, além de ser um piso simples de instalar e fácil de limpar, com adequada resistência para residências.

Por causa da sua fabricação em alta temperatura em relação as placas cerâmicas comuns, o resultado é um produto mais resistente, com menor absorção de água e menor possibilidade e dilatação térmica, o que permite juntas mais estreitas entre uma placa e outra.

Os acabamentos dos porcelanatos podem ser do tipo polido ou acetinado. O acabamento polido possui uma textura lisa e brilhante que, apesar da estética requintada, tende a ser mais escorregadio e racha com mais facilidade. Já o acabamento acetinado é mais resistente a manchas e riscos.

Por causa de suas características, principalmente por ser menos escorregadio, optou-se por pisos de porcelanato acetinado para as seguintes áreas:

- ✓ Cozinha;
- ✓ Churrasqueira;
- ✓ Banheiros;
- ✓ Área de serviço.

Já o piso de porcelanato polido será usado nas áreas do:

- ✓ Espaço zen;
- ✓ Hall de entrada.

O tamanho dos pisos da cozinha, churrasqueira, hall de entrada e espaço zen terão as dimensões de 90x90 cm.

Abaixo têm-se uma paleta de cores estudada para essas diversas áreas da residência, optando-se por tonalidades mais claras no hall de entrada e espaço zen, e tonalidades médias na cozinha e churrasqueira e mais escuras nos banheiros (figura 79).



Figura 79: Tonalidades dos porcelanatos

5.11.2 Pastilhas

Em busca de uma ampliação na percepção do espaço, além de se desejar um acabamento mais colorido, escolheu-se pastilhas para o acabamento da piscina, garantindo-se estanqueidade e qualidade estética (figura 80).

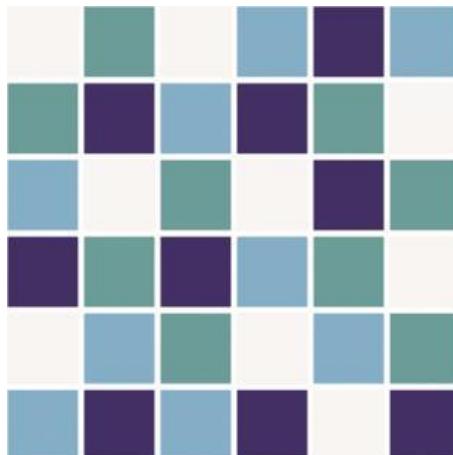


Figura 80: Revestimento da piscina.

5.11.3 Piso Cimentício Atérmico

Esse tipo de piso é formulado à base de cimento (e, portanto mais resistente a manchas do que os convencionais) e cuja composição química leva ingredientes que os tornam atérmicos, ao contrário dos comuns, que esquentam.

O entorno da piscina é uma região que recebe insolação durante quase todo o dia e deverá ser muito transitado pelos usuários. Por isso, foi escolhido um piso cimentício atérmico (figura 81).



Figura 81: Piso atérmico.

5.11.4 Bloco Intertravado Piso Grama

Na área de acesso à garagem, recorreu-se ao bloco intertravado pisograma, que permite a presença da vegetação em seus vãos e a drenagem das águas pluviais, ao mesmo tempo em que garante um caminho resistente ao tráfego de automóveis (figura 82).



Figura 82: Bloco Intertravado de Piso Grama

5.11.5 Concreto Liso

Na área coberta da garagem do canil, foi selecionado para os pisos o acabamento de concreto liso (figura 83), buscando-se uma fácil limpeza e manutenção desses espaços, além de esse acabamento propiciar boa resistência.



Figura 83: Exemplo do piso da garagem

5.11.6 Placas Pré-Moldadas de Concreto

As placas de concreto pré-moldadas propiciam boa resistência, auxiliam na permeabilidade da área e possibilitam a formação de caminhos, mesmo quando o terreno tem declividade.

A fim de formar caminhos para pedestres nas laterais do terreno, foram selecionadas as placas pré-moldadas de concreto, com módulos de 1,20 x 0,60 cm (figura 84).



Figura 84: Pré-moldado de concreto para jardim

5.11.7 Mosaico de Rocha

Nas paredes externas que cobrem os aterros, será utilizado mosaico de rocha com tonalidade mais escura (figura 85), buscando-se destacar essas áreas dentro do projeto.



Figura 85: Revestimento para paredes externas.

5.12 Detalhes Construtivos

5.12.1 Fundação

Devido à peculiaridade do terreno por causa da presença de matações e rochas muito próximo da superfície, optou-se pelo uso de estaca Strauss.

A estaca Strauss é uma estaca escavada, sendo necessária, dessa forma, a remoção prévia do solo. Essa é uma fundação moldada *in loco*, enchendo-se de concreto as perfurações que foram escavadas.

A execução desse tipo de fundação se dá por um bate-estaca, que consiste basicamente de um guincho, um tripé e uma roldana fixada no topo. Para o início da escavação abre-se um furo no terreno com um soquete para colocação do primeiro tubo, e aprofunda-se o furo com golpes de uma sonda e com a simultânea introdução de revestimento metálico em segmentos rosqueado, até que se atinja a profundidade projetada. Após se atingir a cota prevista no projeto de fundação, deve-se ser feita a checagem se a sonda já não entra no solo, isso ocorre quando se atinge um nível em que o SPT do solo é 20. Após isso, realiza-se a concretagem da estaca (figura 86).

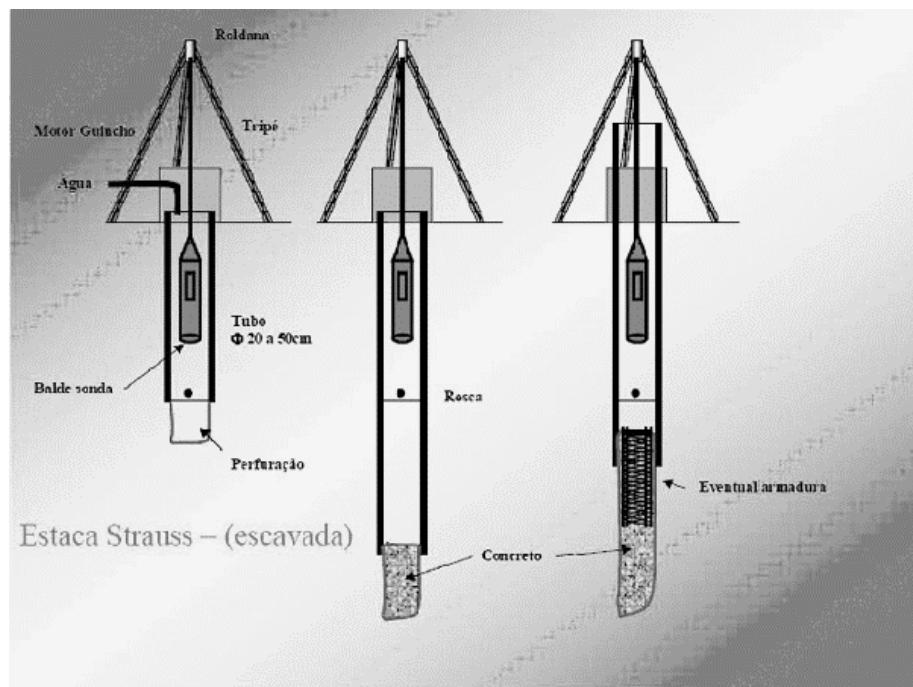


Figura 86: Execução da estaca Strauss

As estacas Strauss se originarão em blocos de concreto que transferem as cargas dos pilares para as estacas, e esses blocos de ancoragem são interligados horizontalmente por vigas baldrame, que são as responsáveis por receber as cargas das paredes da casa. Acima das vigas baldrame deve-se fazer uma impermeabilização para evitar futuros problemas com infiltração ascendente nas paredes do térreo.

A fundação do projeto será dividida em três patamares, o primeiro no nível da garagem na cota 721,70, o segundo no nível das salas, cozinha e piscina na cota 721,20, e o terceiro no nível do espaço zen e canil, na cota 718.

5.12.2 Estrutura

A estrutura é reticulada de concreto armado, executada com fôrmas de madeira. Há duas paredes de concreto, uma na garagem e outra que estrutura a escada que liga o térreo ao primeiro pavimento.

A seguir, são apresentadas as plantas de fôrma (figura 87 e figura 88).

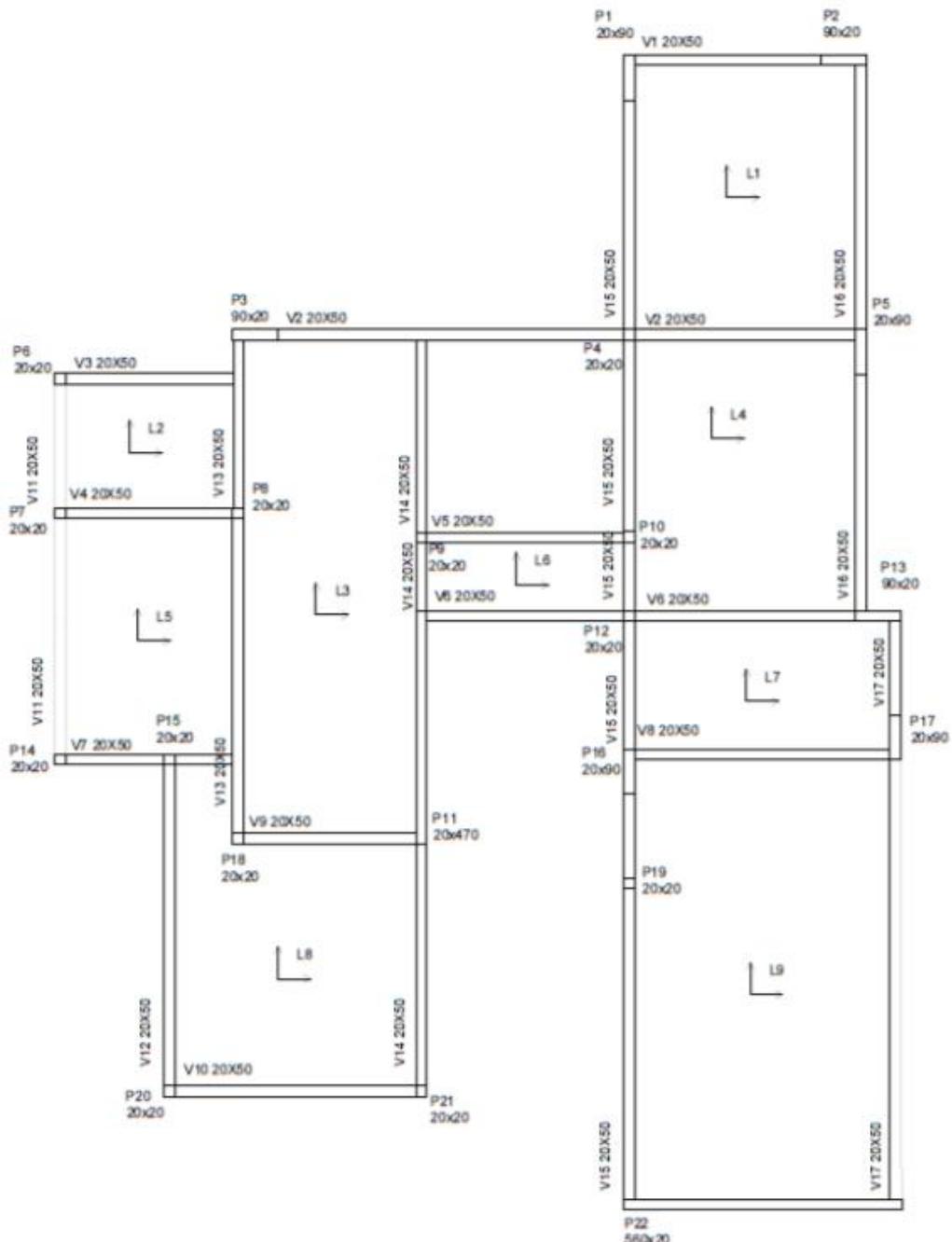


Figura 87: Planta de fôrma do pavimento superior

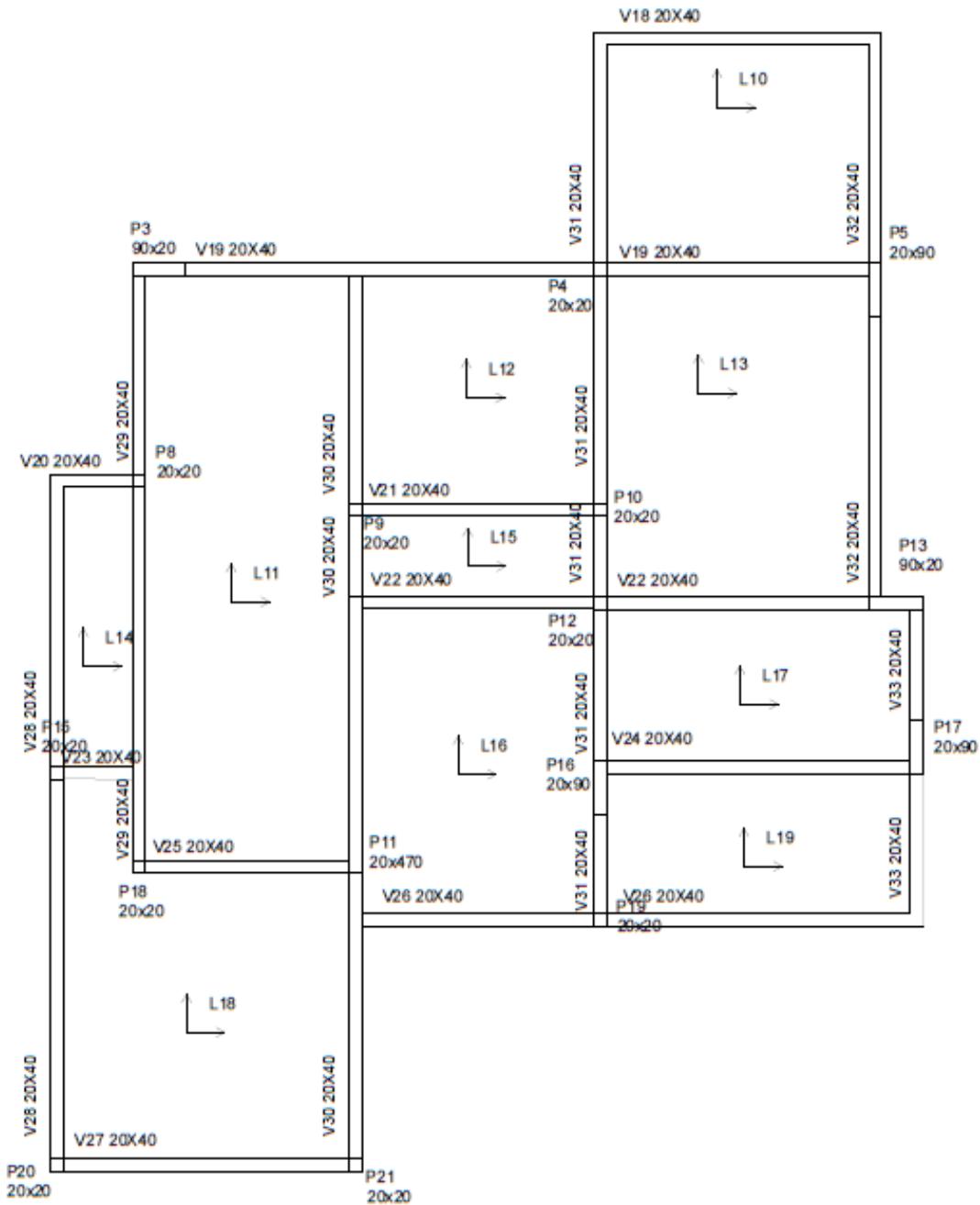


Figura 88: Planta de fôrma da cobertura

Executada a fundação e com as devidas armaduras de espera nos blocos de fundação, segue-se o cronograma:

- ✓ Montagem das fôrmas e armaduras dos pilares;
- ✓ Montagem das fôrmas das vigas e lajes;
- ✓ Concretagem dos pilares;
- ✓ Montagem das armaduras das vigas e lajes;
- ✓ Concretagem das vigas e lajes;

Deve-se ter cuidados em relação à cura, desforma e retirada do escoramento da estrutura, para que não haja deformação ou surgimento de fissuras no concreto.

5.12.3 Vedação

Os blocos de concreto, quando comparado aos blocos cerâmicos, têm as seguintes vantagens:

- ✓ São mais regulares geometricamente;
- ✓ São mais resistentes;
- ✓ Exigem menor espessura para revestimento;
- ✓ Possuem melhor desempenho acústico;
- ✓ Apresentam melhor produtividade para sua execução.

Os blocos de concreto têm as seguintes desvantagens:

- ✓ Custo mais elevado;
- ✓ São mais pesados;
- ✓ Difícil manuseio;

Deve-se ter mais cuidado com as juntas de assentamento.

Por causa das suas características, escolheram-se os blocos de concreto para as paredes de vedação. Esses blocos terão 19 cm de espessura, para garantir melhor conforto térmico e acústico, além de possibilitar a compatibilização de alguns elementos arquitetônicos, como as vigas e os pilares.

Para a NBR 6136, os blocos de concreto das paredes devem atender os requisitos correspondentes à Classe D: Sem função estrutural (tabela 14), para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Tabela 14: Requisitos para resistência característica à compressão, absorção e retração

Classe	Resistência característica f_{ck} MPa	Absorção média em %		Retração ⁽¹⁾ %
		Agregado normal	Agregado leve	
A	$\geq 6,0$	$\leq 10,0\%$	$\leq 13,0\%$ (média)	$\leq 0,065\%$
B	$\geq 4,0$		$\leq 16,0\%$ (individa)	
C	$\geq 3,0$			
D	$\geq 2,0$			

¹ Facultativo.

Fonte: ABNT NBR6136

A partir disso, concluiu-se que se deve utilizar blocos com resistência característica maior que 2,0 MPa.

Pela pesquisa de blocos da família 19 (figura 89).

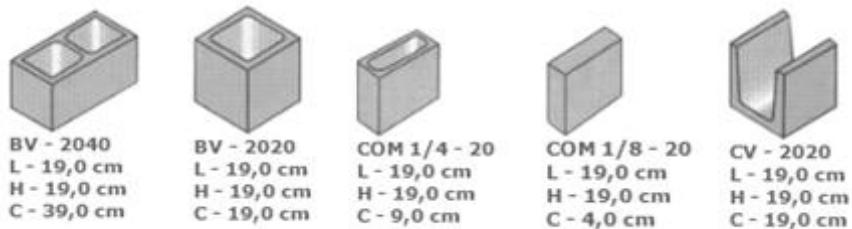


Figura 89: Tipos de blocos de concreto (fonte: Concremix)

Os blocos inteiros, os meio blocos e os compensadores são utilizados para compor as paredes. Seus furos permitem a passagem de instalações elétricas e hidráulicas, quando necessário (figura 90 e figura 91). Para este projeto, particularmente, os trechos verticais das instalações hidráulicas serão conduzidos por *shafts*.



Figura 90: Passagem de eletrodutos pelos blocos



Figura 91: Caixas elétricas fixadas aos blocos

Os blocos canaletas servem para formação de vergas e contravergas em vãos para esquadrias e para o encunhamento das paredes, como ilustra a figura 92.

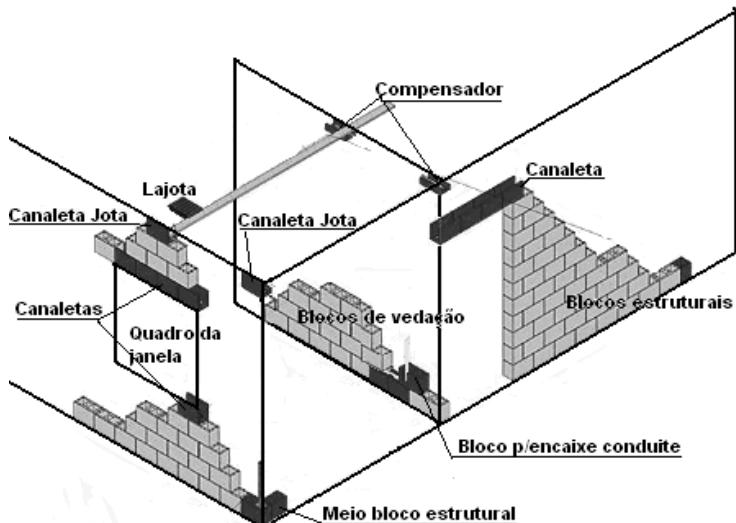


Figura 92: Esquema construtivo de paredes com blocos de concreto

5.12.4 Revestimentos Verticais

- Externos

O revestimento da fachada será feito em argamassa, dividida em três camadas (chapisco, emboço e reboco), com acabamento final em pintura (figura 93).

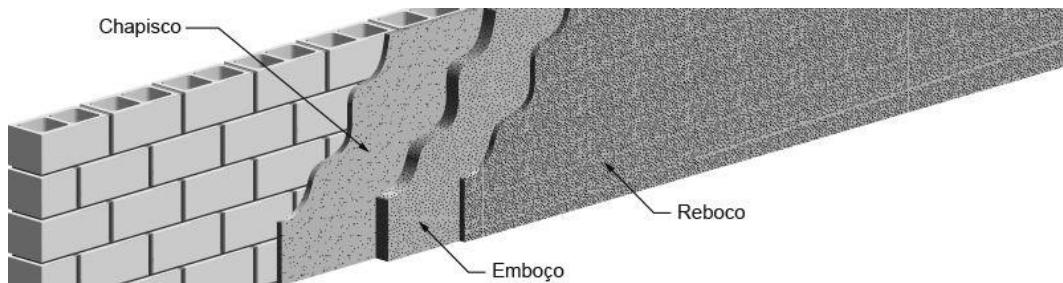


Figura 93: Camadas do revestimento da fachada (pintura aplicada sobre o reboco)

Segundo a tabela 15 da norma NBR 13749, o revestimento de argamassa para paredes externas deve ter espessura total entre 20 e 30 mm.

Tabela 15: Espessuras admissíveis para o revestimento de argamassa (ABNT, 1996)

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$ mm
Parede extrema	$20 \leq e \leq 30$ mm
Tetos internos e extemos	$e \leq 20$ mm

- Internos

Nas áreas secas, o revestimento das paredes internas será de gesso, usando a técnica de aplicação do gesso desempenado (figura 94), que consiste em aplicar o material diretamente no vedo, sem o auxílio de taliscas e mestras. Essa aplicação é possível graças ao uso e a execução precisa das paredes em blocos de concreto.



Figura 94: Execução do gesso desempenado

Apenas o teto do depósito receberá aplicação de gesso. Os demais ambientes da casa receberão um forro com placas de gesso no nível das faces inferiores das vigas, criando um espaço entre esse forro e a laje, de espessura igual a 40 cm no térreo e espaço zen, e de 30 cm no pavimento superior.

Para as paredes das áreas molhadas (banheiros, área de serviço, parede da bancada de trabalho da cozinha), será utilizado porcelanato aplicado diretamente sobre o bloco com argamassa colante. A espessura da camada de argamassa colante deve ter espessura mínima de 10 mm.

5.12.5 Revestimento Horizontal

Para o revestimento superior das lajes, com exceção da cobertura e teto verde, será executada uma camada de contrapiso aderido, do tipo “farofa”, constituída de cimento, agregados e água, com espessura de 2 a 5 cm.

A divisão entre as áreas molhadas e secas (quarto e banheiro da suíte, por exemplo) é feita por soleiras de granito.

Abaixo da laje, optou-se por empregar forro de gesso, que permitirá a passagem de tubulações de água, esgoto, elétrica e ar condicionado. O forro ficará a 40 cm de distância do nível inferior da laje do primeiro pavimento, e a 30 cm do nível inferior da laje de cobertura.

O entorno da piscina foi projetado como um deck de madeira, com pilares de sustentação, vigas, barrotes, as réguas de piso e o parapeito (figura 95).

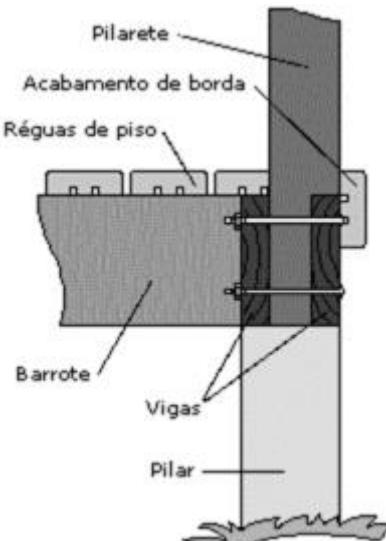


Figura 95: Elementos do deck da piscina

As réguas de piso são modulares e devem ser constituídas de espécie de madeira certificada, resistente, com devidos tratamentos químicos feitos contra o apodrecimento, ao ataque de fungos e insetos e garantir impermeabilidade e durabilidade à estrutura (figura 96).



Figura 96: Exemplo de deck de madeira

Os elementos são fixados por pregos especiais galvanizados e por conectores.

Para os ambientes de sala, corredores e dormitórios, optou-se pelo piso pronto de madeira.

É aplicado diretamente no contrapiso, com cola de poliuretano com secagem rápida e de alta resistência.

As réguas possuem encaixe macho/fêmea nas pontas e nas laterais (figura 97), o que evita o empenamento e encanoamento do piso.



Figura 97: Encaixe macho/fêmea das réguas

5.12.6 Cobertura

A cobertura será em telhas metálicas do tipo sanduiche (figura 98).

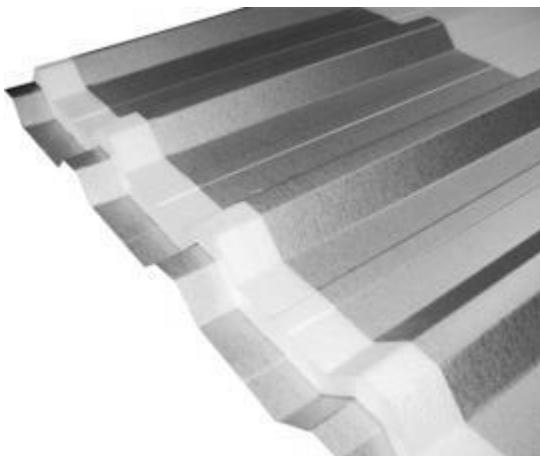


Figura 98: Telha do tipo sanduiche

Esse tipo de telha é composta por duas camadas externas metálicas separadas por um núcleo de poliestireno (EPS). O EPS garante alta capacidade térmica, que é uma qualidade muito importante de ser obtida por causa da alta insolação da cidade de Itupeva. O uso do aço permite uma pequena inclinação das águas da cobertura, optando-se pela inclinação mínima possível de 5%, garantindo assim, platibandas pequenas para a composição da fachada da casa.

5.12.7 Piscina

A piscina terá sua estrutura em concreto armado, impermeabilizada através de camadas de regularização, manta asfáltica ou elastomérica, proteção mecânica, argamassa colante e revestimento cerâmico, como ilustrado na figura 99.

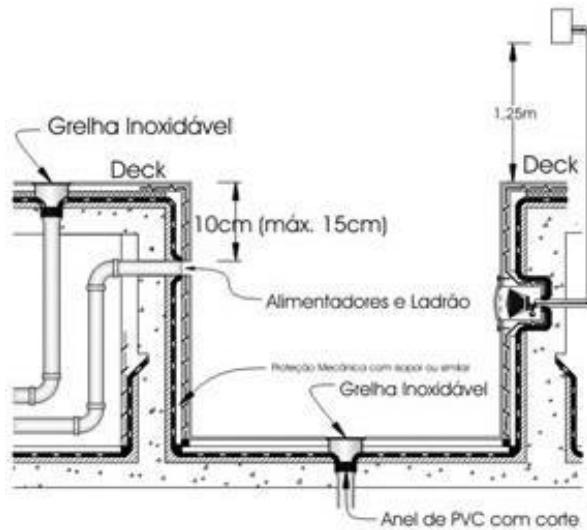


Figura 99: Detalhe construtivo da piscina

Além disso, para proporcionar a sensação da chamada “borda infinita” na piscina, é necessário que se projete um sistema de rebombeamento da água que cai para uma calha de transbordamento, direcionada a um reservatório, filtrada e impulsionada de volta ao tanque por bomba (figura 100).

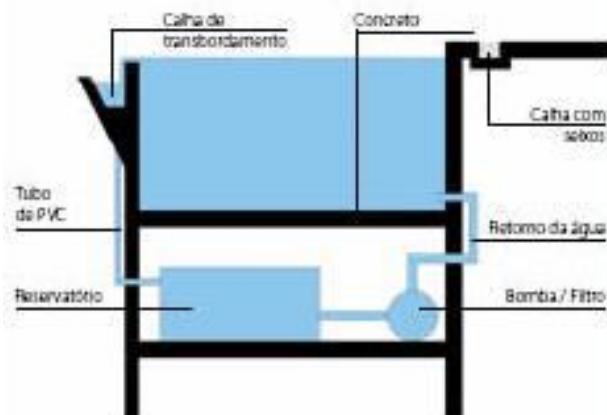


Figura 100: Esquema do rebombeamento de água para piscina com "borda infinita"

6 CONCLUSÃO

Conforme apresentado, o caráter multidisciplinar deste trabalho se evidenciou ao longo do desenvolvimento ao tocar diversos temas da arquitetura, como projeto, luminotécnica e paisagismo, bem como de engenharia, tais como fundações, estrutura, sistemas prediais e construção. Embora tenha se procurado dar maior peso aos assuntos da engenharia, uma parte significativa do tempo dispendido para a realização do projeto foi na parte de arquitetura, reforçando a interface entre as duas áreas.

Dentre os objetivos propostos, as reuniões com os clientes foram produtivas no sentido de negociar, na questão do conteúdo programático da residência, quais espaços iriam de fato entrar, bem como a quantidade de dormitórios, frente ao orçamento inicial. Como resultado, os clientes se comprometeram a elevar o teto orçamentário no lugar de eliminar do projeto alguns cômodos da casa, ressaltando que o fluxo de desembolso deveria ser o mais tarde possível. Esse é um resultado que, profissionalmente, também pode ocorrer, porém, é menos frequente, de acordo com o orientador.

Quanto ao processo de concepção arquitetônica, a planta passou por várias configurações de leiaute até se chegar ao resultado final, como se evidencia pelos croquis apresentados. A questão dos acessos da casa ao terreno, e deste com o condomínio, foram tratadas com certa tardança, uma vez que a interação entre volumetria e cumprimento do programa trouxe diversos impasses para o grupo.

Uma vez finalizado o projeto de arquitetura, veio o lançamento da estrutura, com o dimensionamento das principais peças, bem como a proposição das fundações e contenções. Estas, no entanto, deverão passar, após a entrega deste documento, por um especialista na área, por conta das características do terreno: solo heterogêneo com afloramentos rochosos e declividade acentuada. Os sistemas hidrossanitários foram traçados e pré-dimensionados de acordo com as normas técnicas, revelando aderência entre a disciplina teórica e a prática de projeto. Entretanto, esse sistema também passará por uma revisão com a arquitetura, de modo a incorporá-los de forma mais concisa. Já o projeto de instalações elétricas mostrou uma interface mais direta com o projeto de iluminação, disciplina da arquitetura. O paisagismo seguiu como uma sugestão de arborização, evidenciando a lógica de escolha de espécies e volumetria.

O detalhamento construtivo seguiu a imposição básica do cliente de ter um desembolso financeiro mais lento, portanto se optou por um sistema de vedação e revestimentos mais tradicional, conhecido por apresentar tempos de execução maiores, e associados a uma contratação por empreitada global, concluiu-se que seria possível atingir esse requisito. O plano orçamentário mostrou que, para um empreendimento desse porte, a proposta inicial do cliente seria insuficiente, tendo em vista que uma parcela considerável da casa não foi computada nessa etapa, como o jardim e o campinho, não contam como área construída, portanto não foi possível estimar pelo CUB com os estudos realizados.

O grupo conseguiu com o presente trabalho aproximar-se da experiência real de projetar uma residência. Os clientes expuseram suas necessidades e anseios, de forma que o grupo teve que buscar as melhores soluções para desenvolver o trabalho. Dificuldades como seguir recomendações técnicas de sondagem também proporcionaram ter a visão da interface do projetista com demais profissionais envolvidos em um processo de construção. A incessante busca por integração entre ambientes, entre casa e terreno, pela boa definição de espaços sociais e íntimos, foram os balizadores para este trabalho de formatura. O grupo procurou abranger a maior quantidade de disciplinas contidas em um projeto de uma residência. Os clientes ficaram satisfeitos com o resultado do projeto de arquitetura da residência, e deixaram a proposta de finalizar o detalhamento dos projetos em nível de anteprojeto, de modo a concretizar o empreendimento. Sendo assim, os objetivos e metas do Trabalho de Formatura foram atingidos, representando não apenas o fim de uma etapa na vida acadêmica dos integrantes do grupo, mas também o início de sua atuação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE. **Instituto de Geografia e Estatística.** Censo demográfico: 1996/2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:** Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5444:** Símbolos gráficos para instalações elétricas. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Instalações Prediais de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198:** Projeto e Execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e Execução. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Blocos vazados de concreto simples para alvenaria. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229:** Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho – parte 1: interior. Rio de Janeiro, 2013.
- FERNANDES, R. de O. Roteiro de dimensionamento de fossa séptica seguido de sumidouro. Notas da disciplina: Saneamento básico. Universidade Regional do Cariri – URCA.
- FERREIRA, R. Bloco cerâmico x bloco de concreto. Revista Construção Mercado. Edição 123. Outubro de 2011.
- LOCH, A. N. **Piscina com borda infinita.** Setembro de 2012. Disponível em: <<http://arquitetanaiaraloch.blogspot.com.br/2012/09/piscina-com-borda-infinita.html>> Acessado em 3 de dezembro de 2016.
- Simulador de consumo de água da Fortlev. Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/simulador/>> Acessado em 20 de outubro de 2016.
- SPAGNOLLO, J. R. Impermeabilização: coberturas transitáveis por pedestres e veículos. IBDA Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, Fórum da Construção. Disponível em:

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=402>. Acessado em 3 de dezembro de 2016.

ANEXO I: Planta do terreno

ANEXO II: Planta Pavimento Térreo

ANEXO III: Planta Pavimento Superior

ANEXO IV: Planta da Cobertura

ANEXO V: Planta Espaço Zen

ANEXO VI: Corte A-A

ANEXO VII: Corte B-B

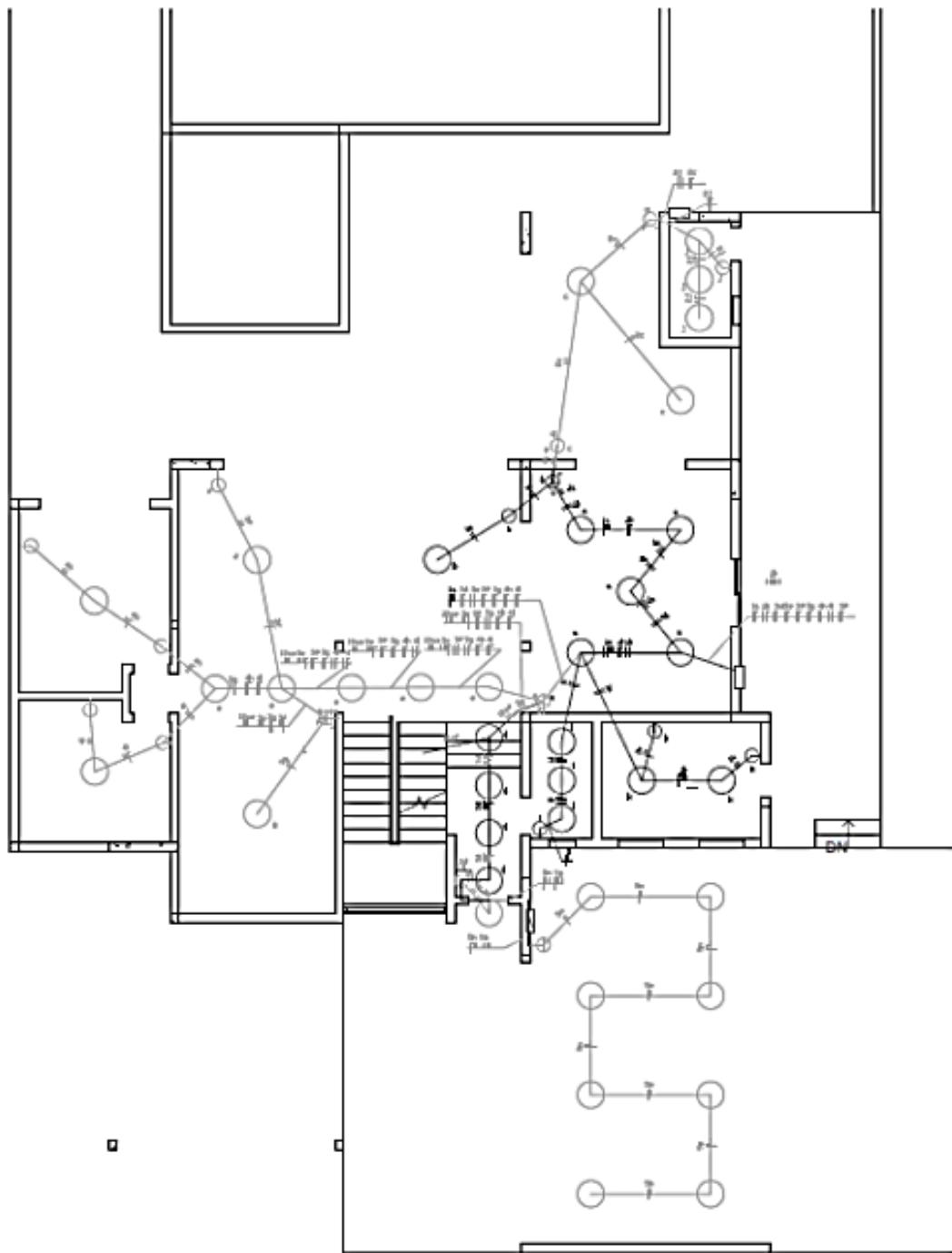
ANEXO VIII: Corte C-C

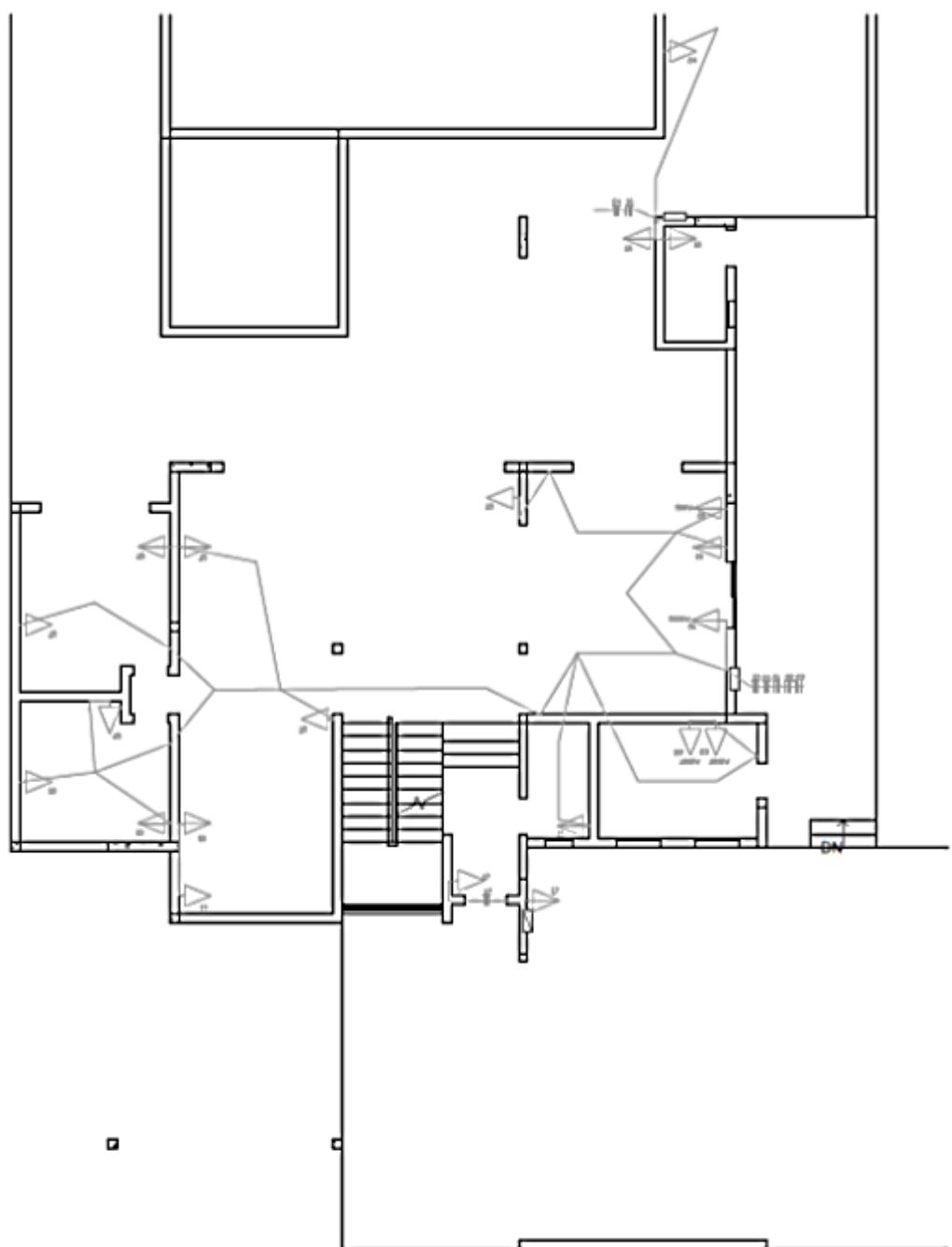
ANEXO IX: Elevação Nordeste

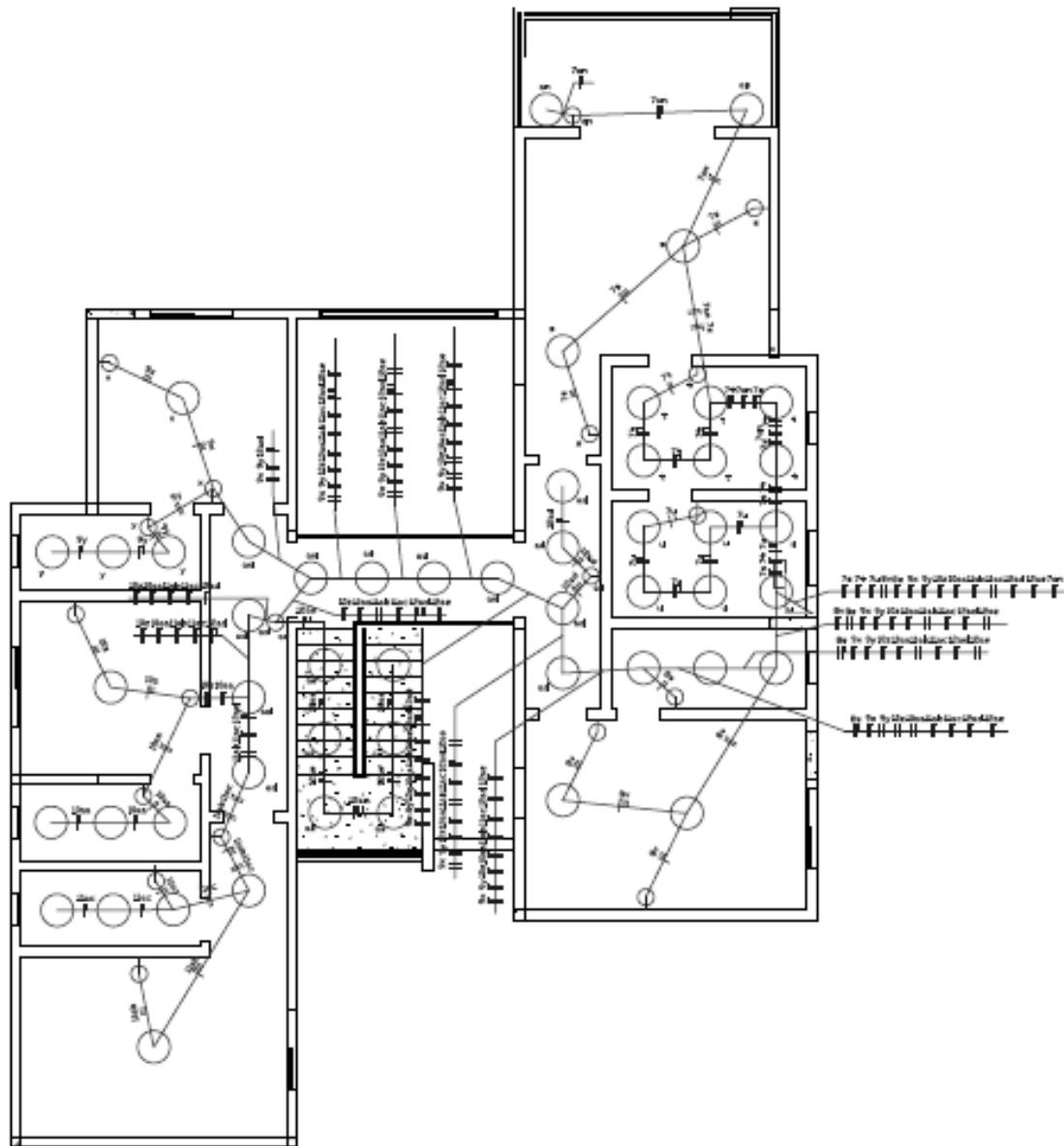
ANEXO X: Elevação Noroeste

ANEXO XI: Elevação Sudeste

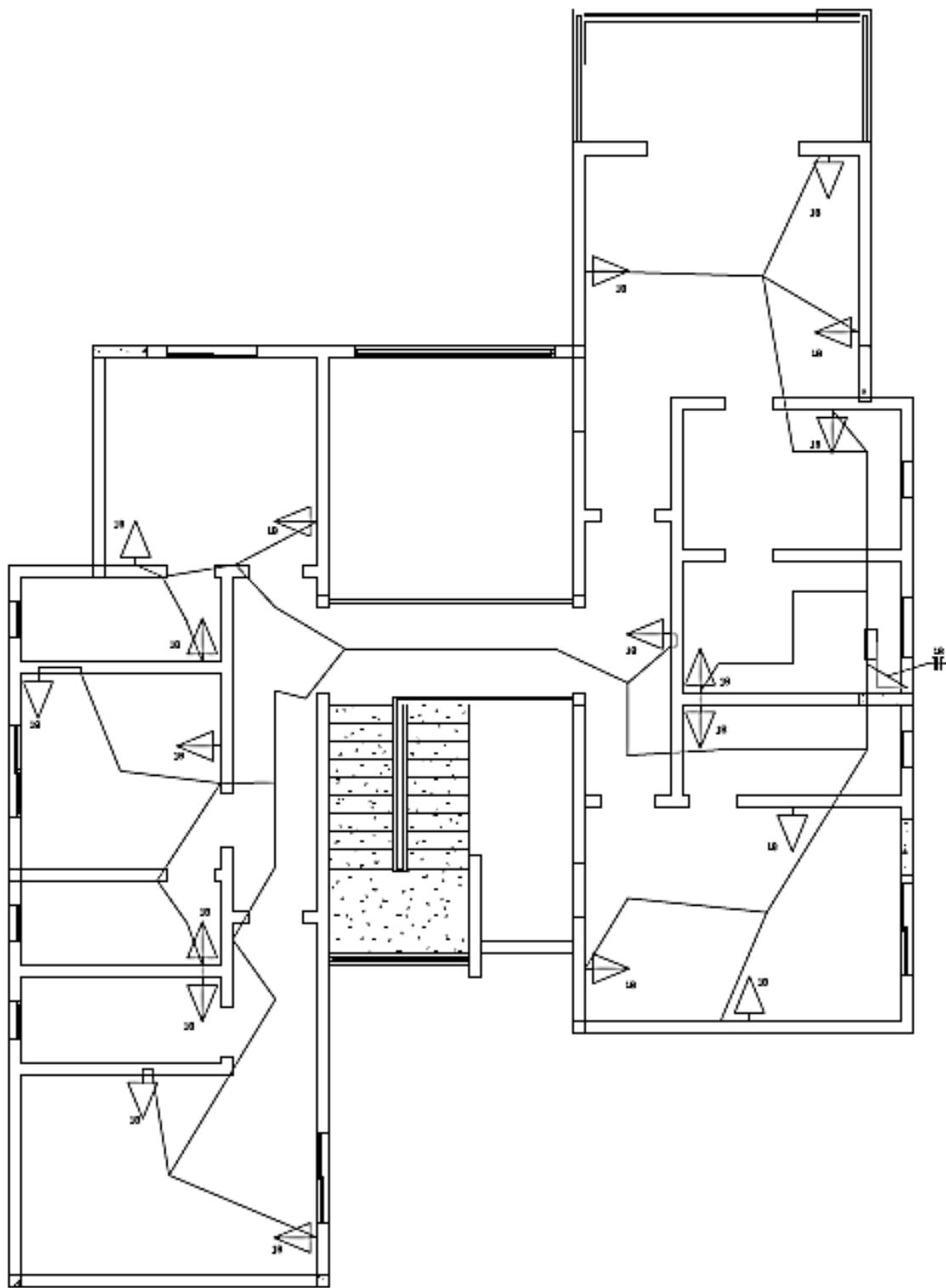
ANEXO XII: Elevação Sudoeste

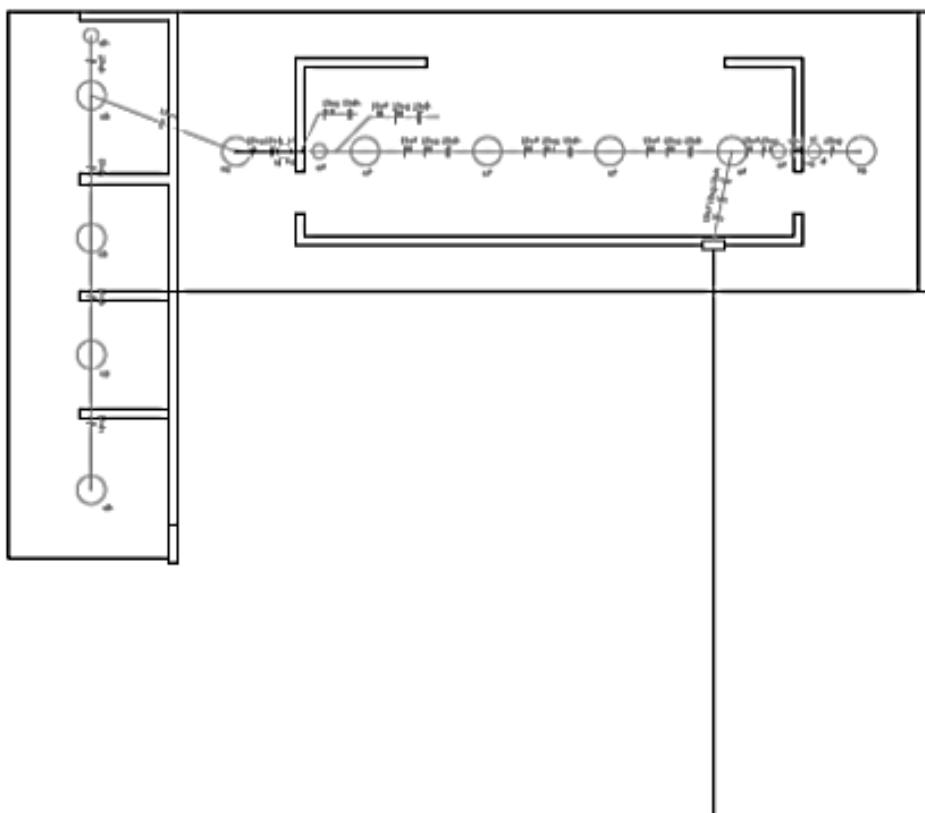
ANEXO XIII: Diagrama unifilar do térreo (luzes)

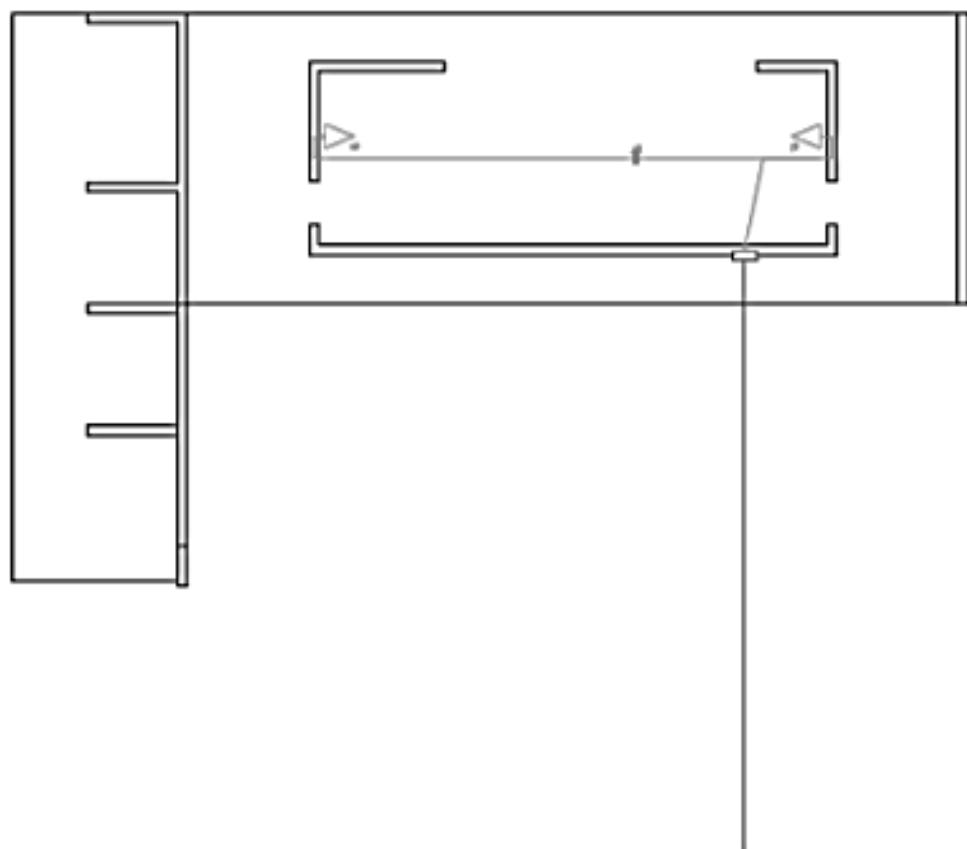
ANEXO XIV: Diagrama unifilar do térreo (tomadas)

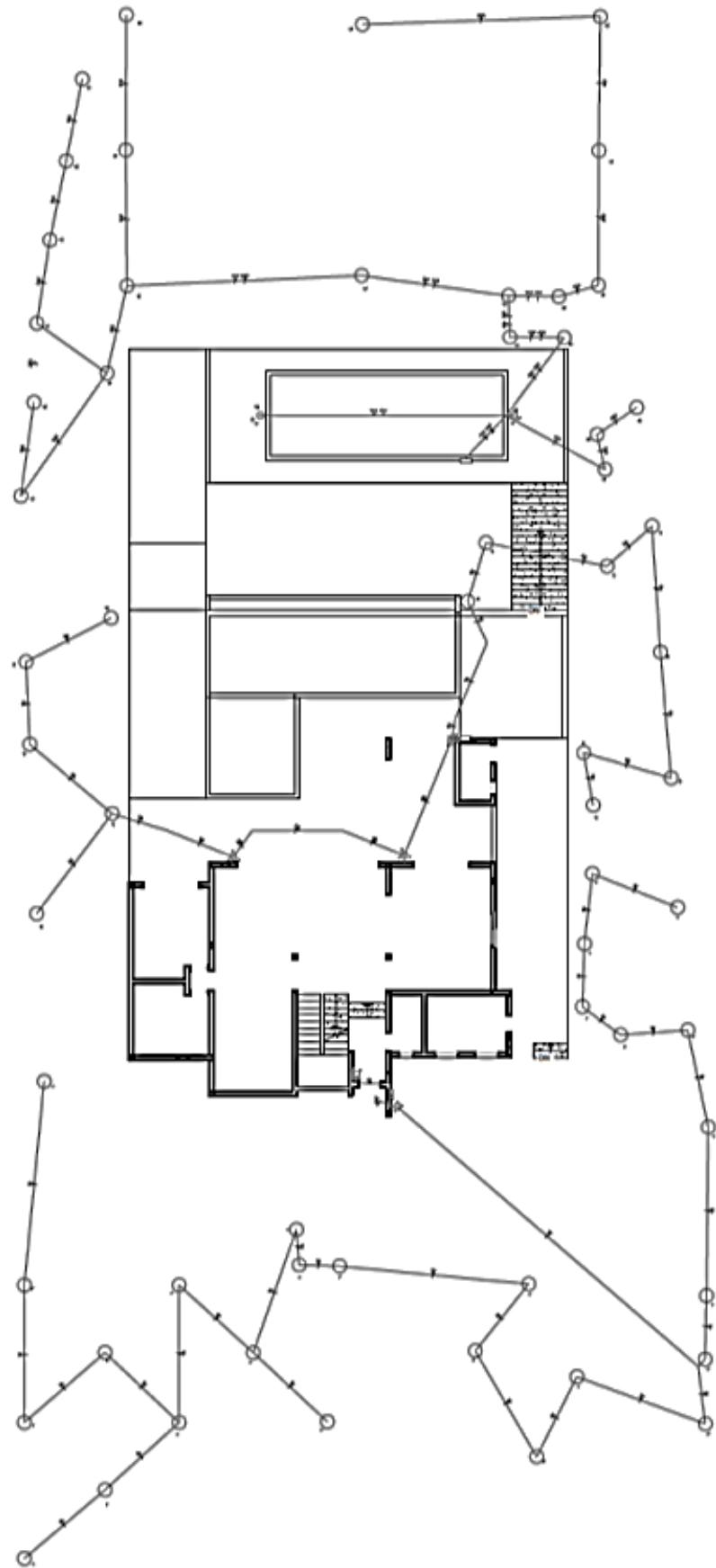
ANEXO XV: Diagrama unifilar do pavimento superior (luzes)

ANEXO XVI: Diagrama unifilar do pavimento superior (tomadas)



ANEXO XVII: Diagrama unifilar do Espaço Zen (luzes)

ANEXO XVIII: Diagrama unifilar do Espaço Zen (tomadas)

ANEXO XIX: Diagrama unifilar das luzes externas

ANEXO XX: Diagrama unifilar da área da piscina