

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL**

**HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA E
PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

LARISSA LOPES DE CASTRO

Orientação: Solange Virginia Galarca Goulart
Coorientador: Rubenilson Brazão Teixeira

Natal/RN, 2017

LARISSA LOPES DE CASTRO

**HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA E
PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

Dissertação submetida ao Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente do programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientação: Solange Virginia Galarca Goulart
Coorientador: Rubenilson Brazão Teixeira

Natal/RN, 2017

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Dr. Marcelo Bezerra de Melo Tinôco - DARQ - -CT

Castro, Larissa Lopes de.

Habitação multifamiliar: racionalização do uso da água e princípios bioclimáticos no semiárido potiguar / Larissa Lopes de Castro. - Natal, 2017.

123f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Solange Virginia Galarca Goulart.

Coorientador: Rubenilson Brazão Teixeira.

1. Habitação multifamiliar - Projeto arquitetônico - Dissertação. 2. Estratégias bioclimáticas - Dissertação. 3. Racionalização de água - Dissertação. 4. Águas pluviais - Dissertação. I. Goulart, Solange Virginia Galarca. II. Teixeira, Rubenilson Brazão. III. Título.

RN/UF/BSE15

CDU 728.2

RESUMO

A falta de água é um dos graves problemas mundiais que pode afetar a sobrevivência dos seres humanos e a racionalização de água em edificações proporciona a diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento. A necessidade de uso da água da chuva e da racionalização de água potável é mais urgente em regiões de clima quente e seco, onde ela é menos disponível. A qualidade do ambiente construído não está relacionada apenas com a disponibilidade de água, de modo que o conforto dos usuários deve ser pensado do ponto de vista do controle ambiental, por meio do conhecimento do clima e de princípios favoráveis a ele. Este trabalho tem como objetivo elaborar uma proposta arquitetônica de uma habitação multifamiliar horizontal, na cidade de Currais Novos-RN, com estratégias voltadas para a racionalização e o aproveitamento de águas pluviais, com base nas soluções de captação de água da chuva, racionalização de água potável e nas estratégias bioclimáticas para o clima quente e seco. Os procedimentos são organizados em cinco etapas: (i) levantamento de dados; (ii) análise de dados; (iii) desenvolvimento da proposta; (iv) avaliação da autonomia do sistema; (v) redação e desenhos técnicos. As estratégias de racionalização de água e as recomendações bioclimática foram os dois pilares deste trabalho, que atingiu uma redução do consumo de água potável de 242.530 litros/ano, utilizando-se duas medidas: a redução do consumo na fonte e a utilização de uma fonte alternativa de água.

Palavras-chave: Projeto de arquitetura; Estratégias Bioclimáticas; Racionalização de água; Água pluviais.

HOUSING, WATER CONSERVATION AND BIOCLIMATIC STRATEGIES IN SEMIARID OF RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT

Water scarcity is one of the global problems that can affect human survival. Buildings with conservation systems is going to provide a decrease in water's demand for sanitation companies. The need to use rain water and the conservation of drinking water is more urgent in hot dry regions, where it is less available. The quality of the built environment is not only related to a water availability and users comfort should be designed from the environmental point of view, to the knowledge of the climate and the principles favorable to it. This paper aims to develop an architectural proposal for a horizontal multi-family housing in the city of Currais Novos, RN, with water conservation strategies, rainwater harvesting and bioclimatic strategies for the hot dry climate. The procedures are organized in five steps: (i) data collection; (ii) data analysis; (iii) development of the proposal; (iv) capacity of the system; (v) wording and drawing the technical details. Water rationalization strategies and bioclimatic recommendations were the two pillars of this paper, which achieved a reduction of 242,530 liters/year of drinking water consumption using two measures: the reduction of consumption at the source and the utilization of an alternative source of water.

Keywords: Architectural design; Bioclimatic strategies; Water conservation; Storm water.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Zoneamento bioclimático brasileiro.....	15
Figura 2: Zoneamento bioclimático – Currais Novos	15
Figura 3: Relatório de abastecimento Urbano de água – Currais Novos.....	20
Figura 4: Esquema de um sistema de captação de água pluvial.....	23
Figura 5: Ilustração da bacia sanitária com descarga com duplo acionamento	28
Figura 6: Ilustração do registro regulador de vazão para chuveiros.....	28
Figura 7: Torneira com arejador.....	29
Figura 8: Foto de máquina de lavar roupa com abertura frontal	30
Figura 9: Foto do Campus GreenFire.....	31
Figura 10: Diagrama de usos do Campus GreenFire	31
Figura 11: Mosaico de imagens: Implantação e Plantas Baixas – Escritórios/Moradias	32
Figura 12: Mosaico de imagens – Fachadas do Edifício do Campus GreenFire	33
Figura 13: Foto das valas de infiltração do Campus GreenFire	34
Figura 14: Esquema do sistema de aproveitamento de águas pluviais Campus GreenFire	34
Figura 15: Gráfico com a autonomia do sistema de gestão de água Campus GreenFire	35
Figura 16: Foto da implantação das cisternas do Campus GreenFire	35
Figura 17: Volumetria Sidwell Friends School.....	36
Figura 18: Mosaico de fotos da fachada do edifício Sidwell Friends School.....	36
Figura 19: Mosaico de fotos da lagoa de destino da água pluvial	37
Figura 20: Esquema de captação de água pluvial, reuso e aquecimento da água.....	38
Figura 21: Esquema de captação de água pluvial	38
Figura 22: Mosaico de imagens – Fachada Casas Pomaret.....	39
Figura 23: Esquema da volumetria e planta baixa Casas Pomaret.....	39
Figura 24: Mosaico de imagens – Vegetação integrada ao edifício	40
Figura 25: Mosaico de imagens – Esquema das soluções bioclimática e aproveitamento de água da chuva.....	40
Figura 26: Foto da Praça Víctor Civita.....	41
Figura 27: Foto da entrada da Praça Víctor Civita	41
Figura 28: Foto da implantação da Praça Víctor Civita.....	42
Figura 29: Foto do deck em madeira.....	42
Figura 30: Foto do sistema de Alagados Construídos.....	43
Figura 31: Esquema do sistema de Alagados.....	43
Figura 32: Mosaico e imagens – Foto e esquema do sistema de <i>Tec garden</i>	44
Figura 33: Foto das paredes largas e pergolado protegendo as aberturas.....	44
Figura 34: Esquema com sistema de captação de água da chuva e reuso de água	45
Figura 35: Foto do detalhe das calhas e reservatório superior	45

Figura 36: Foto do espelho d'água no jardim e sala de estar.....	46
Figura 37: Esquema das etapas dos procedimentos metodológicos	47
Figura 38: Interface principal do Netuno para carregar os dados da simulação	49
Figura 39: Interface de simulação do reservatório superior	49
Figura 40: Interface de simulação do reservatório inferior	50
Figura 41: Localização Município de Currais Novos	52
Figura 42: Localização do terreno na cidade de Currais Novos.....	53
Figura 43: Imagem de satélite do entorno do lote	53
Figura 44: Mosaico de imagen – Fotis da via de acesso ao lote	54
Figura 45: Rosa dos ventos no software Climate Consultant	55
Figura 46: Carta psicrométrica no software Climate Consultant	55
Figura 47: Carta psicrométrica com melhores estratégias bioclimática	56
Figura 48: Esquema do estudo de incidência do Sol no terreno.....	57
Figura 49: Gráfico de precipitação acumulada no município de Currais Novos - RN.....	58
Figura 50: Esquema de desenvolvimento do programa de necessidades	64
Figura 51: Programa de necessidades da proposta	65
Figura 52: Organograma da proposta	67
Figura 53: Fluxograma da proposta.....	67
Figura 54: Matriz de relações das unidades habitacionais	68
Figura 55: Foto do estudo de implantação/massa em maquete física.....	68
Figura 56: Mosaico de fotos - Simulação no Heliodon	69
Figura 57: Esquema do estudo de incidência solar no terreno	69
Figura 58: Esquema da evolução da proposta de implantação	70
Figura 59: Simulação da incidência solar no software Ecotec	71
Figura 60: Tela de simulação do fluxo de ar	72
Figura 61: Planta Baixa e Zoneamento – Tipologia 1	73
Figura 62: Planta Baixa e Zoneamento- Tipologia 2.....	73
Figura 63: Mosaico de imagens - Evolução da proposta das UH	74
Figura 64: Mosaico de imagens - Estudo de volumetria - UH Tipo 1	75
Figura 65: Estudo de volumetria – UH Tipo 2	75
Figura 66: Esquema painéis articulados e jardineira	76
Figura 67: Fachada posterior UH.....	76
Figura 68: Volumetria com proposta de um novo pavimento na unidade habitacional	77
Figura 69: Mosaico de fotos - Estudo de incidência solar nas unidades habitacionais.....	77
Figura 70: Volumetria com proposta de cobertura para a quadra	78
Figura 71: Primeiras ideias para captação de água da chuva através mobiliário	79
Figura 72: Esquema da implantação e recomendações para o clima quente e seco.....	80
Figura 73: Implantação do condomínio	82

Figura 74: Acesso de veículos e pedestres.....	83
Figura 75: Propriedades radiantes no espectro da radiação solar e do infravermelho de materiais de construção.....	84
Figura 76: Corte esquemático	85
Figura 77: Planta baixa da entrada do condomínio.....	85
Figura 78: Volumetria da entrada do condomínio.....	86
Figura 79: Mosaico de imagens - Manta térmica com barreira radiante	87
Figura 80: Planta baixa esquemática da área de lazer	89
Figura 81: Corte esquemático dos reservatórios da área de lazer	89
Figura 82: Volumetria do edifício da área de lazer.....	90
Figura 83: Mosaico de imagens – Exemplo de irrigação por gotejamento.....	90
Figura 84: Mosaico de imagens – Detalhe da volumetria da área de lazer.....	91
Figura 85: Volumetria do pátio central do condomínio	92
Figura 86: Volumetria dos passeios cobertos	93
Figura 87: Corte esquemático do sistema de drenagem da quadra poliesportiva	93
Figura 88: Volumetria da implantação com o castelo d'água	94
Figura 89: Planta baixa das UH tipo 1	94
Figura 90: Planta baixa das UH tipo 2.....	95
Figura 91: Volumetria fachada frontal das UH	95
Figura 92: Volumetria fachada posterior das UH tipo 1	96
Figura 93: Volumetria fachada posterior das UH tipo 2.....	96
Figura 94: Volumetria da fachada posterior das UH com portas de entrada coloridas	97
Figura 95: Esquema dos sistemas de captação de água de chuva	98
Figura 96: Esquema da demanda de água potável a ser substituída por água da chuva	100
Figura 97: Gráfico de simulação do potencial de economia de água potável da UH	101
Figura 98: Esquema do sistema de captação de água pluvial das UH.....	103
Figura 99: Gráfico de simulação do potencial de economia de água potável área de lazer... ..	105
Figura 100: Resultado mensal da simulação para reservatório de 10.000 área de lazer	105
Figura 101: Corte esquemático área de lazer.....	106
Figura 102: Gráfico de simulação potencial de economia de água potável castelo d'água	108
Figura 103: Resultado mensal da simulação para reservatório de 20.000l castelo d'água.... ..	109
Figura 104: Corte esquemático castelo d'água.....	109
Figura 105: Corte esquemático do sistema <i>Tec Garden</i>	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios para dimensionamento da rede distribuidora de água	19
Tabela 2: Caracterização do consumo de água doméstico	19
Tabela 3: Dados de consumo correspondente ao uso de torneiras em uma habitação	29
Tabela 4: Dados da relação entre equipamentos convencionais e economizadores	30
Tabela 5: Coeficiente de escoamento para diferentes materiais e superfícies.....	50
Tabela 6: Índices urbanísticos do município de Currais Novos.....	59
Tabela 7: Exigências para implantação de condomínios no município de Currais Novos.....	60
Tabela 8: Exigências e compartimentos segundo o Código de Obras do município de Currais Novos	60
Tabela 9: Parâmetros antropométricos – ABNT 9050	61
Tabela 10: Acessos e circulação – ABNT 9050.....	61
Tabela 11: Vagas para veículos – ABNT 9050	62
Tabela 12: Sanitários e vestiários – ABNT 9050	62
Tabela 13: Pré-dimensionamento dos ambientes	65
Tabela 14: Transmitância e capacidade térmica da cobertura.....	88
Tabela 15: Transmitância e capacidade térmica das paredes externas	91
Tabela 16: Consumo diário per capita de água no asseio pessoal	100
Tabela 17: Consumo diário per capita de água em outras atividades	100
Tabela 18: Dados utilizados para simulação no Netuno	101
Tabela 19: Resultado mensal da simulação para um reservatório de 7.500 litros na UH.....	102
Tabela 20: Demanda de água a ser substituída por água pluvial na Área de lazer.....	104
Tabela 21: Dados de simulação da área de lazer	104
Tabela 22: Consumo total de água na área de lazer	106
Tabela 23: Consumo total de água do castelo d'água.....	107
Tabela 24: Dados de simulação do castelo d'água.....	108
Tabela 25: Resumo do potencial de utilização e consumo de água pluvial dos sistemas...	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estratégias bioclimáticas para o clima quente e seco.....	16
Quadro 2: Sequência de um sistema de captação de água	24
Quadro 3: Exigências dos dispositivos de proteção contra incêndio.....	63

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	Fundamentos teórico-conceituais para o projeto arquitetônico	14
2.1	Arquitetura e o clima quente e seco	14
2.2	Habitação e consumo de água	17
2.3	Soluções de racionalização e aproveitamento de água pluvial	20
2.3.1	Aproveitamento de água da chuva	21
2.3.2	Dispositivos economizadores	26
2.4	Referências de projeto	31
2.4.1	Campus GreenFire	31
2.4.2	Sidwell Friends School	35
2.4.3	Casas Pomaret	38
2.4.4	Praça Victor Civita	41
2.4.5	Residência em Currais Novos	44
3	METODOLOGIA	47
4	OS CONDICIONANTES PROJETUAIS	52
4.1	Área de intervenção	52
4.2	Condicionantes ambientais	54
4.3	Aspectos quantitativos da água	57
4.4	Condicionantes legais	59
4.4.1	Plano Diretor de Currais Novos	59
4.4.2	Código de Obras de Currais Novos	60
4.4.3	Acessibilidade: ABNT 9050/2015	60
4.4.4	Código de Segurança e Prevenção contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte	63
5	PROPOSTA	64
5.1	Metaprojeto	64
5.2	Evolução da proposta	68
5.3	Proposta arquitetônica	81
5.3.1	Acessos	82
5.3.2	Blocos de edifícios da entrada do condomínio	85
5.3.3	Área de lazer	88
5.3.4	Passeios, mobiliário, playground, quadra poliesportiva e castelo d'água	92
5.3.5	Unidades Habitacionais (UH)	94
6	SOLUÇÕES ADOTADAS E AVALIAÇÃO DA AUTONOMIA DO SISTEMA	98
6.1	Unidades Habitacionais (UH)	99

6.2	Área de Lazer	103
6.3	Castelo d'água.....	107
6.4	<i>Tec Garden</i>	110
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
7.1	Limitações do trabalho e estudos futuros.....	114
8	REFERÊNCIAS.....	116

1 INTRODUÇÃO

No desafio de desenvolver uma unidade habitacional como um espaço confortável, seguro e salubre a disponibilidade hídrica é um dos elementos determinantes. A presente dissertação trata desse enfoque, em um recorte territorial sobre o município de Currais Novos, tendo como tema a racionalização e o aproveitamento de águas pluviais no semiárido.

Os problemas de escassez e adoção de estratégias de racionalização e aproveitamento das águas pluviais como uma das soluções que proporciona a economia de água e energia, ainda aparece desprovida de discussão e investigação, nos revelando uma questão não solvida e que é objeto de discussão: como estratégias projetuais de racionalização e aproveitamento de águas pluviais podem interferir na economia e oferta de água em uma habitação multifamiliar no semiárido com estratégias bioclimáticas voltadas para o clima quente e seco.

As soluções de sistemas de captação e racionalização de água proporcionam também redução de efluentes nos coletores públicos, além de poderem desempenhar um papel de catalisadores do crescimento econômico, da mediação de conflitos, da geração de empregos e da conservação dos recursos naturais, com ênfase nos recursos hídricos.

Estudos apontam que grande parte da região do semiárido brasileiro enfrenta um problema, já crônico, de falta de água, principalmente pela ausência de sistemas eficientes para o armazenamento da mesma. Verifica-se que o semiárido brasileiro necessita de políticas regionais que deem conta das fragilidades e vulnerabilidades ambientais e do suprimento hídrico através de obras de captação e armazenamento de água e tecnologias específicas ao clima.

Nesta região a distribuição das chuvas é irregular, além da baixa umidade relativa do ar. Áreas submetidas a este clima são ciclicamente atingidas pelo fenômeno da seca, quando as precipitações são acentuadamente reduzidas. Contudo, a escassez de água não está relacionada apenas com a periodicidade e regularidade do suprimento, mas também o desmatamento, a falta de saneamento, a expansão das cidades e a má gestão da água também interferem em sua oferta, evidenciando, assim, a importância do uso de água da chuva e a racionalização de água potável.

A cidade de Currais Novos está inserida na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas –Açu, utilizando como mananciais os açudes Marechal Dutra (reservatório Gargalheiras) e Dourado. A região tem sofrido com o agravamento dos problemas de distribuição de água, diante da problemática da estiagem severa nos últimos 4 anos. Diante desse contexto, foi elaborado um projeto para uma solução emergencial, que foi a construção de uma adutora de engate rápido, que conduzirá a água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, maior reservatório do Estado, localizada no município de Assú.

Com os dois reservatórios totalmente esvaziados, o abastecimento da população no ano de 2015 estava sendo realizado por carros pipa. Outra forma de abastecimento é através de poços tubulares, no entanto a água subterrânea apresenta altas concentrações de sais, de modo que a água oriunda desse sistema, é utilizada apenas para os usos menos nobres, como, principalmente, na higienização das residências.

Diante da necessidade de estudos e projetos arquitetônicos que contemplem as questões climáticas e de escassez de água na região do semiárido brasileiro, a justificativa desse projeto se dá na medida em que se

busca aplicar os princípios de racionalização e aproveitamento de águas pluviais, em particular em habitações multifamiliar horizontal, cujo foco não se restrinja apenas à unidade habitacional, mas compreenda um espaço confortável, seguro e salubre, considerando as peculiaridades regionais, principalmente no trato com as questões relacionadas às disponibilidades hídricas.

Trabalhar com a horizontalidade - casas construídas em um mesmo plano - permite a criação de maiores superfícies de captação de água e possibilita criar soluções independentes para as unidades habitacionais, que podem ser adaptadas às necessidades de cada usuário. A implantação, destas unidades, pensada com base na área e disposição das superfícies de contribuição tem relação direta com o traçado urbano, além disso, existe o interesse em trabalhar áreas comuns - como áreas de lazer, esporte e reuniões - também voltadas para a otimização do aproveitamento de águas da chuva.

Além do interesse por esta problemática, a escolha deste tema parte do entendimento da relação entre o profissional e seu papel social, visto que as contribuições de um projeto deste cunho no cotidiano dos habitantes de uma região impactada pela escassez de água são inexprimíveis. Afora, percebe-se que, mesmo tímida, a preocupação com aplicação de princípios sustentáveis nos projetos de arquitetura começa a ganhar espaço no mercado de trabalho e hoje é não somente um diferencial, mas está se tornando cada vez mais uma exigência.

Nessa perspectiva, o objetivo geral deste trabalho é elaborar uma proposta arquitetônica de uma habitação multifamiliar horizontal, na cidade de Currais Novos-RN, com estratégias voltadas para o clima quente e seco, racionalização da água e o aproveitamento de águas pluviais.

Para a referida proposta arquitetônica serão trabalhados os seguintes objetivos específicos: identificar o potencial de águas pluviais da área em estudo; definir estratégias projetuais voltadas para o clima quente e seco; estudar habitação e o consumo de água; definir soluções projetuais acerca da racionalização de água e aproveitamento de água da chuva; e, por fim, avaliar a autonomia do sistema quanto ao potencial de economia/oferta de água.

O trabalho está dividido em cinco capítulos, além da introdução, conclusão, anexos e volume com as pranchas: o referencial teórico e empírico; a metodologia; os condicionantes projetuais; a proposta arquitetônica; e a avaliação da autonomia do sistema. O primeiro capítulo do trabalho, o referencial teórico e empírico, tem como objetivo compreender os aspectos programáticos/funcionais, formais, estéticos, observar materiais ou sistemas construtivos utilizados, além de levantar e caracterizar o consumo de água doméstico, estudar as estratégias de projetos no que se refere à racionalização e aproveitamento de água da chuva. É apresentada uma revisão bibliográfica acerca do conceito da habitação no clima quente e seco, do consumo de água em residências e soluções de captação de água da chuva e racionalização do consumo de água. Em seguida, são apresentados alguns projetos como referências empíricas do tema em estudo.

Posteriormente, é apresentada a metodologia utilizada, onde os procedimentos são organizados em cinco etapas, conforme os objetivos apresentados: levantamento de dados; análise de dados; desenvolvimento da proposta; avaliação da autonomia do sistema; e, por fim, a redação e desenhos técnicos.

No terceiro capítulo identifica-se os condicionantes projetuais: as características da área de intervenção, contemplando uma análise de seu entorno juntamente com seus condicionantes ambientais; os condicionantes

legais; os condicionantes funcionais, que contemplam o programa de necessidades e um pré-dimensionamento dos ambientes; e o potencial da água pluvial da área de estudo.

Em seguida, será apresentado o desenvolvimento da proposta arquitetônica, com base nas informações coletadas e apresentada por meio de texto descritivo e justificativo, maquetes eletrônicas e desenho técnico com detalhamento em nível de anteprojeto.

Na sequência, o quinto capítulo apresenta as soluções de racionalização de potável e os sistemas de captação de água da chuva, trazendo, por fim, uma avaliação da autonomia do sistema quanto ao potencial de economia e oferta de água, por meio de comparação das soluções adotadas versus o consumo de água estimado para a edificação, utilizando simulações através do software NETUNO (GHISI; CORDOVA, 2015) e análise dos resultados obtidos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-CONCEITUAIS PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO

A fim de recolher informações e referências que nortearão a concepção do projeto, foram pesquisados alguns conceitos e definição acerca da arquitetura e o clima quente e seco, do consumo de água em habitações, soluções de racionalização e aproveitamento de água da chuva, além de algumas referências de projetos que envolvem o tema da proposta desenvolvida.

2.1 ARQUITETURA E O CLIMA QUENTE E SECO

O clima é um fator fundamental para o conforto de seus usuários e o edifício um mediador entre os meios externo/interno, adequando os princípios físicos envolvidos às necessidades dos usuários. Um dos pressupostos para atingir esta condição é o domínio dos conhecimentos físicos básicos para aplicar e implementar o controle ambiental.

Romero (1988) explica que os elementos do clima, em especial a temperatura, umidade e movimento do ar e radiação solar atuam sobre a percepção térmica do usuário, que assume um elemento passivo neste processo: o corpo humano realiza processos de troca térmica com o meio para estabelecer equilíbrio e como resposta a estas manifestações climáticas realiza abrigo.

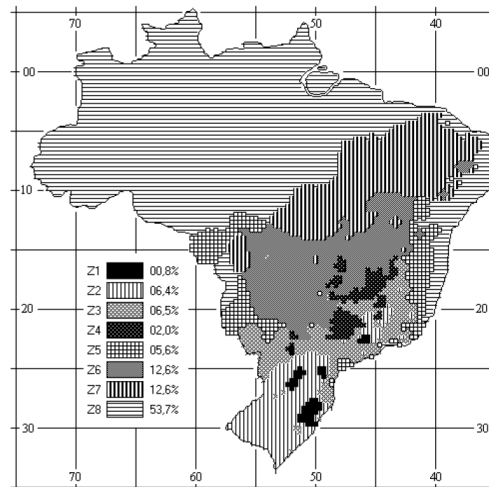
Para Givoni (1992) a zona de conforto é estabelecida como o intervalo de condições climáticas no qual a maioria das pessoas não sentem desconforto térmico, seja por calor ou por frio. Assim, os elementos do meio urbano devem estar em concomitância com as exigências de conforto do homem.

O bioclimatismo é um princípio de concepção em arquitetura que pretende utilizar elementos favoráveis ao clima, no intuito de satisfazer as exigências e bem-estar higrotérmico (ausência de desconforto térmico). Portanto, a arquitetura bioclimática faz uso da tecnologia baseada na aplicação adequada dos elementos arquitetônicos, objetivando promover alto grau de conforto higrotérmico e baixo consumo energético (BOGO, 1994).

Cada clima irá repercutir em respostas diferentes às soluções de projeto e sistemas construtivos adotados, implicando na qualidade de vida dos usuários e no consumo energético. Desta maneira, como tomar decisões de projetos com aproveitamento dos recursos naturais para controle das condições ambientais?

Uma das principais ferramentas de auxílio é a norma NBR 15220 (ABNT, 2005), que trata do desempenho térmico de edificações e agrupa as cidades em um zoneamento bioclimático, apontando diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social de cada zona indicada. A divisão do território brasileiro foi feita em oito zonas relativamente homogêneas em relação ao clima e são apresentadas recomendações técnico-construtivas com o objetivo de otimizar o desempenho térmico das edificações (Figura 1).

Figura 1: Zoneamento bioclimático brasileiro

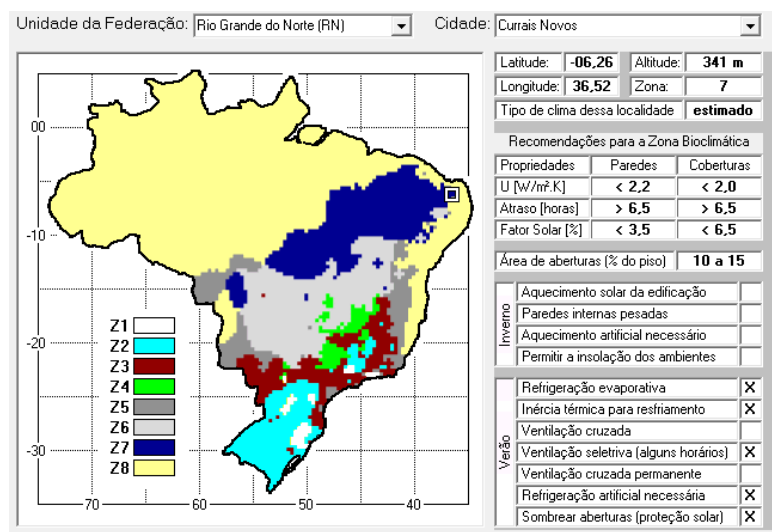


Fonte: ABNT, 2005

Pacheco (2015) explica que esta divisão é baseado no zoneamento bioclimático brasileiro desenvolvido por Roriz, Ghisi e Lamberts (1999) e divide o território do Rio Grande do Norte em duas zonas bioclimáticas (ZB), a ZB 7 e ZB 8. Porém, segundo Pacheco, outras configurações climáticas estão presentes no estado e não possuem clara recomendação, como é o caso da ZB 5 que corresponde as cidades serranas de Pernambuco e Ceará, com características similares às cidades serranas do RN. Muito se tem debatido sobre as limitações da norma e existe, em discussão, propostas para revisão do zoneamento.

Neste trabalho será abordada a ZB 7, que abrange as áreas situadas no clima quente e seco, englobando o município de Currais Novos. O software ZBBR 1.1 (RORIZ, 2004) mostra os dados de latitude (-6°,26'), longitude (36°,52') e altitude de 341m da cidade, a classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros e algumas diretrizes construtivas correspondentes a ZB indicada (Figura 2).

Figura 2: Zoneamento bioclimático – Currais Novos



Fonte: Software ZBBR 1.1, Maurício Roriz, 2004.

As mesmas recomendações dadas por Roriz (2004) são citadas pela NBR 15220 (ABNT, 2005), as quais são divididas em três grupos: aberturas para ventilação e sombreamento, tipos de vedações externas e condicionamento térmico passivo. Para a ZB 7 a norma especifica:

- Aberturas pequenas e sombreadas;
- Vedações externas pesadas;
- Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento;
- Ventilação seletiva (nos períodos em que a temperatura interna seja superior a externa).

Romero (1988) adota a classificação de Ferreira (1965), em que clima quente e seco se caracteriza por: altas amplitudes de temperatura durante o dia; duas estações, uma de seca e outra de chuva; pouca radiação difusa devido a umidade baixa; radiação direta intensa; baixa umidade relativa do ar e partículas de pó em suspensão conduzidas por massas de ar quente.

Romero (1988) apresenta também informações e princípios gerais para o desenho urbano e projeto para o clima quente e seco, que foram classificadas e listadas no Quadro 1 conforme o campo da intervenção (traçado urbano, implantação, vegetação e entre outros).

Quadro 1: Estratégias bioclimáticas para o clima quente e seco

TRAÇADO URBANO	- Reduzir a produção de calor devido a condução e convecção dos impactos externos; - Diminuir o movimento do ar durante o dia e ventilar à noite;
RADIAÇÃO	- Uso de materiais e cores pouco refletivos; - Vegetação que absorve a radiação solar e a utiliza na evaporação, sem elevar a temperatura de suas superfícies e aumentando a umidade do meio; - Fachada irregular e coberturas vizinhas não planas contribuem também para minorar os efeitos de reflexão da radiação solar;
VENTILAÇÃO	- Ventilação seletiva: à noite deve remover o calor acumulado nas superfícies durante o dia; - Sombreamento: criação de barreiras contra a radiação solar;
VEGETAÇÃO	- Papel depurador e de fixação de contaminantes e poeira, através do processo de fotossíntese e a partir de seus próprios elementos; - Sombreamento: atenuação os efeitos da radiação solar; - Orientação: recomendável exposição que capte a radiação pela manhã;
IMPLANTAÇÃO	- Insolação controlada pelo tecido urbano; - Superfície de água nas proximidades do loteamento, de modo que os ventos atravessassem essa superfície para levar ar umidificado ao tecido urbano, ao mesmo tempo que devem encerrá-lo, criando o efeito pátio;
OCUPAÇÃO	- Densa e sombreada; - Forma compacta;
RUAS	- Estreitas e curtas com mudanças de direção; - A orientação das ruas que permitem sombrear um lado, favorecendo assim os deslocamentos de pedestres;
LOTES	- Estreitos e longos; - Edificações contíguas; - Ventilação provocada internamente, evitando que a excessiva luminosidade; - No edifício a umidade deve ser obtida através de pátios com presença de água e vegetação resguardada pela sombra;
ESPAÇOS PÚBLICOS	- Pequenas proporções com presença de água e sombreados pelos edifícios altos e elementos complementares;
CHUVA	- Mínima proteção nos espaços públicos.

Fonte: ROMERO, 1988/ Adaptado pela autora, 2016

Devido a temperatura local ser mais amena durante o período noturno, um dos principais princípios recomendado para o controle da temperatura interna das edificações é a criação de uma massa construída concisa que promova sua inércia térmica. Givoni (1992) explica que durante o período noturno acontece o resfriamento desta massa, tornando-a capaz de absorver o calor penetrante no edifício durante o dia, com apenas uma pequena elevação de temperatura interna.

Assim, o movimento do ar no meio urbano tem relação direta com a massa edificada e no clima quente e seco a ventilação à noite nos espaços construídos remove o calor que foi acumulado nas superfícies no decorrer do dia (ROMERO, 1988). Por isso, a preocupação com a ventilação seletiva se faz importante, pois as aberturas controladas no período diurno impedem a entrada do vento quente, ajudando a manter o microclima dentro da edificação que foi resfriada durante a noite.

Estas soluções devem estar aliadas a outras medidas explicitadas no Quadro 1, como o sombreamento das aberturas, orientação adequada, superfícies não planas para amenizar os efeitos de reflexão, vegetação com função de sombreamento e depuradora do ar, umidificação e ventilação das edificações através de pátios internos e entre outras.

Em síntese, nas regiões de clima quente e seco a forma das edificações deve ser compacta e a forma dos lotes estreita e longa, com a exposição mínima de superfícies ao sol evitando o máximo a radiação. A ventilação minimizada, uma vez que carrega ar aquecido. Os espaços públicos sombreados e com presença de água. As ruas devem ser estreitas e curtas.

A vegetação, água, anteparos, revestimentos, cores, materiais diversos e outros artifícios podem ser utilizados para atenuar certas variáveis do clima, embora são as características do meio que prevalecem, sendo importante também considerar a localização, a ventilação e a insolação do sítio (ROMERO, 1988). Estas recomendações irão subsidiar o projeto arquitetônico, na busca de soluções que proporcionem melhores condições de controle e bem-estar do usuário, através de sua adequação ao clima quente e seco.

2.2 HABITAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água é intrínseco à vida humana, seja no uso doméstico, na agricultura, na indústria e em outras inúmeras atividades cotidianas. A preocupação com a preservação dos recursos hídricos tem crescido e mostrado sua importância diante da necessidade de preservação da oferta de água no planeta, mas para a tomada de medidas eficazes é preciso entender como se dá seu consumo e caracterizar seus usos finais.

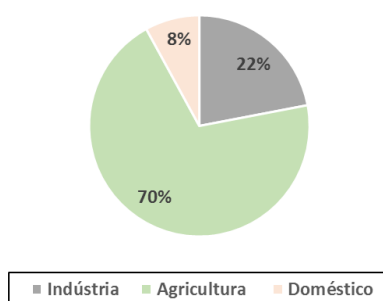
O Ministério do Meio Ambiente (2016), em sua publicação "*Água: um recurso cada vez mais ameaçado*", mostra que o Brasil abriga 13,7% da água doce do mundo, contudo, a disponibilidade desses recursos não é uniforme, sendo 73% da água doce disponível no país localizada na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população e somente 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país.

O Brasil registra também elevado desperdício onde cerca de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento, afora, o desperdício nas residências, envolvendo, por exemplo, o tempo necessário para o banho, a utilização de vasos

sanitários com alto consumo de água, a lavagem da louça com água corrente, o uso da mangueira na limpeza de calçadas, lavagem de automóveis e outros usos (Ministério do Meio Ambiente, 2016).

Gonçalves (2009) destaca que a circulação da água em uma área urbana é apenas uma etapa de um sistema muito maior representado pelo ciclo da água na natureza, denominada de “ciclo urbano” da água, que compreende os sistemas públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de gerenciamento de águas pluviais. O Ministério do Meio Ambiente (2016), destaca os usos da água nos diversos setores brasileiros: na indústria (22%), agricultura (70%) e uso doméstico (8%), conforme o Gráfico 1 a seguir. É importante destacar que mesmo o consumo doméstico de água representando apenas 8% do total consumido em áreas urbanas, adoção de simples práticas de uso racional da água no cotidiano doméstico pode fazer a diferença na conservação dos recursos hídricos.

Gráfico 1: Caracterização do consumo de água



Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2016

O MMA (2016), explica que o consumo diário de água é muito variável ao redor do globo, pois, além da disponibilidade do local, o seu consumo médio está profundamente relacionado com o nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda das pessoas. Enquanto que uma pessoa necessitaria de, pelo menos, 40 litros de água por dia para realizar suas necessidades básicas - beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos, cozinhar - um europeu, que tem em seu território 8% da água doce no mundo, consome em média 150 litros de água por dia, enquanto que um indiano, consome 25 litros por dia. O documento aponta que segundo estimativas da Unesco, com o ritmo atual de crescimento demográfico sem um consumo sustentável da água, em 2025 o consumo humano pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos do planeta.

N escala do edifício, Macintyre (2000) explica que o consumo depende de sua destinação ou finalidade, cada qual apresentando suas condições peculiares que devem ser levadas em consideração no projeto e distribuição de água. Em geral o consumo de água, compreendendo os serviços particulares, públicos e industriais cresce juntamente com a população e varia com clima, grau de civilização e costumes locais. O autor apresenta alguns critérios para dimensionamento da rede pública distribuidora, que leva em consideração o porte das cidades, a distribuição para os diferentes usos de edifícios, assim como a distribuição do consumo no uso doméstico (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios para dimensionamento da rede distribuidora de água

Dimensionamento da rede pública	
MEIO RURAL	50l/hab/dia
PEQUENA CIDADE	50 a 100 l/hab/dia
CIDADE MÉDIA	100 a 200 l/hab/dia
CIDADE GRANDE	200 a 300 l/hab/dia
Distribuição do consumo – Cidade de médio porte	
USO DOMÉSTICO	100 l/hab/dia
USO NO LOCAL DE TRABALHO	50 l/hab/dia
USOS DIVERSOS (restaurantes, locais de diversão)	25 l/hab/dia
PERDAS	25 l/hab/dia
Parcela do uso doméstico (por habitante)	
ASSEIO PESSOAL	50 l/dia
BEBIDA/COZINHA	15 l/dia
BANHEIRO	20 l/dia
LAVAGEM DE CASA E ROUPA	15 l/dia

Fonte: Macintyre, 2000 /Adaptado pela Autora, 2016

O Ministério do Meio Ambiente (2016), divulgou o consumo de água doméstico mais detalhado onde a lavagem de roupas no tanque ou máquina de lavar (150 litros) apresenta o maior consumo, seguido da lavagem de automóveis (100 litros) e máquina lava-louça (20 a 25 litros), como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do consumo de água doméstico

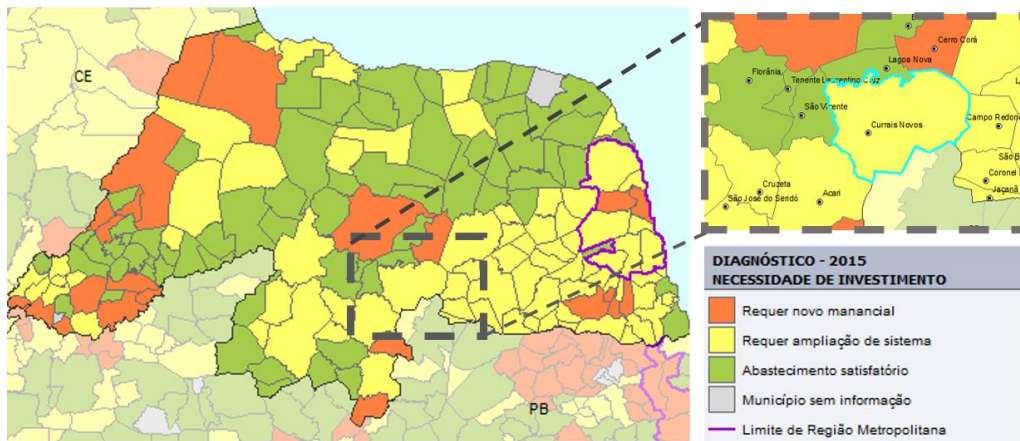
Atividade	Quantidade (em litros)
1 descarga no WC	10 a 16
1 minuto de chuveiro	15
1 tanque com água	150
1 lavagem de mãos	3 a 5
1 lavagem com máquina de lavar	150
1 lavagem com lava-louça	20 a 25
Escovar os dentes com água corrente	11
Lavagem do automóvel com mangueira	100

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2016

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), citado no documento Programa Cidades Sustentáveis (2012), uma pessoa necessita de um consumo mínimo de 110 litros de água por dia – medida suficiente para um indivíduo saciar a sede, cuidar apropriadamente da higiene e preparar os alimentos. Conforme dados sobre o consumo de água per capita por dia nos estados brasileiros, divulgados pela Folha de São Paulo, Água no Brasil (2013), o estado do Rio Grande do Norte apresentou 115 litros de água por habitante por dia (l/hab/dia) com um índice de perdas na distribuição foi de 55,3%.

A Agência Nacional de Águas (ANA, 2016) em seu relatório de abastecimento urbano de água, mostra a situação da oferta de água de acordo com relação oferta/demanda, com o objetivo de caracterizar o atendimento das demandas hídricas futuras, apontando a necessidade de investimentos em obras em novos mananciais ou adequação dos sistemas existentes, como é o caso do município de Currais Novos (Figura 3).

Figura 3: Relatório de abastecimento Urbano de água – Currais Novos



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2016

Em se tratando de cidades em situação de escassez de água, como Currais Novos, o consumo varia durante o ano, conforme períodos de chuva/escassez de água e de acordo com os costumes e a situação financeira como mencionado anteriormente.

Conforme informação verbal do geólogo Marcelo Queiroz¹ - da equipe do setor de operações da CAERN, quando a cidade de Currais Novos está em uma situação normal, com os reservatórios do Açude Dourado e do Gargalheiras com a sua capacidade máxima, existe um consumo maior, em torno de 200 a 250 l/hab/dia. Quando a cidade está em uma situação que não é tão satisfatória em termos de capacidade de armazenamento, o consumo per capita fica em torno de 150 a 160 l/hab/dia. Por fim, em uma situação crítica o consumo per capita fica em torno de 70 a 80 l/hab/dia.

Independentemente do tipo da edificação, conhecer os usos finais da água viabiliza a caracterização e avaliação de medidas voltadas para a redução da demanda de água, seus desperdícios, as possíveis fontes alternativas e a economia gerada por essas soluções. Além disso, ações de gestão da demanda e uso racional de água são mais eficientes quando de acordo com o público a que se destinam, assim, é importante que o levantamento destes usos finais leve em consideração as especificidades de cada país, região e população. Vale acrescentar que a racionalização no uso da água, proposta como solução arquitetônica neste trabalho, certamente é uma grande contribuição, mas como foi exposto problema vai bem além disso, com por exemplo, o elevado desperdício e a conscientização da população.

2.3 SOLUÇÕES DE RACIONALIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Segundo Silva (2005), no Brasil, a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos no ano de 1997 e da criação da Agência Nacional de Águas – ANA, no ano 2000, marcou o arcabouço legal e a responsabilidade pelo planejamento da oferta e demanda de água, na medida em que se definiu as entidades participantes e suas atribuições e competências, tornando a legislação brasileira inserida na gestão dos recursos hídricos. Como já exposto, no território brasileiro, apesar da grande quantidade de água existente, a concentração de água doce

¹ Em contato realizado em 23 de março de 2016.

disponível para o consumo pouco coincide com a concentração populacional e, em decorrência disto, muito precisa ser feito para realizar a gestão da oferta de água, aumentando-se a extensão de redes de abastecimento e buscando-se fontes cada vez mais distantes.

Por isso, tanto se tem discutido o uso da água da chuva para usos não potáveis, o que diminuiria consideravelmente o uso de água fornecida pelas companhias, o custo com água potável e a redução de enchentes em se tratando de lugares que sofre com chuvas intensas. Este próximo tópico irá versar sobre a gestão da demanda e oferta de água em habitações, tratando da captação de água da chuva e componentes economizadores de água.

2.3.1 Aproveitamento de água da chuva

No Brasil, o aproveitamento de águas pluviais vem ocorrendo há muitas décadas, porém sua captação no meio urbano ainda é simplória. No âmbito das diversas tecnologias hidroambientais, o aproveitamento das águas pluviais tem ganho grande destaque como uma das soluções que proporciona a economia de água e energia, além da redução de efluentes nos coletores públicos. Em se tratando de uma região onde a oferta deste bem é escassa, o impacto de ações de conservação da água traz reflexos inestimáveis. Segundo MAY (2004), algumas das causas que agravam a escassez de água é a periodicidade e irregularidade do suprimento, o desmatamento e poluição das nascentes, falta de saneamento, a expansão das cidades e má gestão da água. Assim, a viabilidade do uso de água de chuva em edificações pode ser definida pela diminuição da demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequência a diminuição do consumo de água potável e dos riscos de enchentes.

MARENGO et al. (2011) é enfático em seus estudos no que se refere à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos na região do semiárido brasileiro e destaca que grande parte dessa região enfrenta um problema, já crônico, de falta de água, principalmente pela ausência de sistemas eficientes de armazenamento.

No Brasil e no mundo podemos citar exemplos de incentivos e exigências legais acerca da redução do consumo de água potável, além de premiações para edificações sustentáveis e certificações ambientais, que também têm contribuído com a redução do consumo de água nas edificações.

A Water Environmental Research Foundation (WERF)², organização de pesquisa científica independente dos Estados Unidos, dedicada as questões de águas residuais e pluviais, explica que muitas cidades têm implementado uma ampla gama de incentivo à implementação de práticas de gestão da água sustentável e inteligente, como por exemplo: taxas de descontos; incentivos ao desenvolvimento (exceções no processo de licenciamento para projetos com soluções de aproveitamento de água); abatimentos e financiamentos na instalação de soluções; premiações e reconhecimento em programas; exigência de áreas verdes; e isenção de taxas para projetos que apresentam telhados verdes.

²Water Environmental Research Foundation: using rainwater to grow livable communities. Disponível em:<<https://www.werf.org/liveablecommunities/toolbox/incentives.htm>>. Acesso em: 28 de maio de 2015.

Segunda a organização, na cidade de Oregon, Portland, o programa The Clean River Rewards Incentive and Discount (CRID)³ oferece descontos em suas tarifas mensais para os usuários que tratam do escoamento de águas pluviais, já em Chicago, permite-se aumentar a relação entre a área de piso e a área do terreno quando o projeto adota alguma solução para a retenção de água, como telhados verdes, desde que, pelo menos 50 por cento da área do telhado seja coberta com vegetação.

De acordo com Tomaz (2011), a cidade norte-americana de Austin, no Texas, fornece auxílio financeiro ao cidadão que desejar instalar sistema de captação de água de chuva. Já Austrália, foi traçado o objetivo para que as residências economizem 25% da água potável distribuída pela rede pública com o uso de água da chuva.

No estado de São Paulo a preocupação com o destino da água da chuva se deu com a Lei Nº 12.526 de 2007 que estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, instituindo a implantação de sistema para a captação e retenção de água da chuva em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m². Em Curitiba, a Lei 10785 de 2003 cria o programa de conservação e uso racional da água nas edificações (PURA), que visa instituir medidas que promovem a conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água da chuva nas novas edificações.

Outro exemplo de incentivo é Selo Casa Azul (Caixa Econômica Federal, 2010) que tem como missão reconhecer os projetos com soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios. Trata-se de uma classificação socioambiental dos projetos financiados pelo banco. Dentre as seis categorias de critérios de avaliação está a gestão da água que apresenta como critérios obrigatórios para a obtenção do selo a medição individualizada, bacia sanitária com dispositivos economizadores e áreas permeáveis. Quanto aos critérios de livre escolha estão os arejadores, registros reguladores de vazão, aproveitamento de águas pluviais, retenção de águas pluviais e infiltração de águas pluviais.

No tocante ao semiárido brasileiro, o uso de reservatórios externos, as cisternas, vem se disseminando nas últimas décadas, principalmente após o programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), que surgiu em 2003 e até julho de 2016 construiu 588.935 cisternas, beneficiando mais de 2 milhões e 250 mil pessoas, de acordo com a Articulação no Semiárido Brasileiro, ASA (2015). Segundo a ASA, P1MC desenvolve ações de acesso à água, que proporciona a água para consumo (primeira água) e para produção (segunda água) em residências rurais e também em escolas públicas da zona rural, onde um reservatório com cerca de 16 mil litros de água supre a necessidade de uma família de cinco pessoas por um período de oito meses de estiagem.

De acordo com TOMAZ (2011), o aproveitamento de água de chuva não pode receber o termo reuso ou reaproveitamento de água de chuva, pois ambos são usados para água que já foi utilizada pelo homem, e portanto, não seria o correto. Apesar de ser uma solução sustentável e que independe das condições empregadas sempre trará benefícios, o autor apresenta alguns dos principais motivos que levam à decisão de se utilizar a água de chuva, como: a disponibilidade hídrica menor que 1200m³/habitante por ano; elevadas tarifas de água das concessionárias públicas; retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido; instabilidade do fornecimento

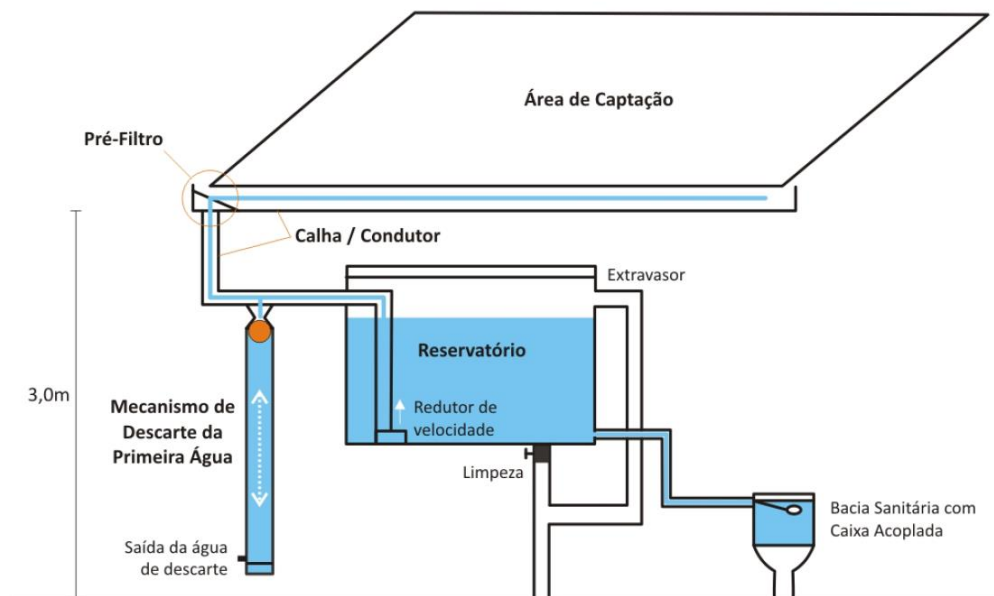
³**Environmental Services: Stormwater Discount Program.** Disponível em: <<https://www.portlandoregon.gov/bes/41976>>. Acesso em: 30 de maio de 2015.

de água pública; locais onde a estiagem é maior que 5 meses e onde o índice de aridez- usado para mensurar o grau de seca e desertificação, seja menor ou igual a 0,50.

Segundo WORM e HATTUM (2006), várias são as razões para a captação de água da chuva, dentre elas se destacam: (i) atender a possível falha nos sistemas de abastecimento de água canalizada; (ii) fornecimento de água nos períodos de escassez; (iii) e a proximidade da coleta e do armazenamento da água fortalecendo o sentimento de posse nos usuários.

A utilização de reservatórios, sejam eles externos ou subterrâneos, tem representado uma das soluções mais aplicadas no país. A solução consiste na coleta de água a partir do telhado da casa, que é captada pelas calhas, filtrada e levada ao reservatório, onde é armazenada. Assim, o sistema é composto basicamente por: área de captação, calhas, condutores, filtros, mecanismo de descarte da primeira água e reservatório (Figura 4).

Figura 4: Esquema de um sistema de captação de água pluvial



Fonte: SANTOS, A. dos et al. (2010).

ALICE (2014) aponta a sequência de um sistema de captação de água pluvial em uma edificação residencial horizontal, dividido em oito etapas conforme o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Sequência de um sistema de captação de água

1	SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO	Cobertura das edificações / diretamente do solo/ pavimentos;
2	TRANSPORTE	Calhas, condutores verticais e horizontais;
3	DESCARTE	Sistema de descarte e desvio de água das primeiras chuvas eliminação dos primeiros milímetros de chuva (sujeira e poluentes);
4	GRADEAMENTO	Peneiras, filtros e telas flexíveis;
5	ARMAZENAMENTO	Caixa d'água; cisterna; freio d'água; sifão extravasor; conjunto flutuante de sucção, sistema de bombeamento; Pode incluir o sistema de tratamento e desinfecção;
6	TRATAMENTO	Sistema para tratar a água da chuva colhida (pode compor o sistema de armazenamento ou ser um sistema exclusivo);
7	BOMBEAMENTO (TRANSPORTE)	Sistema para bombear a água da chuva para o uso (pode compor o sistema de armazenamento);
8	DISTRIBUIÇÃO	Sistema que distribui a água para o uso não potável;

Fonte: ALICE, 2014/ Adaptado pela Autora, 2016

As normas NBR 10844 (ABNT, 1989) e a NBR 15527 (ABNT, 2007) estabelecem os requisitos gerais para concepção do sistema de aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para captação de água para fins não potáveis. A NBR 10844 explica que a instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e condução das águas pluviais, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais e não devendo serem lançadas em redes de esgoto usadas apenas para águas residuárias. O projeto deve recolher e conduzir a vazão até locais permitidos por lei, além de serem estanques, possibilitando a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação, não provocando ruídos excessivos e resistentes às intempéries.

Para fins de projeto, a norma estabelece que a intensidade pluviométrica “I”, que deve ser feita a partir da fixação de valores para a duração de precipitação e o período de retorno, dado segundo características da área a ser drenada. A ação dos ventos também deve ser levada em consideração através da adoção de um ângulo de inclinação da chuva em relação à horizontal, devendo ser estimado na direção que ocasionar maior quantidade de chuva interceptada pelas superfícies consideradas. Outro fator importante é o cálculo da área de contribuição, levando em conta os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptem água de chuva que também irá ser drenada pela cobertura.

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), que trata do aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, o volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial. O volume anual é dado pelo produto da precipitação média anual, área de coleta, coeficiente de escoamento superficial da cobertura e

pelo fator de captação - que é a eficiência do sistema de captação, considerando o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, em caso de sua utilização.

A norma explica que o volume do reservatório deve ser estabelecido levando em consideração critérios técnicos, econômicos e ambientais, devendo serem limpos e desinfetados e seu esgotamento podendo ser feito por gravidade ou bombeamento. Além disso, a água armazenada deve ser protegida contra incidência direta de luz solar e calor, devendo impedir o acesso de animais ao reservatório ou tubulação de extravasão.

Apesar da NBR 15527 citar alguns parâmetros de qualidade como a cor, turbidez e Ph, ainda não existe legislação específica brasileira que regulamente as condições para o uso da água da chuva em edificações. Esta propriedade está diretamente relacionada com o destino final da água, que pode ser armazenada sob variadas condições e com diversos graus de qualidade de acordo com o fim pretendido.

A resolução 357 do CONAMA (2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, coloca algumas condições e padrões para água destinada ao abastecimento humano. Nesse mesmo contexto, o Ministério da Saúde, através da Portaria Nº 2.914 (2011), dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e determina que água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico indicado em seus anexos.

No que se refere ao material empregado na cobertura, não é recomendado à utilização de telhados de colmo ou telhados cobertos com asfalto quando a água captada for utilizada para beber. FERREIRA, BATISTA e FORTES NETO (2011), explicam que as coberturas de lona plástica de polietileno e telha de fibrocimento são mais eficientes para a captação de água de chuva, porém, só ocorrem diferenças significativas na eficiência destes materiais quando as chuvas são de pequena intensidade.

Sobre os programas e ações atuais, ANDRADE NETO (2013) explica que estes apresentam três falhas tecnológicas: (i) a utilização da mesma tecnologia de construção de cisternas sem um questionamento suficiente; (ii) adoção do mesmo volume para as cisternas sem considerar o regime pluviométrico local, o número de usuários e área de captação; (iii) e a falta de execução e divulgação de informações sobre a correta proteção sanitária (barreiras sanitárias físicas e culturais) da água. Além disso, não se tem descartado o primeiro milímetro de cada chuva – responsável pela limpeza das superfícies de captação e instalações hidráulicas - fazendo-se o uso de cloro para desinfecção da água.

Assim, é importante destacar a necessidade de uma maior elaboração no dimensionamento destes reservatórios, criando tipologias para atender situações diversas, já que os perfis familiares e as características locais se repetem. Além disso, é importante que o local da construção da cisterna esteja situado longe de fossas, currais e demais pontos de poluição e de árvores e arbustos com raízes fortes, evitando a destruição das paredes do reservatório. É recomendado que a cisterna fique o mais próximo possível da cozinha, facilitando o abastecimento da casa, a colocação das calhas e dos tubos de captação. No caso de reservatórios enterrados, é necessária a impermeabilização visando evitar o contato com águas contaminadas.

Afora, um dos pontos fracos das soluções usualmente adotadas é a utilização de energia elétrica para o bombeamento da água, pois na maioria dos casos as soluções não fazem o uso de energia potencial, na medida em que os reservatórios ficam no solo e necessitam de instalações de recalque para distribuição da água.

Podemos citar também outras soluções de captação de água da chuva como as valas de infiltração, que são valetas preenchidas com material granular e uma manta geotêxtil constituídas de fibras de polipropileno, formando uma superfície que retém a água e a direciona para reservação ou uma rede de água pluvial. Quanto aos poços de infiltração, que apresentam uma estrutura similar a uma cisterna, são revestidos por concreto perfurado ou tijolos maciços assentados em crivo com a lateral e o fundo preenchidos com uma camada de agregados e uma manta geotêxtil. Este sistema permite a infiltração da água no solo e, apenas, após a inundação do mesmo no entorno do reservatório é que se inicia o enchimento do poço e a água poderá ser destinada à rede de coleta, processo que permite também a recarga do lençol freático (OLIVEIRA, 2007).

Esta recarga do lençol freático se mostra como uma forma de atenuar as alterações do meio ambiente urbano no ciclo hidrológico. Este procedimento também pode ser feito a partir dos pavimentos permeáveis e os planos de infiltração, que consistem em superfícies de captação onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para o interior da estrutura do solo por meio do processo de infiltração. No primeiro caso, blocos vazados, intertravados, cobogramas e até mesmo alguns tipos de asfaltos permeáveis permitem a penetração da água no solo que pode ser levada a um reservatório por uma tubulação de drenagem. Quanto aos planos permeáveis tem-se áreas gramadas ou preenchidas com material granular, que recebem a água proveniente da precipitação sobre áreas impermeáveis como, por exemplo, telhados e pavimentos de uma edificação (OLIVEIRA, 2007).

Quanto aos poços de infiltração, OLIVEIRA (2007) explica que são alternativas de grande potencial no caso de conjuntos habitacionais, pois é possível adotar um único poço de infiltração para a descarga do volume de escoamento superficial para mais de uma unidade, o que tornaria o sistema viável financeiramente. Por outro lado, faz-se necessário analisar se a perda de água para o solo é vantajosa para as condições locais de precipitação. As demais soluções, como pavimentos e planos permeáveis e valas de infiltração, apesar de válidas para região e possibilitarem tirar partido de áreas comuns no entorno das edificações - como quadras, praças e pátios – ainda possuem um alto custo de implantação, tornando-se um empecilho para conjuntos habitacionais de menor padrão, que em muitos casos não apresentam estes equipamentos urbanos em seus projetos.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais, portanto, irá promover oferta de água, podendo auxiliar na distribuição irregular do sistema de abastecimento público ou em lugares de escassez de água irá suprir atividades cujo uso da água não necessita ser potável. Entretanto, é indispensável que estas soluções sejam combinadas com a gestão adequada do uso da água, visto que o objetivo destas estratégias é reduzir o consumo de água potável.

2.3.2 Dispositivos economizadores

De acordo com a *Sustainable Social Housing Initiative* (SUSHI, 2011), cada vez mais se busca por alternativas de otimização do consumo de água, e como consequência a minimização da geração de efluentes, e redução do impacto ambiental, sendo a gestão de água em uma edificação associada a dois componentes: técnica (ações de avaliação, medições, aplicação de tecnologias e procedimentos) e humana (envolve comportamento dos usuários para realização de suas atividades consumidoras).

A implantação de um programa de conservação de água em uma edificação nova ou já em uso é dividida em três etapas: (i) análise técnica preliminar (levantamento de todos os dados e informações que envolvam o uso da água na edificação para o conhecimento sobre o seu uso da água); (ii) a avaliação da demanda de água (identificação das diversas demandas para avaliação do consumo de água atual e intervenções para otimização do consumo e minimização de efluentes, determinando a expectativa de redução de consumo), (iii) a avaliação da oferta de água (avaliação das possíveis fontes de abastecimento, baseada na região e nos tipos de usos e usuários) (SUSHI, 2011).

Em seguida é elaborado um estudo de viabilidade técnica e econômica, com o objetivo de planejar e consolidar o plano de conservação de águas, e por fim seu detalhamento e implantação, onde serão especificadas as intervenções, contendo os sistemas e tecnologias a serem adotadas (SUSHI, 2011).

Segundo o selo Casa Azul (CAIXA, 2010), a redução do uso da água pode ser feita de duas maneiras: a redução do consumo ou do tempo de utilização dos aparelhos sanitários. Lamberts et al. (2010) explicam que componentes economizadores de água têm como objetivo contribuir para a redução do consumo e que a instalação de alguns dispositivos independe da ação do usuário ou da mudança de seu comportamento.

Estes componentes economizadores devem ser adotados conforme a finalidade dos usuários, sempre mantendo o conforto e a segurança sanitária das instalações. Além disso, a especificação destes elementos deve considerar as seguintes questões: pressão hidráulica nos pontos de utilização; conforto do usuário; higiene; atividade do usuário; risco de contaminação; facilidade de manutenção; facilidade de instalação; avaliação técnico-econômica e proteção contra vandalismo em casos de áreas públicas (ANA, 2005).

Dentre os componentes economizadores abordaremos alguns cujo o uso é mais comum em habitações: as bacias sanitárias com acionamento duplo, arejadores de torneiras, registros reguladores de vazão para chuveiros e eletrodomésticos de baixo consumo.

2.3.2.1 Bacia sanitária

As bacias sanitárias podem ser acopladas, integradas ou convencionais. A bacia convencional que é o tipo mais utilizado no Brasil e é fornecida de forma independente do aparelho de descarga. Quanto à forma de funcionamento, as bacias sanitárias podem ser de arraste ou por ação sifônica, porém em ambos os casos a bacia possui um sifão. O consumo médio destes tipos de bacias sanitárias varia em torno de 9 litros por descarga (PROSAB, 2006).

Atualmente, as caixas de descargas com duplo acionamento oferecem ao usuário a possibilidade de escolha entre dois volumes de descarga: um maior, de volume igual ao volume útil da caixa, e outro menor, igual à metade desse volume (Figura 5). Pela normalização brasileira (NBR 15.097/04 –Aparelhos sanitários de material cerâmico – Requisitos e métodos de ensaio) e por especificação dos fabricantes, as bacias passaram a apresentar consumo em torno de 6,8L, podendo serem encontrados modelos que consomem 6L e 3L com acionamento duplo (PROSAB, 2006). Contudo, é importante ressaltar que este tipo de dispositivo fica atrelado ao comportamento dos usuários, podendo não serem corretamente utilizados e perderem o sentido de seu emprego.

Figura 5: Ilustração da bacia sanitária com descarga com duplo acionamento



Fonte: <http://www.aquafluxus.com.br/como-economizar-agua-sem-sair-de-casa/>

2.3.2.2 Chuveiros

Para tornar os banhos mais agradáveis, frequentemente os usuários aumentam o valor da vazão do chuveiro. O PROSAB (2006) explica que para que seja considerado um banho adequado, o chuveiro deve proporcionar vazão de valor mínimo de 3 L/min, valor estabelecido pelo GT-AAQ do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)⁴.

Conhecendo-se a vazão do chuveiro, o valor do consumo de água é diretamente proporcional ao tempo de uso. O registro regulador de vazão é empregado para reduzir vazões excessivas (Figura 6), que normalmente ocorrem em condições de alta pressão, proporcionando o controle da vazão promovendo conforto e economia de acordo com o tipo de chuveiro empregado (LAMBERTS et al.,2010).

Figura 6: Ilustração do registro regulador de vazão para chuveiros



Fonte: <http://blog.construmarques.com.br/registro-regulador-de-vazao-12-lmin-docol/>

2.3.2.3 Torneiras

As torneiras convencionais, assim como os chuveiros, também têm seu consumo de acordo com a vazão e o tempo de uso, e os componentes arejadores ajudam no controle da vazão e dispersão do jato (Lamberts et al.,2010).

⁴ Programa Brasileiro de Etiquetagem – visa informar os consumidores permitindo-lhes avaliar e otimizar o consumo de energia elétrica dos equipamentos eletrodomésticos, selecionar produtos de maior eficiência em relação ao consumo, e melhor utilizar eletrodomésticos, possibilitando economia nos custos de energia (www.inmetro.gov.br).

Segundo o PROSAB (2006), considerando o consumo total de água de uma habitação, o consumo de água proveniente das torneiras corresponde a 20% do consumo diário, distribuído (Tabela 3). A utilização de dispositivos arejadores reduz a quantidade de água através da incorporação de ar na mesma, de modo que as bolhas de ar dentro do jato dão ao usuário a sensação de uma vazão maior do que o jato é de fato, reduzindo cerca de 50% da vazão (Figura 7).

Tabela 3: Dados de consumo de água correspondente ao uso de torneiras em uma habitação

TIPO DE APARELHO	VAZÃO DE FUNCIONAMENTO (L/s)	TEMPO DE USO (s)	VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDA POR USO (v)
Torneira lavatório	0,06	11	1,02
Torneira de pia	0,12	6	1,07
Torneira de tanque	0,19	26	5,40
Torneira de jardim	0,07	4	0,57

Fonte: PROSAB, 2006/ Adaptado pela Autora, 2016

Figura 7: Torneira com arejador



Fonte: <http://ecohospedagem.com/redutor-de-vazao-para-torneiras/>

Um fator importante com relação as torneiras é a dispersão do jato, ocasionado muitas vezes por uma falha no projeto das mesmas. Para resolver o problema em torneiras já instaladas pode-se instalar um direcionador do jato com a função de reduzir a dispersão e reduzir o desperdício.

Algumas outras alternativas são as torneiras com pulverizador, onde o jato de água é transformado em feixe de jatos menores, e aparelhos com fechamento automático, que reduz o tempo de manobra e diminui o volume de água consumido.

2.3.2.4 Máquina de lavar

O PROSAB (2006) aponta em dados divulgados pela ELETROBRÁS, que a máquina de lavar roupa pode representar de 2% a 5% dos gastos de uma família com energia elétrica e este equipamento também é um dos grandes consumidores de água em uma residência.

Nas máquinas com abertura frontal o tambor é montado no sentido horizontal, permitindo maior eficiência na lavagem e menor consumo de água em relação aos equipamentos com carregamento superior. Atualmente, existem máquinas cujo o consumo atinge 7,2 L/kg (Figura 8).

Figura 8: Foto de máquina de lavar roupa com abertura frontal



Fonte: <http://radames.manosso.nom.br/ambiental/consumo/a-maquina-de-lavar-para-o-consumidor-ecologico/>

O SUSHI (2010) divulgou uma tabela que apresenta uma relação entre os equipamentos convencionais e o uso de economizadores, revelando o consumo e a economia destes aparelhos (Tabela 4:).

Tabela 4: Dados da relação entre equipamentos convencionais e economizadores

EQUIPAMENTO CONVENCIONAL	CONSUMO EM EQUIPAMENTO CONVENCIONAL	EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR	CONSUMO DE EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR	ECONOMIA (%)
Bacia com caixa acoplada		Bacia VDR (de consumo reduzido)	6 litros/descarga	
Bacia com válvula bem regulada		Bacia VDR (de consumo reduzido)	6 litros/descarga	
Bacia com caixa acoplada ou válvula de duplo acionamento	6 litros/descarga	Dual flush	6 e 3 litros/descarga	18
Ducha (quente + fria) de baixa pressão (6 mca)	0,19 litros/segundo	Restritor de vazão 8 l/min	0,16 litros/segundo	16
Ducha (quente + fria) de alta pressão (15 a 20 mca)	0,34 litros/segundo	Restritor de vazão 8 l/min	0,13 litros/segundo	62
Torneira de pia de baixa pressão (6 mca)	0,23 litros/segundo	Arejador de vazão 6 l/s	0,10 litros/segundo	56
Torneira de pia de alta pressão (15 a 20 mca)	0,42 litros/segundo	Arejador de vazão 6 l/s	0,10 litros/segundo	76
Torneira para uso geral de baixa pressão (6 mca)	0,26 litros/segundo	Regulador de vazão	0,13 litros/segundo	50
Torneira para uso geral de alta pressão (15 a 20 mca)	0,42 litros/segundo	Regulador de vazão	0,21 litros/segundo	50
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/uso	50

Fonte: SUSHI, 2010

Este levantamento das soluções de captação de água da chuva e dispositivos de racionalização de água, é fundamental para conhecer os recursos existentes, assim como seu funcionamento, componentes, legislações pertinentes e pontos fracos de alguns destes sistemas. Além disso, vale destacar a importância da preocupação em prever soluções que possibilitem a recarga do lençol freático para que o ciclo da água possa ter continuidade.

Sabe-se, contudo, que a otimização da gestão da água nos edifícios e espaços públicos, se devem não só ao conhecimento técnico, mas também ao seu uso, sendo assim essencial que os sistemas adotados sejam

compatíveis com as atividades desenvolvidas e o perfil do usuário, para não serem mal utilizados ou caírem em desuso devido, por exemplo, ao grau de complexidade ou manutenção onerosa.

2.4 REFERÊNCIAS DE PROJETO

Com o intuito de observar experiências de projetos com soluções para gestão da água, foram selecionadas algumas referências acerca do tema.

2.4.1 Campus GreenFire

O projeto do *Campus GreenFire*, localizado em Seattle nos Estados Unidos, foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura *Johnston Architects* e teve sua construção finalizada no ano de 2013. O interesse era tornar o projeto em um exemplo de sustentabilidade social, com o objetivo de alcançar o equilíbrio da prática da construção sustentável com o custo financeiro (Figura 9).

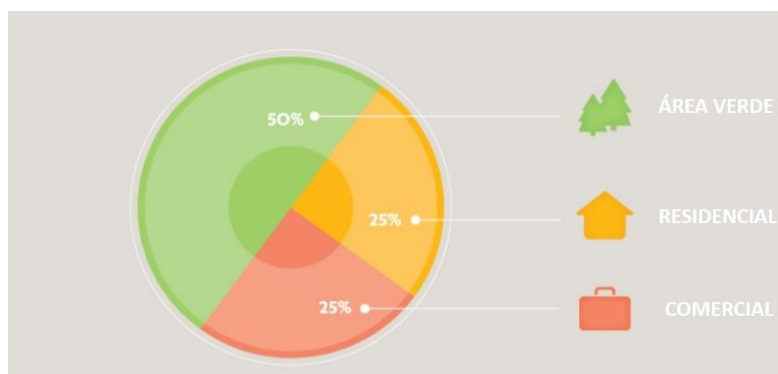
Figura 9: Foto do Campus GreenFire



Fonte: <http://www.kplu.org/post/home-tour-showcases-innovative-and-sustainable-design>

O *Campus Greenfire* foi inspirado pela forma de vida em aldeia, onde a meta social foi a tentativa de fornecer o que as pessoas precisassem em sua casa e trabalhar a vida em um pequeno bairro. Assim, o campus possui uso misto: apartamento para viver e trabalhar, escritórios, comércio e restaurante vão coexistir dentro de um habitat urbano (Figura 10).

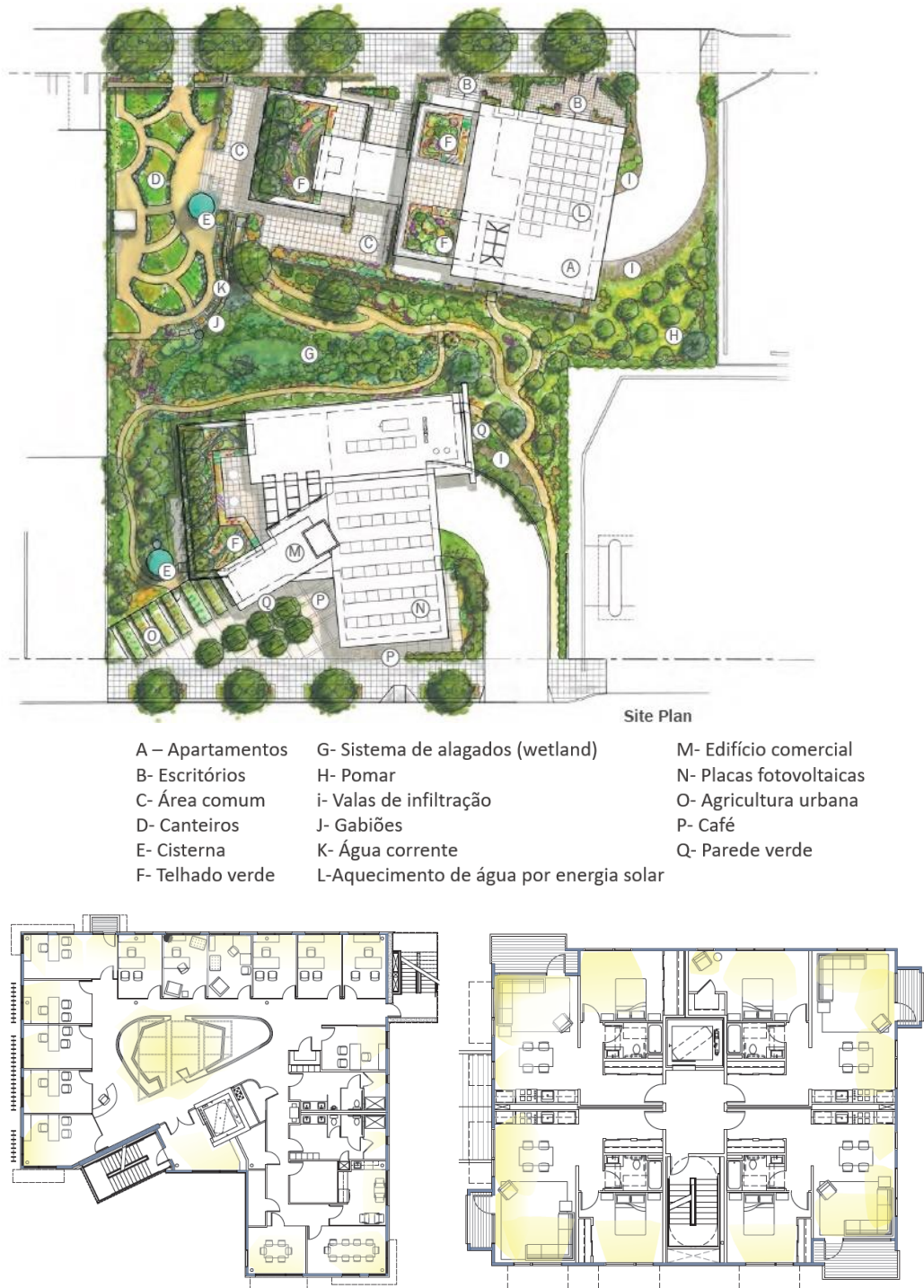
Figura 10: Diagrama de usos do Campus GreenFire



Fonte: <http://www.greenfirecampus.com>

O projeto abriga dois edifícios – o prédio de apartamentos e um de escritórios, em um terreno de 3344m². No edifício de serviços e comércio, os dois primeiros pisos abrigam os escritórios e o térreo a parte comercial e de restaurantes. O edifício residencial, por sua vez, possui um total de 18 unidades habitacionais, agrupados em quatro tipos – o *loft* e os apartamentos, ambos com um ou dois dormitórios e variam em torno de 46m² a 139m² (Figura 11).

Figura 11: Mosaico de imagens: Implantação e Plantas Baixas – Escritórios/Moradias



Fonte: <http://www.ecobuilding.org/> Adaptado pelo autor, 2016

Ambos edifícios têm estacionamento subterrâneo separados, incluindo vagas para carros elétricos com postos de carregamento, *scooters* e estacionamento de bicicletas. O projeto ainda inclui espaços comuns de lazer, lavanderia e jardins como forma de agricultura urbana: horta com cultivo de alimentos, formando uma paisagem comestível ao longo do caminho público (Figura 12).

Figura 12: Mosaico de imagens – Fachadas do Edifício do Campus GreenFire



Fonte: <http://johnstonarchitects.com/projects/mixed-use/greenfire-campus/>

A abordagem sustentável favorece a utilização racional de quatro recursos naturais - ar, sol, terra e água. A construção ocupa apenas 50% do total da área do terreno e atinge cerca de 60% do desempenho exigido pela *Living Building Challenge*⁵. Foram utilizadas placas fotovoltaicas, aplicação de iluminação natural, ventilação natural e telhado verde com plantações comestíveis e nativas. Um exemplo de pequenos cuidados que os projetistas tiveram foi a instalação de um sistema de interruptor de luz que permite que todas as suas luzes possam ser desligadas quando você sai de um apartamento, fornecendo conveniência para os usuários e ajudando a reduzir o consumo de energia.

O projeto administra a água de uma forma que minimize o impacto na infraestrutura da cidade e maximiza o seu fluxo natural da água para o habitat e usos dentro do terreno. No que se refere à gestão da água, o projeto apresenta algumas das soluções, como: captação de água pluvial, valas de infiltração, elementos da paisagem projetados para o escoamento superficial (*storm water wetland collector*) e uso de plantas nativas.

O paisagismo faz a utilização de plantas nativas, que purificam a água, bem como permitem que ela transpire e volte para a atmosfera. Espécies como palmeiras e cactos resistem a seca e não demandam muita manutenção. A diversidade de plantas funcionará para melhorar a qualidade da água e fornece habitat para as aves locais, polinizadores e outros animais, bem como um refúgio para usuários e moradores.

Outros elementos que compõem a paisagem também favorecem a permeabilidade do solo, como as valas de infiltração que envolvem o jardim e a horta, possibilitando que a parte da água da chuva que não é captada também possa infiltrar no terreno e resguardar o seu ciclo natural que é chegar ao lençol freático (Figura 13).

⁵ O Living Building Challenge é um programa de certificação para soluções sustentáveis, criado em 2006 pelo instituto *Living Future Institute*.

Figura 13: Foto das valas de infiltração do Campus GreenFire



Fonte: <http://johnstonarchitects.com/projects/mixed-use/greenfire-campus/>

O *Campus Greenfire* coleta a água da chuva a partir das superfícies de captação de cada um dos dois edifícios e armazena em duas grandes cisternas para fornecer irrigação dos jardins e hortas. Objetivo do projeto para a utilização de água da chuva é uma redução de 100% da água encanada para fins de irrigação, cuja demanda anual é de 70.000 galões de água. Com este sistema de captação aliada às áreas de permeabilização o projeto consegue aproveitar mais da metade da água da chuva que cai no terreno, seja de maneira direta ou indireta (através do armazenamento nas cisternas).

Além disso, a água cinza oriunda de usos residenciais é recolhida e reutilizada para descargas de vasos sanitários. Também foram criados elementos na paisagem para o escoamento superficial com uso de espécies nativas que permitem a filtragem da água (Figura 14).

Figura 14: Esquema do sistema de aproveitamento de águas pluviais do Campus GreenFire

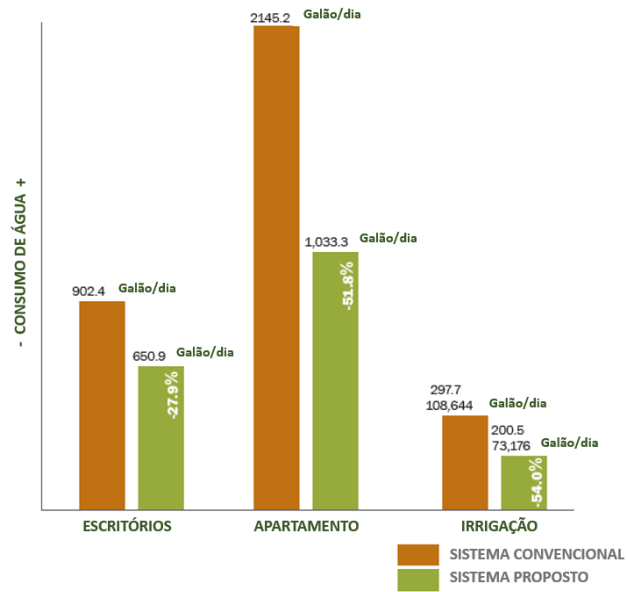


- A- Água coletada da cobertura
- B- Distribuição para a cisterna
- C- Irrigação dos canteiros
- D- Abastecimento do edifício
- E- Água coletada do sistema de alagados (wetland)

Fonte: <http://www.ecobuilding.org/> Adaptado pela autora, 2016

A imagem a seguir (Figura 15) mostra a comparação do consumo de água do edifício com o sistema adotado e o valor do consumo convencional, sem estas estratégias. O gráfico mostra que para o edifício de escritório a economia foi de 27,9%, para os apartamentos de 51,8% e para a irrigação o melhor resultado de 54% (Figura 15).

Figura 15: Gráfico com a autonomia do sistema de gestão de água do Campus GreenFire



Fonte: <http://www.ecobuilding.org> / Adaptado pelo autor, 2016

As cisternas fazem parte da paisagem e mantêm diálogo estético com os edifícios, o que resultou em uma solução interessante e que reduz o custo de enterrar os reservatórios, além de fazer utilização de energia potencial na distribuição da água para o jardim. Além disso, a exposição pode ser uma solução para familiarizar a comunidade com o sistema e auxiliar na conscientização dos moradores, além de disseminar esta prática (Figura 16).

Figura 16: Foto da implantação das cisternas do Campus GreenFire

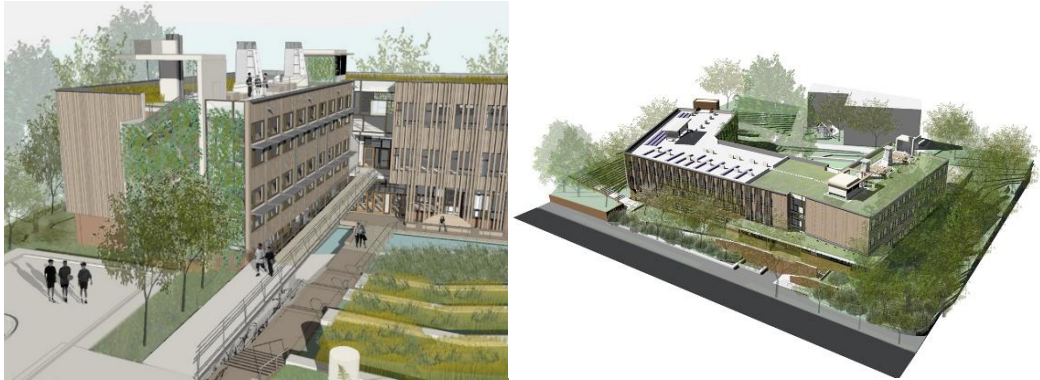


Fonte: <http://johnstonarchitects.com/projects/mixed-use/greenfire-campus/>

2.4.2 Sidwell Friends School

Outro exemplo de projeto é a reforma da escola de ensino médio *Sidwell Friends School*, localizada em Washington D.C., com projeto assinado pelo escritório *Kieran Timberlake Associates*. O projeto tem como objetivo disseminar aos alunos conceitos de sustentabilidade e ecologia, como forma de exprimir estes valores na educação (Figura 17).

Figura 17: Volumetria Sidwell Friends School



Fonte: http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek06/1027/1027d_pw_sidwell.htm

A estrutura original da escola, do ano de 1950, foi projetada para 230 alunos, mas ao longo do tempo o número aumentou para mais de 340. Uma reforma adicionou mais um andar ao edifício em 1971, a estrutura manteve-se praticamente inalterada. Concluída em 2006, a nova extensão oferece espaços modernos para a arte e música, ciências naturais e tecnologia da informação, bem como salas de consulta e uma biblioteca. O edifício possui três andares e implantação em “U”, configurando uma área de 6.500 m² (Figura 18).

Figura 18: Mosaico de fotos da fachada do edifício Sidwell Friends School



Fonte: <http://www.detail-online.com/inspiration/sidwell-friends-middle-school-in-washington-dc-103559.html>

Com o certificado de LEED Platinum, o edifício tem cerca de 11% dos materiais que foram usados para a construção reciclados a partir de fontes renováveis, como, por exemplo, os materiais utilizados para as vigas metálicas e os vergalhões do concreto. As fachadas possuem elementos que protegem o edifício, apresentando gestão das luzes e ventilação natural, economizando cerca de 60% de energia. Os painéis solares instalados na cobertura garantem 5% da energia consumida.

Outra solução importante foi a utilização do efeito chaminé, em que uma torre de vidro que retira o ar das salas de aula por convecção e capta a luz solar pelo vidro da chaminé, convertendo-a em calor. Este sistema funciona quando as janelas das salas estão abertas permitindo o desligamento do ar-condicionado e do aquecimento central. Na cobertura foram utilizados materiais reflexivos que ajudam a diminuir a temperatura do edifício.

Além de proteger o edifício da radiação, o telhado verde recolhe, absorve e filtra a água, que é encaminhada para uma lagoa. Este espaço, por sua vez, contempla uma sala de aula ao ar livre para as aulas de biologia, abrigando várias espécies de plantas, animais e micro-organismos (Figura 19).

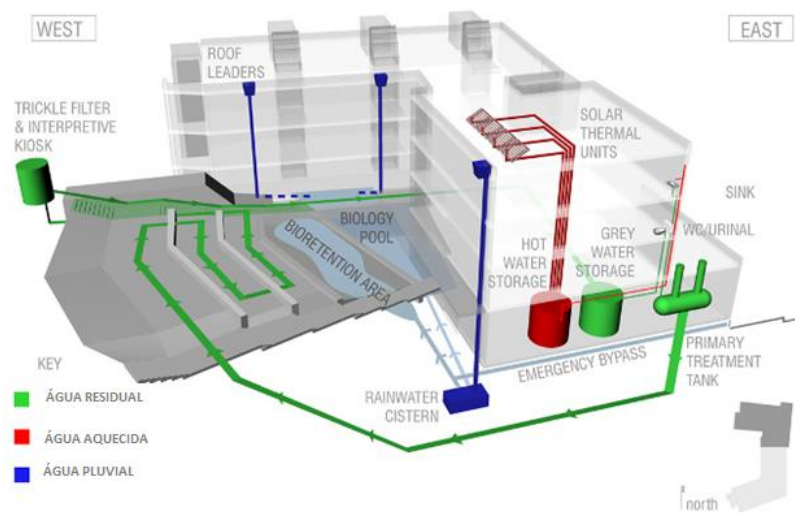
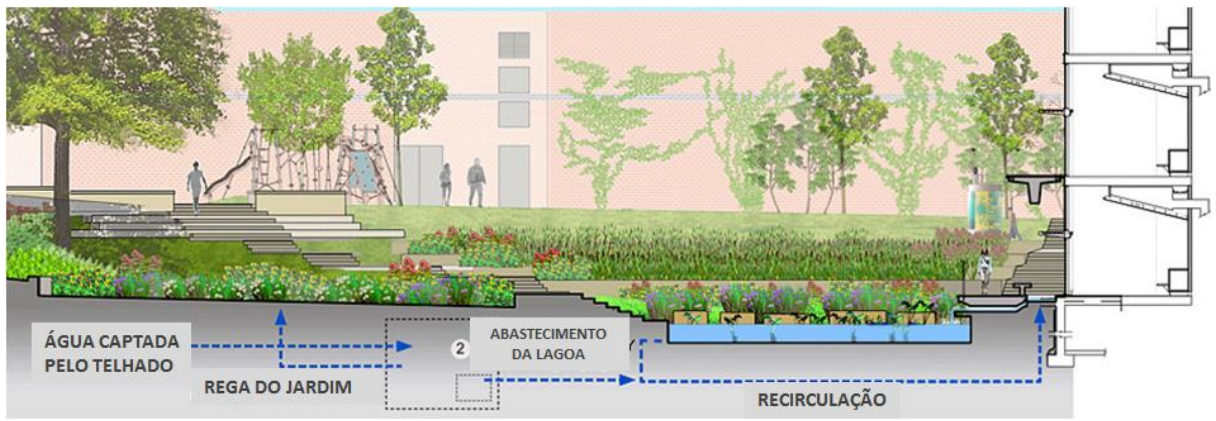
Figura 19: Mosaico de fotos da lagoa de destino da água pluvial



Fonte: <http://kierantimberlake.com/pages/view/230>

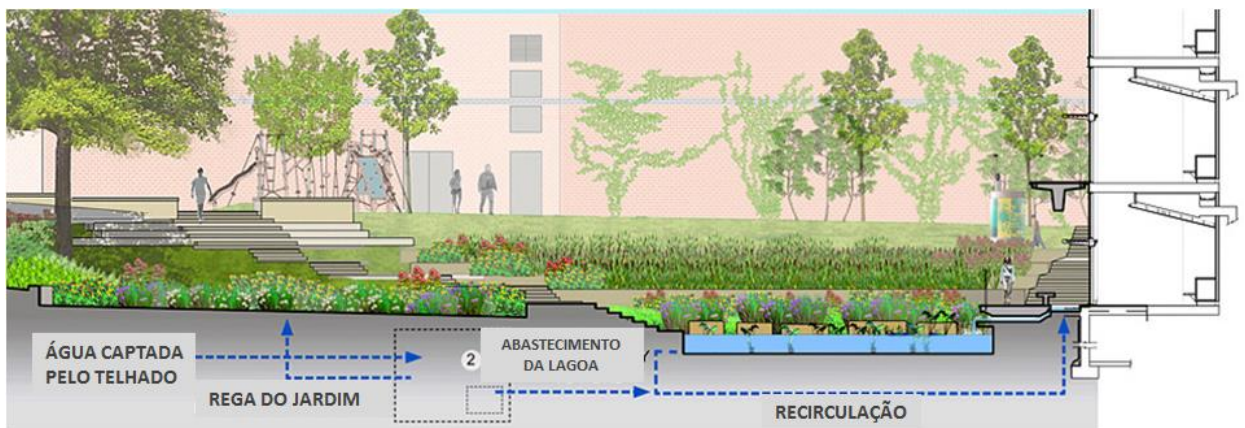
Aliada a captação de água da chuva, foi instalado um sistema de tratamento de esgoto, que tem início nos tanques de decantação, onde líquidos e sólidos de vasos sanitários e das pias - exceto os de salas de ciências - são separados antes do descarte. Com os sólidos depositados no fundo, líquido que sobra é bombeado para fora, onde é filtrado por plantas, micro-organismos e luz solar. Os tanques são mecanicamente bombeados, uma a duas vezes por ano, para remover os sólidos que permaneceram. Posteriormente, a água passa por um filtro UV no porão, e em seguida recebe um corante azul, para ser identificada como água não potável e direcionada para as bacias e as torres de refrigeração. Com isso, a escola armazena uma grande quantidade de água num reservatório próprio e demanda apenas 10% da água da rede municipal (Figura 20 e Figura 21).

Figura 20: Esquema de captação de água pluvial, reuso e aquecimento da água



Fonte: <http://info.aia.org> / Adaptado pelo autor, 2016

Figura 21: Esquema de captação de água pluvial



Fonte: <http://www.andropogon.com/> Adaptado pelo autor, 2016

2.4.3 Casas Pomaret

As Casas *Pomaret* de localizam em Barcelona na Espanha e foram construídas no ano de 2006, projetadas pelo escritório de arquitetura *PichArchitects*. O projeto engloba duas casas geminadas que totalizam uma área de 541,00m² e foi guiado pela necessidade de diálogo formal com uma casa já existente, pela

integração com o espaço verde que envolve as edificações e com a proposta de fazer uso de sistemas passivos e ativos em busca de uma construção sustentável (Figura 22).

Figura 22: Mosaico de imagens – Fachada Casas Pomaret

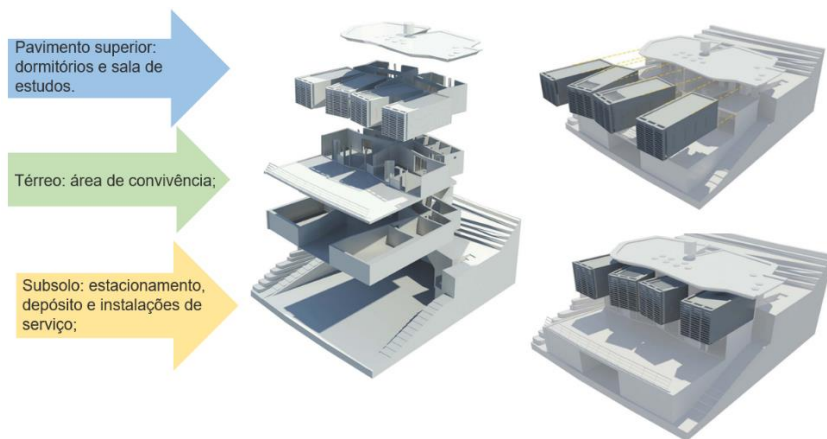


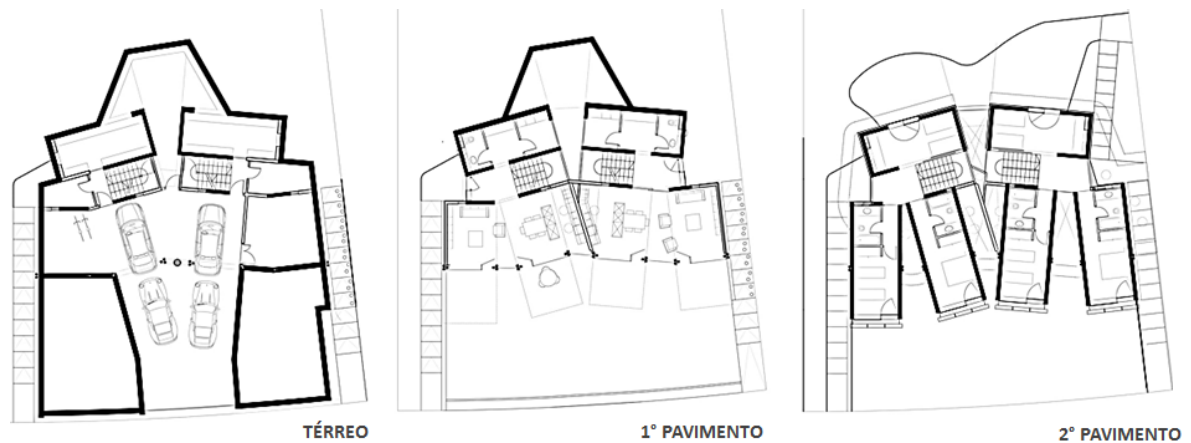
Fonte: <http://www.arqfoto.com/2-viviendas-unifamiliares-barcelona/>

Quatro volumes se destacam aos olhos de quem passa pela rua, constituindo quatro módulos autônomos e industrializados. Este jogo de volumes gera e define o interior/exterior das casas e dão enredo a volumetria e efeito visual. Para compor esta proposta foram usados sistemas industriais agrupados e materiais cerâmicos.

As casas se distribuem em três pavimentos: o subsolo, que abriga o estacionamento, depósito e instalações de serviço; o térreo onde está disposta a área de convivência e o pavimento superior, que comporta os dormitórios e sala de estudo (Figura 23).

Figura 23: Esquema da volumetria e planta baixa Casas Pomaret





Fonte: <http://www.archdaily.com.br/> Adaptado pela Autora, 2016

O edifício utiliza critérios ambientais e de sustentabilidade, empregando o comportamento passivo e reduzindo o impacto ambiental e o consumo de energia. A vegetação integrada ajuda no comportamento climático, atuando como um elemento que proporciona massa térmica e proteção solar, proporcionando um microclima ao ambiente da casa (Figura 24).

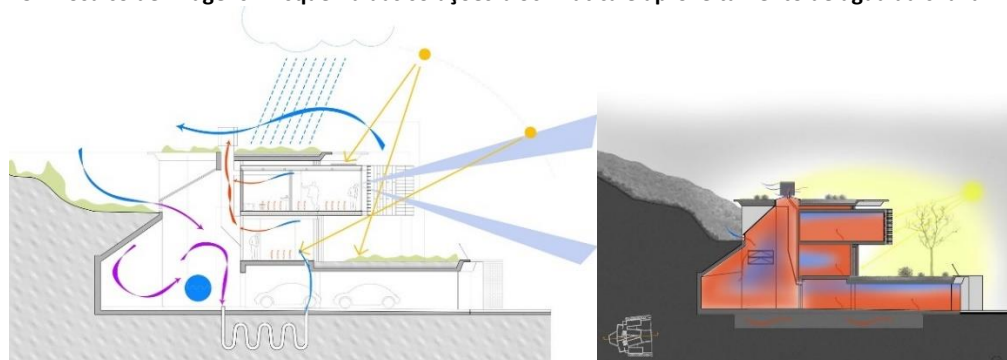
Figura 24: Mosaico de imagens – Vegetação integrada ao edifício



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-135443/casas-pomaret-slash-picharchitects>

A ventilação natural cruzada também foi pensada nos espaços internos e a utilização de brises ajuda em seu controle e sombreamento. A água da chuva é armazenada no telhado e a água servida é tratada e utilizada para irrigação e outros usos não potáveis (Figura 25).

Figura 25: Mosaico de imagens – Esquema das soluções bioclimática e aproveitamento de água da chuva



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-135443/casas-pomaret-slash-picharchitects>

2.4.4 Praça Victor Civita

O projeto da Praça Victor Civita, assinado pelo escritório Levisky Arquitetos Associados, com a participação da arquiteta convidada Anna Dietzsch, teve início no ano de 2006, sendo todo seu processo de concepção baseado no conceito de obra seca, limpa e com redução máxima de desperdícios. O processo foi uma parceria pública e privada visando o resgate de uma área contaminada do município de São Paulo, sem condição de acesso (Figura 26).

Figura 26: Foto da Praça Victor Civita



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-10294/praca-victor-civita-levisky-arquitetos-e-anna-julia-dietzsch>

Em visita in loco realizada em outubro de 2016, percebe-se que a revitalização da Praça Victor Civita destaca a importância da recuperação de espaços nas cidades. O terreno que abriga o projeto pertencia ao antigo Incinerador Pinheiros, que foi um depósito e centro de processamento de resíduos domiciliares e hospitalares. Após a desativação do Incinerador, a área foi ocupada por cooperativas de reciclagem até o início deste projeto que deu utilidade pública à área (Figura 27).

Figura 27: Foto da entrada da Praça Victor Civita



Fonte: Acervo pessoal, 2016

Além da praça, o projeto contempla um percurso consciente: mostra processos de construção sustentáveis, economia energética e responsabilidade socioambiental adotadas na proposta arquitetônica, como por exemplo, a redução de entulho, baixo consumo de energia, utilização de materiais reciclados, legalizados e certificados, reuso de água, aquecimento solar, manutenção da permeabilidade do solo.

O programa de necessidades conta com o Laboratório de Plantas (sistema de reuso de águas e biocombustíveis), o Museu da Reabilitação Ambiental, localizado no antigo edifício incinerador; Praça de paralelepípedos; Centro da Terceira Idade; arena com arquibancada para 240 pessoas; sanitários; depósitos; cabine de som; camarins; oficina de educação ambiental; bosque; jardins verticais e alagados construídos (sistema de reuso de águas). A Figura 28 mostra alguns destes equipamentos na implantação da Praça.

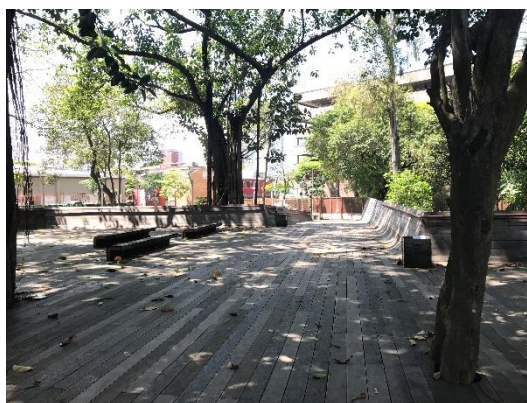
Figura 28: Foto da implantação da Praça Victor Civita



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-10294/praca-victor-civita-levisky-arquitetos-e-anna-julia-dietzsch>

O elemento estruturador do projeto foi um grande deck em madeira certificada sobre o terreno, impedindo o contato dos usuários com o solo contaminado (Figura 29). O deck fica suspenso cerca de um metro do nível do terreno, sendo disposto de modo a enfatizar a perspectiva natural do espaço e remetendo a um casco de um barco, se desdobrando no plano vertical e horizontal, delimitando os ambientes pela tridimensionalidade.

Figura 29: Foto do deck em madeira



Fonte: Acervo pessoal, 2016

O sistema construtivo utilizado é 50% mais rápido do que as obras convencionais, utilizando-se de placas pré-moldadas, recicláveis e livres de elementos nocivos. As paredes internas são de placas de gesso, recheadas com lã de rocha, que proporcionam conforto térmico e acústico. As tubulações elétricas e hidráulicas, por sua vez, são instaladas entre as placas, sem que seja necessário o uso de alvenaria e acabamentos para encaixá-las, diminuindo assim os entulhos gerados.

No que se refere a gestão da água no projeto, temos o reuso de água dos sanitários para a limpeza e o aproveitamento de água da chuva, através do sistema de *tec garden* e alagados (*wetland*), para a rega de plantas. Em contato por e-mail com o professor Eduardo Oliveira - do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia de Bauru, ele explica que a captação de água de chuva da praça é feita através do princípio de capilaridade, onde foi feito um sistema elevado, em que a água captada fica armazenada embaixo da camada de terra e é "sugada" por capilaridade. Segundo o professor, é um sistema simples mas ao mesmo tempo conta com várias variáveis que necessitam de pesquisas para sua definição, como por exemplo: o tipo de solo a ser utilizado; sistema de conexão deste solo com a massa líquida; a altura desta massa líquida e entre outras.

No projeto também foi desenvolvido um sistema de armazenamento de água de chuva através de Alagados Construídos, que é dividido em duas partes: o que recebe água da chuva e o segundo que recebe água da chuva e da fossa séptica do Museu. O primeiro é estruturado sobre uma manta de borracha que retém a água da chuva e promove seu tratamento para irrigar as árvores do bosque. As águas que são purificadas por filtros naturais – cascalhos e plantas – são levadas até o bosque por canaletas de captação e transporte de água pluvial embutidas na estrutura dos edifícios e do palco. Estas canaletas foram posicionadas em declive evitando um sistema de recalque, chegando até as árvores por meio da gravidade (Figura 30 e Figura 31). No segundo sistema a água é tratada por processos químicos, físicos e biológicos para que a água utilizada no Museu possa ser reutilizada para irrigação das plantas.

Figura 30: Foto do sistema de Alagados Construídos



Fonte: Acervo pessoal, 2016

Figura 31: Esquema do sistema de Alagados



Fonte: <http://www.bioclimaticarquitectura.com.br/2010/01/praca-victor-civita-espaco-aberto-da.html>

No sistema de *tec garden* todo o plantio da Praça foi feito sobre uma camada de britas e uma manta de borracha. Nesta manta foram fixados pedestais onde foram assentadas placas de ardósias, que possuem o meio vazado que abrigam por sua vez tubos recheados com fibra de coco, e funcionam como um novo piso coberto por terra limpa e pelas plantas do jardim. A água da chuva fica acumulada no reservatório formado entre a manta de borracha e as placas de ardósia, onde são sugadas por capilaridade pela fibra de coco, como mostra a Figura 32. Dessa forma, o *tec garden* se auto irriga pela captação e armazenamento da água da chuva.

Figura 32: Mosaico e imagens – Foto e esquema do sistema de Tec garden



Fonte: <http://www.bioclimaticarquitectura.com.br/2010/01/praca-victor-civita-espaco-aberto-da.html>

2.4.5 Residência em Currais Novos

Em uma visita ao município de Currais Novos, pôde-se conhecer uma residência ainda em construção que tem todo seu consumo suprido pelo sistema de aproveitamento de água da chuva e reuso de água, não sendo ligada a rede pública.

A residência foi idealizada e está sendo construída pelo próprio proprietário. As paredes são largas e possuem revestimento em pedra natural, além de que o perímetro da edificação onde se situam os dormitórios é envolvido por um pergolado que vai ser tomado por trepadeiras. Assim, foi criada uma massa térmica que proporciona um microclima dentro da edificação e suas aberturas protegidas pelo pergolado, ajudam na sua preservação no período diurno (Figura 33).

Figura 33: Foto das paredes largas e pergolado protegendo as aberturas

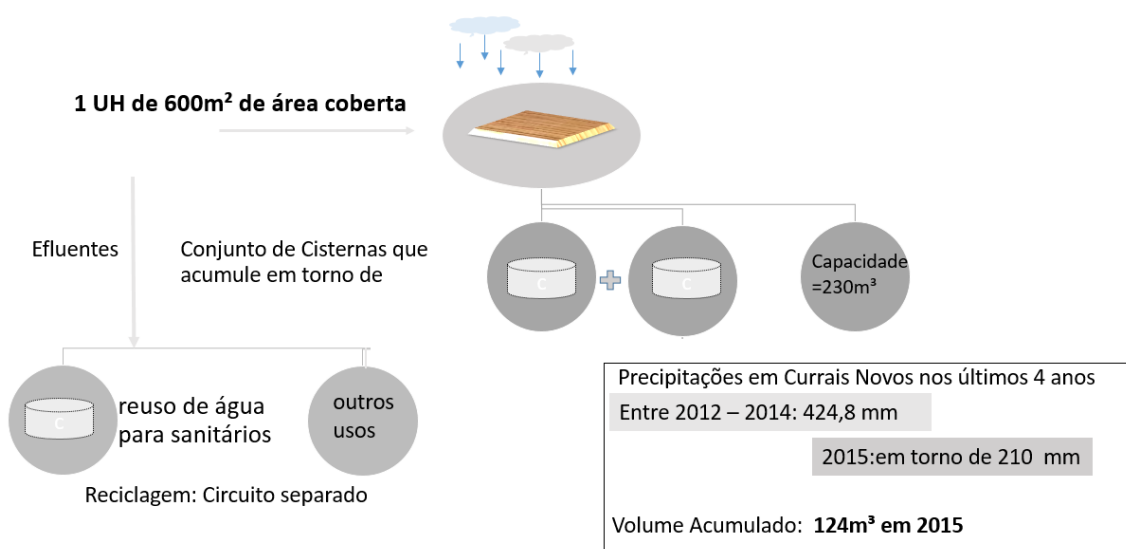


Fonte: Acervo pessoal, 2016

A casa possui dois pavimentos, sendo o térreo onde ficam a área social e de serviço, e o pavimento superior os dormitórios. O sistema de coleta de água pluvial conta com dois reservatórios, um inferior que capta água dos telhados no pavimento térreo com 90 mil litros, e outro superior para onde é lançada a água da cobertura do primeiro pavimento com 140 mil litros. Essa divisão facilita a manutenção e não suspende a distribuição de água da casa, caso seja preciso fazer algum reparo ou limpeza do sistema.

A área total de cobertura equivale a 600m^2 e acumula nos dois reservatórios de água 230m^3 . Além disso, a residência conta com um sistema de reuso de água para as descargas de bacias sanitárias, compondo um circuito separado do sistema de captação de água da chuva. No período de 2012 a 2014 o acumulado de chuvas foi de 424mm e no ano de 2015 foi 210mm , tendo sido acumulado 124m^3 segundo o proprietário (Figura 34 e Figura 35).

Figura 34: Esquema com sistema de captação de água da chuva e reuso de água



Fonte: Elaborado pela Autora, 2015

Figura 35: Foto do detalhe das calhas e reservatório superior



Fonte; Acervo pessoal, 2016

Para a limpeza da água são utilizados filtros e na cisterna superior também se utiliza o princípio da decantação. Nas torneiras da cozinha também são usados filtros para melhor tratamento da água a ser utilizada. A água da chuva também foi aproveitada para fazer um espelho d'água no jardim, que penetra na sala da residência, ajudando na umidificação do ar (Figura 36).

Figura 36: Foto do espelho d'água no jardim e sala de estar



Fonte: Acervo pessoal, 2016

Os sistemas adotados para aproveitamento de água da chuva contribuem não só para a economia de água potável como também minimizam os efeitos de enchentes. Revitalizar uma área degradada contemplando preocupações atuais, respeitando e cuidando dos recursos naturais sem dúvidas faz desse projeto um exemplo do desafio que atualmente as grandes cidades enfrentam não só no âmbito urbano, mas também no social, político e cultural.

Como considerações finais sobre os diversos casos analisados, cabe inicialmente destacar que os projetos reunidos como referências empíricas nos trazem exemplos de alguns sistemas de captação de água pluvial que servirão como embasamento para as soluções que serão adotadas neste projeto. O Campos Green Fire nos mostra um projeto que fez a utilização de espécies nativas, preocupando-se com a adaptação e o consumo de água para manutenção das áreas verdes, além da adoção de valas de infiltração para a recarga do lençol freático. Além disso, dois pontos foram interessantes para este trabalho: a análise do sistema proposto, mostrando comparação de seu consumo diante do consumo convencional; e o diálogo estético das cisternas que surgem em meio a implantação dos edifícios.

No caso da *Sidwell Friends School* destaca-se o uso da água de chuva para reabastecer a lagoa que compõe o pátio da escola e serve como sala de aula ao ar livre. Já nas Casas *Pomaret*, é possível observar a tipologia de casas geminadas - sem recuo e formando uma massa térmica, e o jogo de volumes e seu efeito visual na sua fachada frontal.

O projeto da Praça Victor Civita nos mostra que um espaço público também pode fazer uso de soluções de captação de água pluvial, mostrando como foram desenvolvidos os sistemas de *tec garden* e alagados construídos. Afora, o desdobramento de seus decks formando guarda-corpos, bancos e coberturas nos apresenta uma solução estética interessante

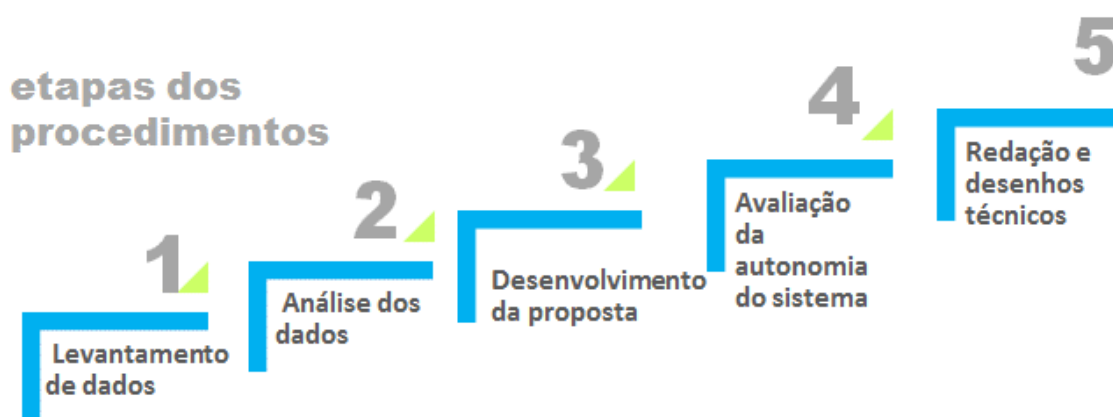
Por fim, a residência no município de Currais Novos é um exemplo, na realidade local, da viabilidade destes sistemas de captação/utilização de água da chuva, além da aplicação de algumas recomendações bioclimáticas para o clima quente e seco – como as paredes espessas, aberturas sombreadas por pergolados e espelhos d'água no interior e na implantação da edificação.

3 METODOLOGIA

Em função do objetivo principal deste trabalho, a metodologia utilizada tem caráter exploratório e analítico e pode ser classificada como avaliativa, já que se procura investigar e avaliar as soluções de racionalização e aproveitamento de águas pluviais adotadas no projeto com a autonomia do sistema.

Os procedimentos são organizados em cinco etapas: (i) levantamento de dados; (ii) análise de dados; (iii) desenvolvimento da proposta; (iv) avaliação da autonomia do sistema; (v) redação e desenhos técnicos (Figura 37).

Figura 37: Esquema das etapas dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Primeiramente, é realizado um levantamento de dados a respeito do consumo de água doméstico, das estratégias de projetos no que se refere à racionalização e aproveitamento de água da chuva, estudos de referências empíricas, legislação e das características da área de intervenção. Esta etapa tem como objetivo compreender os aspectos programáticos/funcionais, formais, estéticos, observar materiais ou sistemas construtivos utilizados.

Foi realizado um levantamento de referências bibliográficas acerca da arquitetura e o clima quente e seco, habitação e o consumo de água, soluções de racionalização e aproveitamento de água pluvial, com base em livros, trabalhos acadêmicos, normas e sites de organizações, instituições públicas e entre outros. Nesta etapa, pesquisou-se algumas referências empíricas de projetos que envolvem o tema estudado - três delas internacionais, uma nacional e outra local, pesquisadas através de sites de projetos e visita em loco. Também foi feito um levantamento de informações a respeito da área de intervenção, envolvendo condicionantes ambientais, legais e aspectos quantitativos da água na região. Para isso, foi necessário recorrer a instituições públicas, normas, leis e alguns softwares para levantamento de dados climáticos.

A etapa seguinte corresponde à análise dos dados coletados, através da elaboração de tabelas e quadros resumos, gráficos, esquemas e utilização de softwares para simulações de conforto, por meio do Climate Consultant (2016) e Analysis SOL-AR (LAMBERTZ; MACIEL; ONO, 2011).

Após a escolha do terreno, analisou-se os condicionantes projetuais para conhecer o comportamento dos ventos, incidência solar, umidade relativa e entre outra variáveis. A utilização do software Climate Consultant

(2016) ajudou a entender o clima do local, revelando a temperatura do ar, a radiação solar, velocidade do ar, carta solar e carta psicrométrica, onde são relacionados as propriedades termodinâmicas com o conforto adaptativo, trazendo também algumas recomendações de projeto. Através do programa Analysis SOL-AR foi possível elaborar a carta solar do terreno, detalhando o comportamento de cada testada do lote nas diferentes horas e épocas do ano.

Além dos condicionantes ambientais, esta análise também contemplou os dados referentes aos aspectos quantitativos da água na região e aos condicionantes legais, como o Plano Diretor do município, Código de Obras ABNT 9050 (2015) e o Código de segurança e proteção contra incêndio e pânico do Estado do Rio Grande do Norte.

Em seguida, a terceira etapa corresponde ao desenvolvimento da proposta, a partir da análise de dados realizada na etapa anterior, que subsidiaram a elaboração de programas de necessidades, pré-dimensionamento, organograma, fluxograma, matriz de relações e maquete física, que por sua vez deram sequência a evolução do projeto.

Nesta fase, também foram realizadas algumas simulações a partir das primeiras soluções projetuais da implantação do empreendimento. Com a utilização do software ECOTEC (2011) e da ferramenta Heliodon foi possível estudar o sombreamento dos blocos de edifícios nas diferentes épocas do ano. Além disso, foi feita uma análise do fluxo de ar ao redor dos edifícios com a utilização do programa Flow Design (2014).

A quarta etapa consiste na avaliação da autonomia do sistema quanto ao potencial de economia e oferta de água, por meio de comparação das soluções adotadas versus o consumo de água estimado para a edificação, utilizando simulação através do software NETUNO (GHISI; CORDOVA, 2014) e análise dos resultados obtidos. O Netuno é um programa computacional que realiza simulações de sistemas de captação de águas pluviais, e por meio de dados que permitem sua modelagem são apresentados resultados como: a relação entre o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial e a capacidade do reservatório; o volume extravasado de água pluvial; média de recalques e outros parâmetros.

Para isso, é preciso fazer o levantamento de algumas variáveis como, por exemplo: os dados de precipitação do local, que são fornecidos ao software em uma base diária, o que permite a análise de comportamentos sazonais; a área da superfície de captação; a demanda total de água; o número de moradores; o percentual de água potável que se deseja substituir por água pluvial; descarte do escoamento inicial; e o coeficiente de escoamento superficial, que está relacionado principalmente com o tipo de superfície de captação de água (Figura 38).

Figura 38: Interface principal do Netuno para carregar os dados da simulação

The screenshot shows the main interface of Netuno 4. At the top, there is a menu bar with 'Simulação', 'Ajuda', 'Citação', 'Validação', and 'Sobre'. Below the menu, there are two main sections. The left section is titled 'Carregar simulação previamente salva' and contains a table for 'Carregar dados de precipitação' with columns for 'Número de registros', 'Data inicial (dd/MM/yyyy)', and 'Descarte escoamento inicial (mm)'. Below the table are input fields for 'Área de captação (m²)', 'Demanda total de água (litros per capita/dia)', and 'Número de moradores', each with a 'Variável...' button. There are also dropdown menus for 'Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial' and 'Coeficiente de escoamento superficial'. The right section is titled 'Reservatório superior' and contains a 'Reservatório inferior' section with two radio button options: 'Simulação para reservatório com volume conhecido' and 'Simulação para reservatórios com diversos volumes'. At the bottom of the left section, there is an 'Observações' field with a text area and a scroll bar.

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

O software possibilita a definição do reservatório superior em duas situações: definindo-se seu volume, considera-se que a água é armazenada no reservatório inferior e recalçada para este reservatório superior, onde é destinada aos pontos de consumo; caso não seja inserido nenhum valor, se supõe que a água pluvial armazenada é consumida diretamente do reservatório inferior. A Figura 39 a seguir mostra como é possível definir o volume deste reservatório.

Figura 39: Interface de simulação do reservatório superior

The screenshot shows a dialog box titled 'Reservatório superior'. It contains three radio button options: 'Volume igual à demanda diária média de água pluvial', 'Entrar com volume desejado', and 'Não utilizar reservatório superior'. Below these options, there are three input fields for 'Volume do reservatório superior (litros)'. The first field is labeled '0'. The second field is labeled 'Volume no reservatório superior abaixo do qual há recalque (litros)' and is also labeled '0'. The third field is labeled 'Percentual do volume do reservatório superior abaixo do qual há recalque' and is also labeled '0'. At the bottom of the dialog, there is a 'Concluir' button.

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Quanto ao reservatório inferior, pode-se trabalhar com um valor preestabelecido ou analisar a simulação com reservatórios de diversos volumes. Neste caso, pode-se definir o volume máximo e o intervalo de volumes que se deseja simular (Figura 40). O software poderá indicar o volume ideal para o reservatório inferior, de acordo com a relação do potencial de economia de água potável e os volumes apresentados no intervalo desta simulação. Contudo, o usuário também pode determinar o volume ideal por meio de análise visual do gráfico de potencial de economia de água potável, que é gerado na simulação.

Figura 40: Interface de simulação do reservatório inferior

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Segundo ROCHA (2009), o volume de água que é aproveitado é menor do que o que é precipitado devido às perdas por absorção e evaporação quando a água atinge a superfície de captação e também pelo descarte inicial. Para representar essa perda é necessário adotar um coeficiente de escoamento superficial da área de captação. Como mostra a Tabela 5 abaixo, a telha metálica, utilizada no projeto, tem uma variação de coeficiente entre 0.70 a 0.95.

Tabela 5: Coeficiente de escoamento para diferentes materiais e superfícies

Material	Coeficiente	Fonte
Telha cerâmica	0,80 a 0,90	Frasier (1975) e Hofkes (1981) apud May (2004)
	0,75 a 0,90	Vaes e Berlamont (1999) apud May (2004)
	0,56	Khan (1995)
	0,60	Haught e Wyckoff (2006)
Telha metálica	0,70 a 0,90	Frasier (1975) e Hofkes (1981) apud May (2004)
	0,90 a 0,95	Waterfall (2004)
	0,85	Khan (1995)
Telha esmaltada	0,90 a 0,95	Vaes e Berlamont (1999) apud May (2004)
	0,85	Haught e Wyckoff (2006)
Telha de amianto	0,80 a 0,90	DTU (2002)
Telhado de palha	0,39	Khan (1995)
Telhado verde	0,27	Khan (2001) apud Tomaz (2003)
Alumínio	0,85	Haught e Wyckoff (2006)
Plástico	0,94	Khan (2001) apud Tomaz (2003)
Placa de pedra	0,80	Khan (1995)

Fonte: Rocha, 2009

Desta forma, considerou-se o valor intermediário de 0.90 para o coeficiente de escoamento das coberturas dos edifícios, o que corresponde a 90% de aproveitamento da precipitação na superfície de captação. Além disso, definiu-se que o primeiro milímetro de chuva seria descartado para limpeza do telhado e condutores, sendo este volume encaminhado para a rede de água pluvial. Os dados de precipitação do município de Currais Novos que foram utilizados correspondem ao período do ano de 1992 a 2010, através de registros cedidos pela EMPARN, que totalizam 6.866 dias.

Por fim, a última etapa corresponde a redação e confecção dos desenhos técnicos. O projeto será apresentado por meio de texto descritivo e justificativo, maquetes eletrônicas e desenho técnico com detalhamento em nível de anteprojeto.

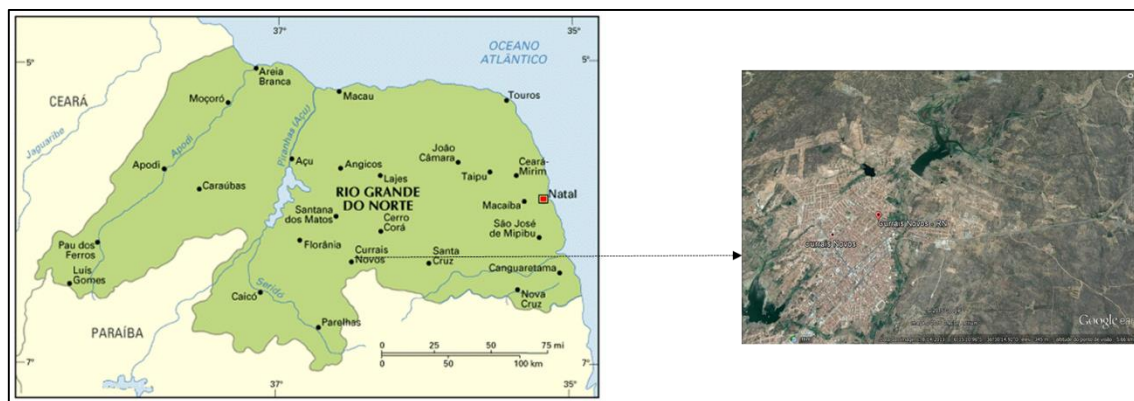
4 OS CONDICIONANTES PROJETUAIS

Os condicionantes projetuais apresentados neste capítulo foram os responsáveis pelos primeiros estudos e decisões da proposta. Este capítulo está subdividido em: (4.1) área de intervenção, refere às características do local; (4.2) os condicionantes ambientais, que versa a respeito dos aspectos físicos e ambientais predominantes no terreno; (4.3) os condicionantes legais, abordando as prescrições legais utilizadas no processo de concepção da proposta; (4.4) os condicionantes funcionais, que diz respeito ao programa arquitetônico, pré-dimensionamento e o estudo das relações dos ambientes; (4.5) e, por fim, os aspectos quantitativos da água, que traz um levantamento dos dados pluviométricos da região, que irão servir de subsídio para as soluções de captação de água da chuva.

4.1 ÁREA DE INTERVENÇÃO

O município de Currais Novos possui, segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, uma área territorial de 864,349 Km² e densidade demográfica de 42.652 habitantes, localizado na região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte (Figura 41). A cidade está inserida na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas –Açu. No caso específico da cidade do município, a Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte – CAERN – gerencia o sistema de abastecimento e distribuição de água da zona urbana de Currais Novos, utilizando como mananciais os açudes Marechal Dutra (reservatório Gargalheiras) e Dourado (Figura 41).

Figura 41: Localização Município de Currais Novos



Fonte: Elaborado pela Autora 2016

Entretanto, CASTRO (2015) destaca que o açude Dourado apresentou capacidade de regularização zero, entrando em colapso várias vezes nos últimos anos e, portanto, não oferecendo condições de sustentabilidade para ser utilizado para abastecimento. Em relação ao açude Marechal Dutra, Attayde e Panosso (2008) apud Castro (2015) considerou-o mais eutrofizado - que é o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio originados de atividades humanas, dentre os reservatórios levantados na região da bacia do Piranhas-Açu no Estado do RN.

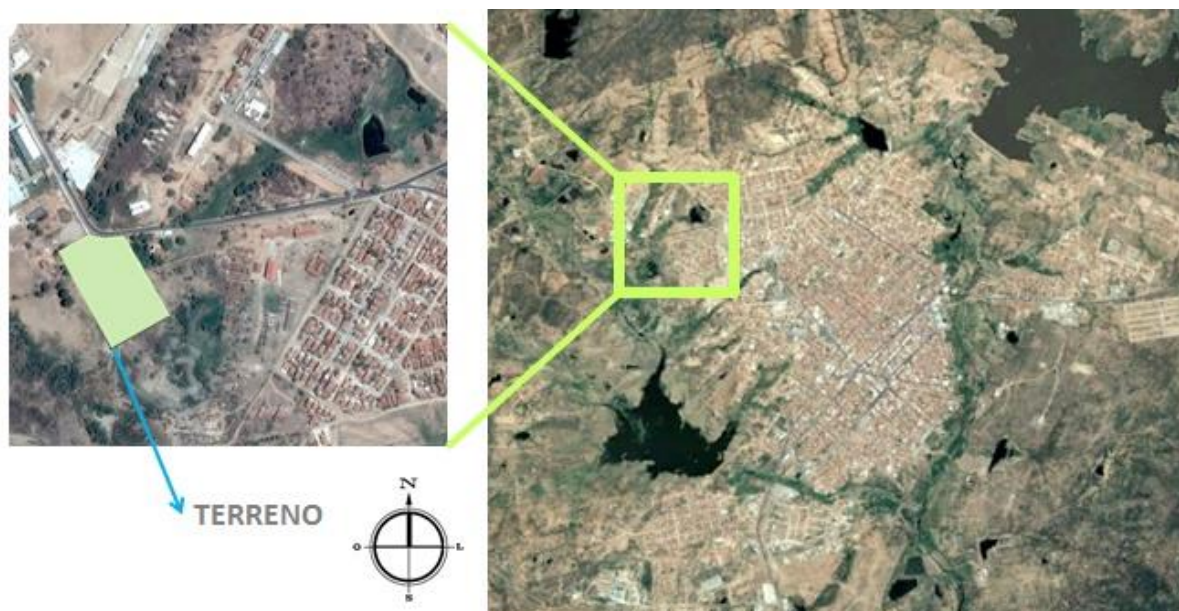
A região tem sofrido com o agravamento dos problemas de distribuição de água, diante da problemática da estiagem severa nos últimos 4 anos. Face a essa situação foi elaborado um projeto para uma solução

emergencial, que foi a construção de uma adutora de engate rápido, que conduzirá a água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, maior reservatório do Estado, localizada no município de Assu. A obra já foi licitada e está em fase de execução.

No ano de 2015, os dois reservatórios ficaram totalmente esvaziados e o abastecimento da população, desde então, está sendo realizado por carros pipa. Outra forma de abastecimento é através de poços tubulares, no entanto a água subterrânea apresenta altas concentrações de sais, de modo que a água oriunda desse sistema subterrâneo, é utilizada apenas para os usos menos nobres, principalmente na higienização das residências (limpeza, lavagem de veículos, rega de jardim e etc).

O lote que abrigará a proposta está inserido no Bairro Walfredo Galvão e situa-se próximo ao campus da UFRN e do IFRN, ao Parque de Vaquejada da cidade, ao Parque de Exposições, Fórum Eleitoral Mário Moacyr Porto e ao Tribunal Regional do Trabalho (Figura 42 e Figura 43).

Figura 42: Localização do terreno na cidade de Currais Novos



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Figura 43: Imagem de satélite do entorno do lote



Fonte: Google Earth/ Adaptado pela Autora, 2016

Apesar da proximidade de instituições de ensino e órgãos públicos, a Rua Manoel Filho Lopes, que dá acesso ao lote, apresenta pouco tráfego de veículos e pedestres. O terreno possui área de 13.311 m², apresenta topografia plana e vegetação rasteira com presença de algumas árvores (Figura 44).

Figura 44: Mosaico de imagen – Fotis da via de acesso ao lote



Fonte: Acervo pessoal, 2016

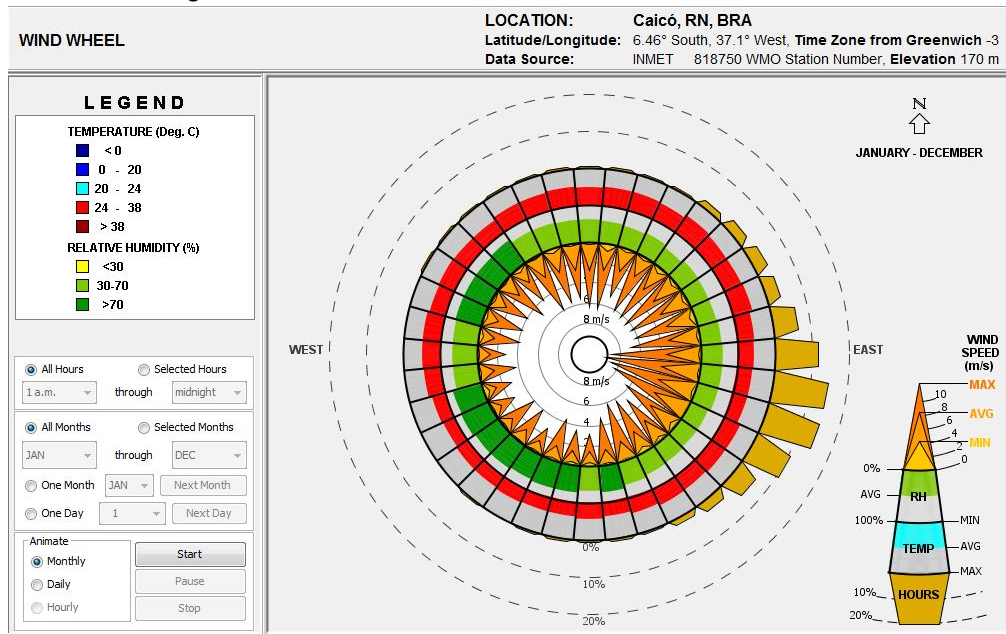
4.2 CONDICIONANTES AMBIENTAIS

Como já explicitado acerca da importância dos conhecimentos do clima como norteador para adoção de elementos arquitetônicos adequados às exigências de conforto do homem, foi feita uma análise do terreno, no intuito de descobrir o comportamento de variáveis ambientais como os ventos, a incidência do sol, umidade relativa do ar e entre outros.

O software Climate Consultant (2016) permite a visualização de dados climáticos que auxiliam no conhecimento de variáveis como temperatura, do ar radiação solar, velocidade e direção do vento correlacionados com temperatura e umidade, temperatura de bulbo seco versus umidade relativa, carta solar e carta psicrométrica. Estes dados climáticos são obtidos a partir de arquivos de diversas cidades brasileiras, contudo, diante da inexistência do arquivo bioclimático da cidade de Currais Novos, utilizou-se os dados do município de Caicó, que também está inserido no semiárido potiguar.

Com a ajuda do software, identificou-se que os ventos predominantes partem do Sudeste, como mostra a Figura 45, que também revela que a umidade se apresenta em torno de 30% a 70% e temperatura entre 20 a 24 °C.

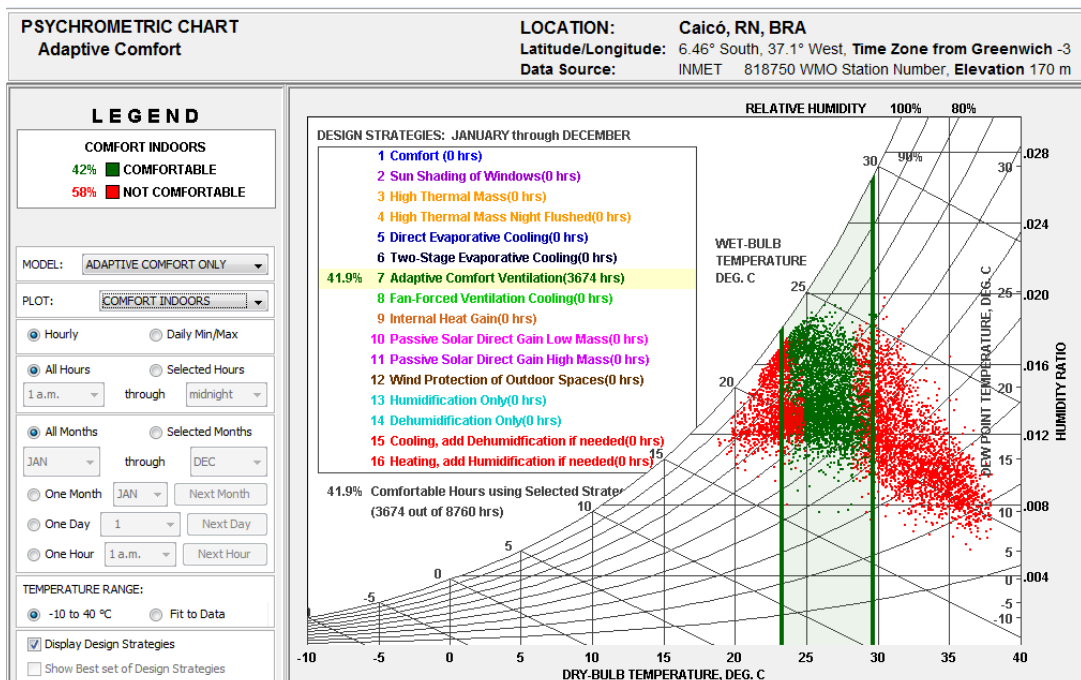
Figura 45: Rosa dos ventos no software Climate Consultant



Fonte: Climate Consultant, 2016

A carta psicrométrica é um diagrama do software onde são representadas as propriedades termodinâmicas e relacionadas ao conforto adaptativo. Algumas estratégias de projeto são listadas pelo programa, que mostra que em 42% do ano, a região apresenta uma condição considerada confortável, representada pelos pontos verdes na Figura 46. A temperatura anual varia aproximadamente de 20°C a 37 °C, enquanto que a umidade relativa de 8% a 90%, porém nas condições consideradas confortável a temperatura varia de aproximadamente 25°C a 27°C e a umidade relativa 25% a 90%.

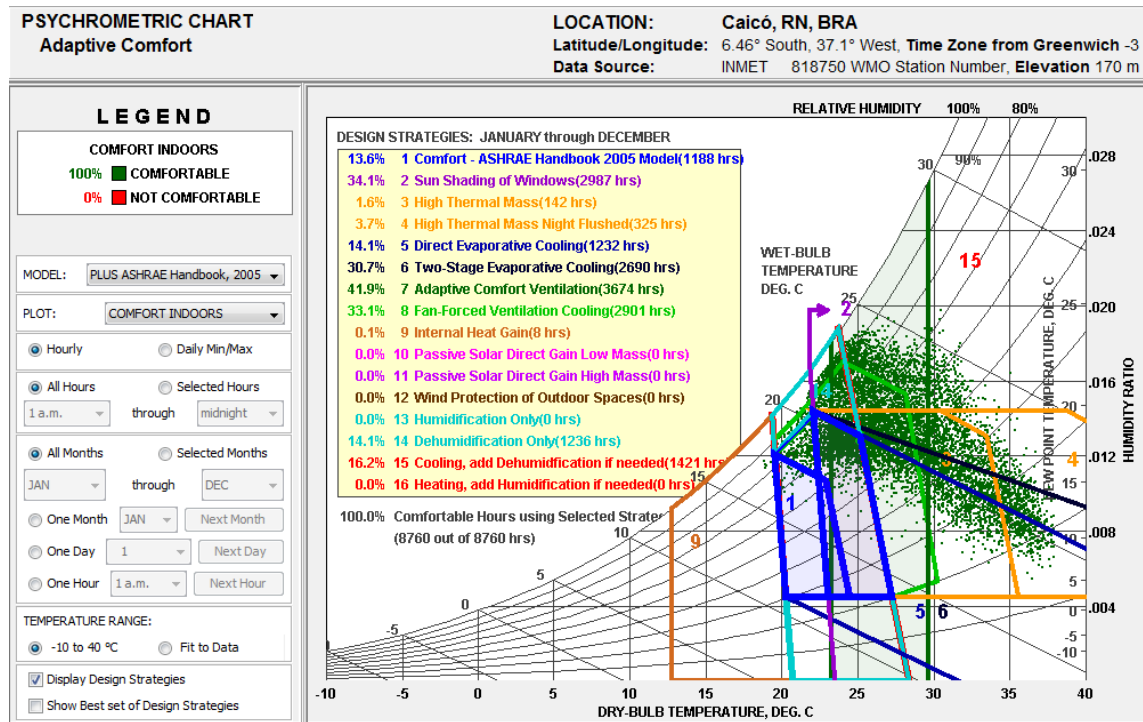
Figura 46: Carta psicrométrica no software Climate Consultant



Fonte: Climate Consultant, 2016

A partir da carta psicrométrica também é possível descobrir quais as melhores estratégias bioclimáticas, que corresponderiam à 100% de conforto conforme mostra a Figura 47, as quais se destacam o resfriamento evaporativo, sombreamento das aberturas e ventilação natural seletiva.

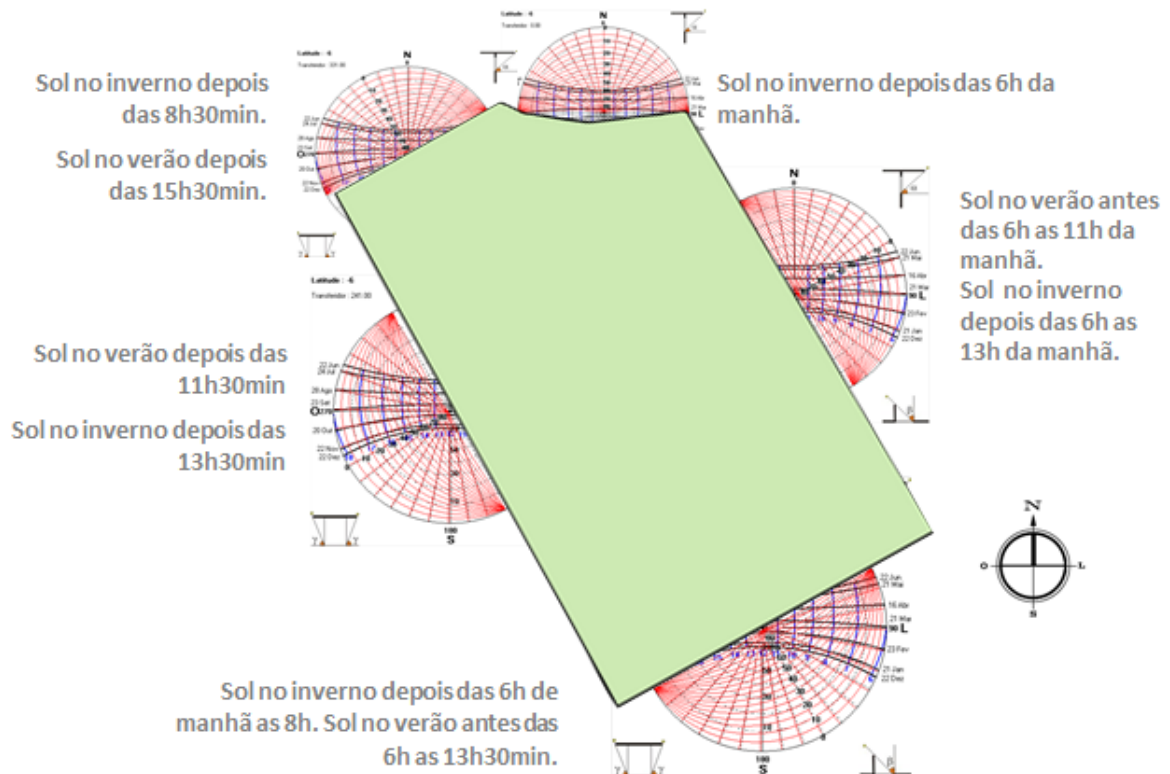
Figura 47: Carta psicrométrica com melhores estratégias bioclimática



Fonte: Climate Consultant, 2016

Para conhecer a incidência do Sol no terreno foram elaboradas cartas solares no software Analysis SOL-AR (LAMBERTZ; MACIEL; ONO, 2011), que permite observar o comportamento de cada testada do lote a partir da inserção de seu azimute, possibilitando identificar a incidência do sol nas diferentes horas e épocas do ano. Assim, observou-se que as testadas 1 e 2, enumeradas na Figura 48 a seguir, apresentam maior incidência do Sol no período da manhã, recebendo assim, o sol nascente, e demais testadas recebem maior incidência do sol poente.

Figura 48: Esquema do estudo de incidência do Sol no terreno



Fonte:Elaborado pela Autora/Analysis SOL-AR, 2016

Como o círculo diurno do Sol varia conforme as épocas do ano, pode-se identificar que as fachadas voltadas para o sul terão maior incidência solar nos meses de dezembro e janeiro, devido ao solstício de verão e as fachadas voltadas para o norte terão maior incidência nos meses de julho e junho em decorrência do solstício de inverno.

De acordo com esta análise, determinou-se que as fachadas nas quais seriam voltados os ambientes de maior permanência ficariam voltadas para o leste/sul por serem banhados pelo sol nascente e receberem os ventos noturnos para resfriamento da massa construída, enquanto que os ambientes que representam as áreas de serviço ficariam voltados para o oeste/norte.

4.3 ASPECTOS QUANTITATIVOS DA ÁGUA

Conforme foi exposto, o dimensionamento de um sistema de coleta depende do consumo do edifício, da oferta de chuva no local e dos aspectos econômicos e funcionais. Para fins de projeto, é importante a fixação de valores para a duração de precipitação e o período de retorno, dado segundo características da área a ser drenada.

Apenas, como dado para comparação vale mencionar que a precipitação média na região do Seridó segundo MEDEIROS (1998) é de 600mm/ano enquanto que no município de Natal é da ordem de 1500mm/ano, neste caso não existindo prolongados períodos de seca neste último município. Além disso, a capacidade de

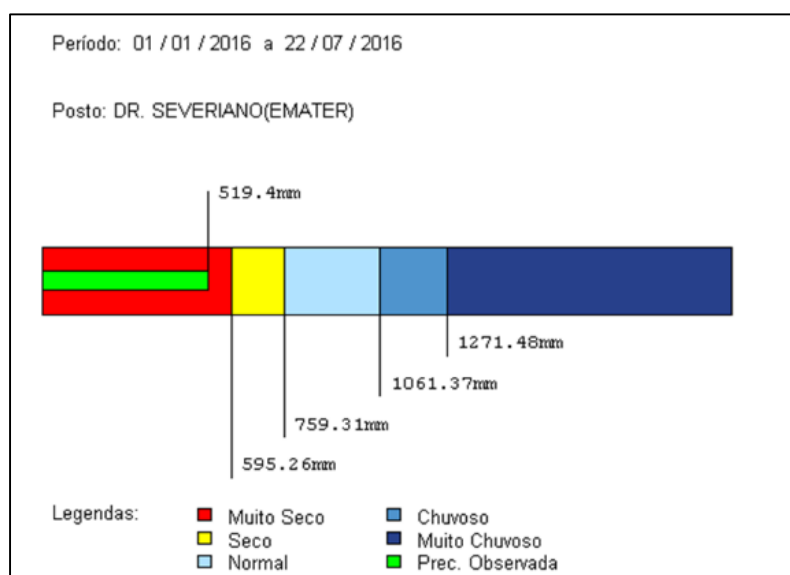
infiltração e armazenamento da água da chuva nos sistemas subterrâneos na região do Seridó é muito reduzido em relação à região de Natal.

No contexto climático da região semiárida, Porto et al.(1983) destaca que apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das chuvas nesta região, caracterizada por pluviometria irregular e baixa umidade relativa do ar. A média de precipitação de chuvas é variável, podendo situar-se entre 400 e 600 mm. As regiões submetidas a este clima são ciclicamente atingidas pelo fenômeno da seca, quando as precipitações são acentuadamente reduzidas.

Essa situação associada às características geoambientais e à má gestão dos recursos hídricos tem caracterizado um comportamento constante de escassez de água no semiárido potiguar, especificamente no município de Currais Novos. Como ilustração dessa situação destaca-se que, conforme dados de monitoramento da EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária, de janeiro a julho o acumulado de chuvas, em Currais Novos, foi abaixo de 600mm, que é a média anual de precipitação nesse município.

A Figura 49 a seguir, divulgada pela EMPARN, mostra uma análise da precipitação acumulada no município de Currais Novos para o ano de 2016, quando foi divulgado o último dado. Em condições normais a precipitação varia em torno de 463mm a 678mm, sendo considerado chuvoso quando os níveis ultrapassam 759mm. No gráfico, os intervalos do acumulado de chuva são classificados conforme as cores na legenda, e a barra verde representa o acumulado de chuva observado para o município, que, por sua vez, se encontra na situação “muito seco” correspondendo até o presente momento o volume de 519,0mm.

Figura 49: Gráfico de precipitação acumulada no município de Currais Novos - RN



Fonte: <http://186.250.20.84/monitoramento/2016/graficos/q3201.htm>

Estudos abrangentes desenvolvidos pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos, NAE (2005), Kayano & Andreoli (2009) e Marengo (2009), discutem a vulnerabilidade do semiárido aos extremos da variabilidade de clima e suas mudanças. Nessa perspectiva, Assad & Pinto (2008); CEDEPLAR & FIOCRUZ, (2008); SCHAEFFER et al., (2008) destacam que o semiárido brasileiro pode ser considerado como uma das regiões mais vulneráveis do país às mudanças e à variabilidade do clima. Assim, as elevações de temperatura do ar associados a essas

mudanças decorrentes do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação nos lagos, açudes e reservatórios.

4.4 CONDICIONANTES LEGAIS

A concepção de um projeto necessita do conhecimento das prescrições e restrições que incidem sobre o terreno e o uso do edifício a ser construído. Neste sentido, serão considerados, Plano Diretor e o Código de Obras do Município de Currais Novos. Além destes dois instrumentos, também serão observados a Norma Brasileira de Acessibilidade (NBR 9050) e o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte que irão nortear a concepção das áreas comuns e de reunião pública do condomínio.

4.4.1 Plano Diretor de Currais Novos

O Plano Diretor é o instrumento essencial da política de desenvolvimento e expansão de um Município, que visa orientar a produção do espaço e garantir os direitos dos cidadãos, no que se refere ao ordenamento territorial, o desenvolvimento social e econômico, a preservação ambiental e a identidade cultural e histórica.

De acordo com a Lei Complementar Nº. 09/2012, que institui o Plano Diretor do município de Currais Novos, o terreno se insere na Zona de Expansão Urbana (ZEU) no macrozoneamento da cidade, que se caracteriza por ser uma área contígua à zona urbana, de baixa densidade populacional, que por suas características físicas e naturais permite uma urbanização futura. No que se refere aos critérios de adensamento, o lote está situado na Zona de Adensamento Básico, cujo coeficiente de adensamento é igual a 1.

Além desta lei, a LEI Nº 3.050/2013 altera o plano diretor no que se refere aos recuos das edificações e tamanho mínimo dos lotes. Os índices urbanísticos que incidem no terreno estão resumidos na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6: Índices urbanísticos do município de Currais Novos

ÁREA/ZONA USO	ZONA DE EXPANSÃO URBANA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
ÁREA MÍNIMA DO LOTE (M ²)	150
COEFICIENTE DE ADENSAMENTO	1
RECUOS FRONTAIS MÍNIMOS (M)	1,5
RECUOS LATERAIS MÍNIMOS (M) (EM UMA DAS LATERAIS)	1,5
RECUOS ADICIONAIS	1,5+ H/10
OCUPAÇÃO MÁXIMA (%)	80
PERMEABILIZAÇÃO MÍNIMA (%)	20
GABARITO MÁXIMO (M)	SEM RESTRIÇÃO

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

O Plano Diretor considera que empreendimentos e atividades que requerem normas e padrões de parcelamento, uso e ocupação do solo próprio, são feitas algumas exigências conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Exigências para implantação de condomínios no município de Currais Novos

RESERVA DE ÁREA ADJACENTE A SER DOADA			15%		
ÁREA DE LAZER E RECREAÇÃO			15m ² por unidade privativa		
PREVISÃO DE DENSIDADE E PERCENTUAL DE ÁREAS PÚBLICAS PARA PARCELAMENTO					
ZONA	ÁREA MÁXIMA DO LOTE (m ²)	DENSIDADE MÁXIMA (hab/ha)	ÁREA VERDE MÍNIMA (%)	ÁREA DE EQUIPAMENTO MÍNIMA (%)	ÁREA DE ARRUAMENTO MÍNIMA (%)
EXPANSÃO URBANA	2500	200	10	5	10
PREVISÃO DE DENSIDADE E PERCENTUAL DE RESERVA PARA ÁREAS COMUNS DE CONDOMÍNIOS					
ZONA	ÁREA MÁXIMA DO LOTE BRUTO (m ²)	DENSIDADE MÁXIMA (hab/ha)	ÁREA VERDE MÍNIMA (%)	ÁREA DE EQUIPAMENTO MÍNIMA (%)	ÁREA DE ARRUAMENTO MÍNIMA (%)
EXPANSÃO URBANA	20.000	75	12	10	-

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

4.4.2 Código de Obras de Currais Novos

O Código de Obras de um município define normas para o planejamento e gestão da Política Municipal do Meio Ambiente, no intuito de proteger o patrimônio ambiental e o uso dos recursos naturais, de modo a garantir um ambiente ecologicamente equilibrado que assegure a qualidade de vidas dos usuários. A Tabela 8 mostra as exigências para vagas de veículos, dimensões, iluminação e ventilação dos compartimentos.

Tabela 8: Exigências e compartimentos segundo o Código de Obras do município de Currais Novos

VAGA DE VEÍCULOS	1 VAGA PARA CADA HABITAÇÃO COM 120M ²				
VÃOS DE ILUMINAÇÃO PARA ÁREA DESCOBERTA	ÁREA COM ALTURA SUPERIOR À 2M, ÁREA MÍN. DE 4M ² E DIÂMETRO MIN. DE 1,50M ²				
DIMENSÃO MÍNIMA DOS COMPARTIMENTOS					
AMBIENTE	ÁREA MIN. (M ²)	ILUMINAÇÃO MÍN.	VENTILAÇÃO MÍN.	PÉ DIREITO MÍN. (M)	PROFUNDIDADE MÁX.
SALA DE ESTAR	8,00	1/6	1/12	2,40	3x pé direito
SALA DE JANTAR	6,00	1/6	1/12	2,40	3x pé direito
COZINHA	4,00	1/8	1/16	2,20	3x pé direito
LAVANDERIA	4,00	1/8	1/16	2,20	3x pé direito
1º DORMITÓRIO	9,00	1/6	1/12	2,40	3x pé direito
DEMAIS DORMITÓRIOS	6,00	1/6	1/12	2,40	3x pé direito
BWC	1,5	1/5	1/16	2,20	3x pé direito
CIRCULAÇÃO	0,80	-	-	2,20	-
ESCADA	0,90	-	-	Altura livre mín. 2,00m	-

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

4.4.3 Acessibilidade: ABNT 9050/2015

Elaborada pelo Comitê Brasileiro de Acessibilidade e pela Comissão de Edificações e Meio, a ABNT 9050 (2015) estabelece critérios e parâmetros acerca da acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Destaca-se nos itens a seguir as principais prescrições desta norma.

- **Parâmetros antropométricos**

Este item determina dimensões referenciais antropométricas, em que foram consideradas pela ABNT 9050 (2015) as medidas entre 5% a 95% da população brasileira, que representa os extremos correspondentes a mulheres de baixa estatura e homens de estatura elevada (Tabela 9).

Tabela 9: Parâmetros antropométricos – ABNT 9050

Deslocamento de pessoas em pé	Largura mínima de passagens deve ser 1,20 metros, atendendo a situação mais crítica que é de uma pessoa com muletas;
Módulo de referência ocupada por uma pessoa utilizando cadeira de rodas	Projeção de 0,80 m por 1,20 m no piso;
Transposição de obstáculos isolados	-Largura mínima necessária deve ser 0,80m; - Largura mínima de 0,90m para obstáculos com mais de 0,40m;
Área para Manobra de cadeira de rodas	- Rotação de 90° = 1,20 m x 1,20 m; - Rotação de 180° = 1,50 m x 1,20 m; - Rotação de 360° = diâmetro de 1,50 m.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

- **Acessos e circulação**

No que se refere aos acessos e circulações, a Norma Brasileira determina alguns parâmetros e obrigatoriedades que foram destacadas na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10: Acessos e circulação – ABNT 9050

Pisos	- Inclinação transversal da superfície até 2% para pisos internos e 3% para pisos externos e inclinação longitudinal máxima de 5%.
Piso tátil de alerta	- Utilizado para sinalizar situações que envolvem risco de segurança, devendo ser cromo diferenciado ou associado à faixa de cor contrastante.
Piso tátil direcional	- Utilizado quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, como guia de caminhamento.
Desníveis	- Desníveis no piso de até 5 mm não demandam tratamento especial; Desníveis de 5 mm até 20 mm devem ser tratados em forma de rampa (i=50%); Desníveis superiores a 20 mm devem ser considerados como degraus. - Para inclinação entre 6,25% e 8,33% devem existir áreas de descanso nos patamares, a cada 50 m; - Podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33% (1:12) até 12,5% (1:8), desde que sigam um dimensionamento específico para estas situações;
Rampas	- A largura livre mínima recomendável para as rampas é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível 1,20 m, sendo a projeção dos corrimãos pode incidir dentro da largura mínima; - Quando não houver paredes laterais as rampas devem incorporar guias de balizamento; - Devem ser previstos patamares, no início e no término, com dimensão longitudinal mínima admissível de 1,20 m.
Degraus e escadas	- Não devem ser utilizados degraus e escadas fixas com espelhos vazados; - Espelho de degraus isolados não deve ser inferior a 0,18 m e superior a 0,16 m; - As dimensões dos pisos e espelhos devem ser constantes em toda a escada: Pisos (p): $0,28\text{ m} < p < 0,32\text{ m}$ Espelhos (e) $0,16\text{ m} < e < 0,18\text{ m}$ $0,63\text{ m} < p + 2e < 0,65\text{ m}$ - Apresentar no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível e sempre que houver mudança de direção.
Corrimão e guarda-corpos	- Corrimãos devem ser instalados em ambos os lados dos degraus isolados, das escadas fixas e das rampas; - Corrimãos laterais devem prolongar-se pelo menos 30 cm antes do início e após o término da rampa ou escada; -Largura entre 3,0 cm e 4,5 cm, sem arestas vivas; - Altura: Para degraus isolados - 0,75 m medidos do piso; Rampas e escadas - 0,92 m e 0,70 m do piso;
Corredores	-Largura mínima: 0,90 m para uso comum com extensão até 4,00 m;

	1,20 m para uso comum com extensão até 10,00 m; e 1,50 m para corredores com extensão superior a 10,00 m; 1,50 m para uso público; maior que 1,50 m para grandes fluxos de pessoas;
Portas	- Vão livre mínimo de 0,80 m e altura mínima de 2,10 m; - Em portas de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas deve ter o vão livre de 0,80 m; - Maçanetas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,90 m e 1,10 m;
Circulação externa	- Deve incorporar faixa livre com largura mínima de 1,20 m e altura livre mínima de 2,10 m; - faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Largura mín. 0,70m.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

- **Vagas para veículos**

Com relação aos parâmetros para veículos, foram destacadas as principais considerações na Tabela 11.

Tabela 11: Vagas para veículos – ABN1 9050

Vagas que conduzam ou sejam conduzidos por pessoas com deficiência	-Devem ter sinalização vertical; - Contar com um espaço adicional de circulação com no mínimo 1,20 m de largura (este espaço pode ser compartilhado por duas vagas); - Estar vinculadas a rota acessível que as interligue aos polos de atração; - Devem estar localizadas de forma a evitar a circulação entre veículos;
---	---

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

- **Sanitários e vestiários**

A cerca dos sanitários e vestiários acessíveis os parâmetros desta norma versam a respeito da instalação de bacia, mictório, lavatório, boxe de chuveiro, acessórios e barras de apoio, áreas de circulação, transferência, aproximação e alcance. Assim, resumiu-se os principais pontos na Tabela 12.

Tabela 12: Sanitários e vestiários – ABNT 9050

Quantificação	-Devem ter no mínimo 5% do total de cada peça instalada acessível; - Recomenda-se a instalação de uma bacia infantil para uso de crianças e de pessoas com baixa estatura;
Sanitários familiares ou unissex	- Recomenda-se um sanitário acessível para uma pessoa em cadeira de rodas com acompanhante, de sexos diferentes, possuindo espaço para troca de roupas na posição deitada, de dimensões mínimas de 0,80 m de largura por 1,80 m de comprimento e 0,46 m de altura; - Diâmetro mínimo: 3 cm e 4,5 cm; - Distância mínima da parede deve ser 4 cm;
Barras de apoio	- Localização: junto à bacia sanitária, na lateral e no fundo, com comprimento mínimo de 0,80 m, a 0,75 m de altura; - Deve ser instalada uma barra reta com comprimento mínimo de 0,70 m, posicionada verticalmente;
Bacias sanitárias	- Devem estar a uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado; - O acionamento da descarga deve estar a uma altura máx. de 1,00 m; - Dimensões mínimas dos boxes comuns: as portas mínimo de 0,80 m e conter uma área livre com no mínimo 0,60 m de diâmetro;
Boxes	- Dimensões mínimas dos boxes para chuveiro devem ser de 0,90 m por 0,95 m; - Dimensões mínimas dos boxes para bacia sanitária devem ter diâmetro livre de 1,50m;
Lavatórios	- Sua borda superior deve estar a uma altura de 0,78 m a 0,80 m do piso acabado.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

4.4.4 Código de Segurança e Prevenção contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte

Este código estabelece critérios para segurança contra incêndio no Estado do Rio Grande do Norte, visando garantir os meios necessários para o combate e evitando/minimizando a propagação do fogo, facilitando o socorro e evacuação dos usuários. O item a seguir expõe as exigências quanto aos dispositivos de proteção contra incêndio que variam de acordo com a classificação de cada edificação:

- **Classificação das edificações e exigências dos dispositivos de proteção contra incêndio**

De acordo com o código, as edificações residenciais unifamiliares ficam isentas das exigências por ele estabelecidas, independente da área construída. Desta forma, iremos tratar das edificações que configurem ocupação comercial, mista e pública, pois envolvem bares e restaurantes, representando assim o salão de festas na área de lazer do condomínio.

Quanto à classificação dos riscos, a Portaria Nº 191/2013 do Corpo De Bombeiros Militar do RN estabelece o uso da Instrução Técnica Nº 14/2004 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, onde se adotou o “risco baixo”.

Desta forma, foram identificadas no Quadro 3 as principais exigências quanto aos dispositivos de proteção contra incêndio para edificações de ocupação “comercial, mista e pública” e de “risco baixo” para edificações com altura entre seis e quinze metros e área construída inferior a 750 m².

Quadro 3: Exigências dos dispositivos de proteção contra incêndio

Prevenção móvel (extintores de incêndio);

Iluminação de emergência;

Sinalização;

Escada convencional.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Aliar os condicionantes levantados é imprescindível para que a proposta possa ser compatibilizada com todas as normas e legislações, simulações, dados quantitativos da água no local e conceitos levantados no referencial teórico. Percebe-se que existem algumas incompatibilidades da legislação com as recomendações bioclimáticas para o clima quente e seco, como por exemplo, a exigência de recuos, o que vai de encontro ao conceito da inércia térmica, já abordado anteriormente. Estas informações serão fundamentais em todas as etapas do projeto e irão nortear pré-dimensionamento e os primeiros estudos de implantação.

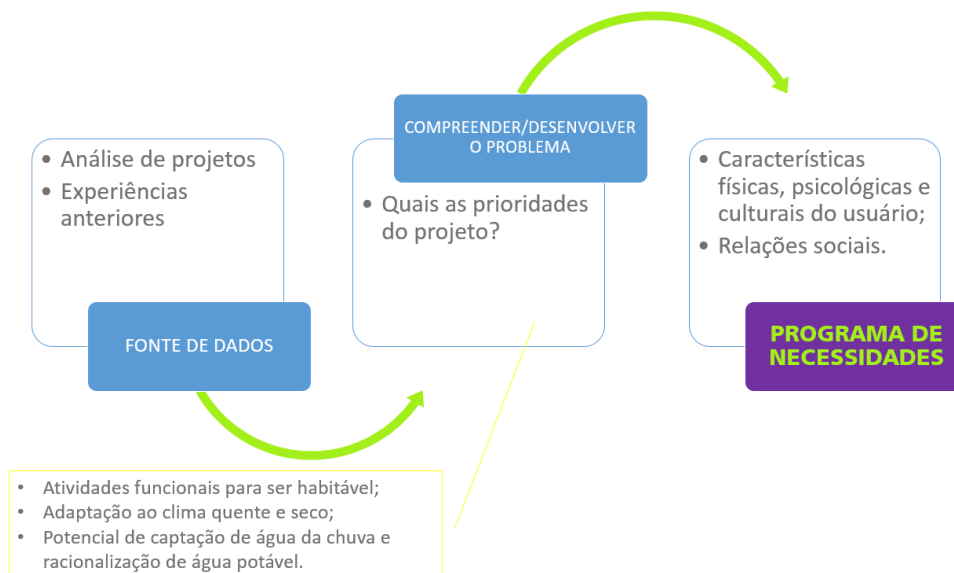
5 PROPOSTA

Com base nas referências levantadas e nos condicionantes projetuais determinados anteriormente, a evolução do processo de concepção da proposta se iniciou através do estudo das relações dos ambientes descrito no programa de necessidades e as primeiras soluções de projeto, com estudos de implantação e volumetria, insolação e fluxo de ventos no terreno.

5.1 METAPROJETO

Esta etapa prevê reflexão acerca de alguns pontos que irão fundamentar e justificar o produto final. A utilização de forma eficaz e funcional de um edifício é o resultado do conhecimento e análise das suas necessidades reais. Para isso se fez necessário construir uma fonte de dados, baseada em análises de projetos e referências anteriores, assim como procurou-se entender os usos e as práticas cotidianas nesses tipos de espaços. Desta maneira, buscou-se definir quais eram as prioridades do projeto: quais as atividades funcionais para que esses espaços se tornem habitáveis, como seria sua adaptação ao clima quente e seco e o seu potencial de captação de água da chuva e racionalização de água potável. Assim, desenvolveu-se o programa de necessidades e um pré-dimensionamento destes espaços, buscando seguir as características do usuário e mantendo suas relações sociais (Figura 50).

Figura 50: Esquema de desenvolvimento do programa de necessidades

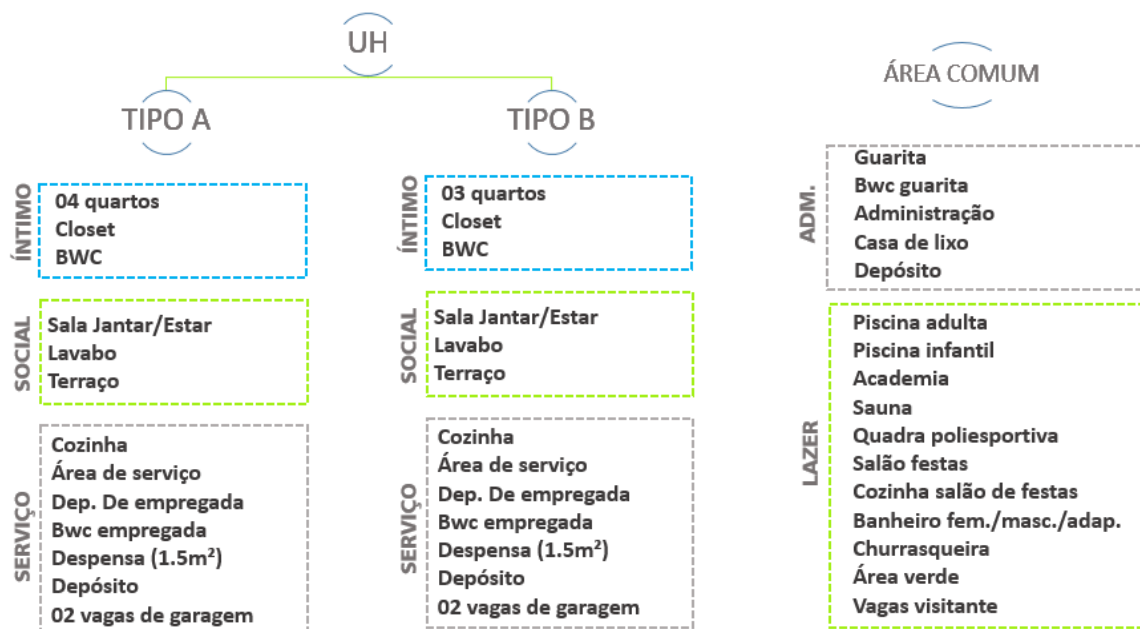


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

O programa de necessidades é um instrumento do processo projetual cujo objetivo é elencar as exigências dos usuários no que diz respeito ao uso dos espaços de uma edificação a ser projetada, levando-se em consideração o contexto em que ele está inserido, as condições, requisitos e objetivos que o mesmo deve atender. Com a finalidade de defini-lo de forma setorizada, dividiu-se o programa em duas partes: as unidades

habitacionais (UH) e a área comum do empreendimento. As unidades se apresentam em duas tipologias, com três dormitórios (Tipo 1) e com quatro dormitórios (Tipo2), conforme mostra a Figura 51.

Figura 51: Programa de necessidades da proposta



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

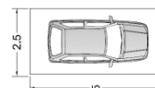
Conforme a definição do programa de necessidades, estudos de referências e dos parâmetros fornecidos pelos condicionantes legais, elaborou-se um pré-dimensionamento dos espaços que compõem este projeto, no intuito também de determinar qual seria a área total da proposta (Tabela 13).

Tabela 13: Pré-dimensionamento dos ambientes

		UH					
	AMBIENTE	OBSERVAÇÕES	CARACTERÍSTICA	OCUPAÇÃO	EQUIPAMENTOS	LAYOUT	ÁREA (m²)
ÍNTIMO + SOCIAL	QUARTOS	código de obras: min 9m²	Aconchegante/Silencioso Agradável/Confortável	2	Cama king 2x2; criado mudo, móvel tv		15 X 4= 60
	CLOSET	código de obras: min 1m²	--	1	Armário 4 portas		3 X 4=12
	BWC	Código de obras: mínimo 1m² por peça. Área mínima 1.5m²	--	1	Vaso sanitário, cuba e chuveiro		3 X 4= 12
	SALA JANTAR/ESTAR	Código de obras: Estar min 8m² /Jantar 6m²	--	8 pessoas jantar/ 6 pessoas estar	Mesa para 8 pessoas, aparador, sofá, poltronas, móvel TV		40
	TERRAÇO	--	Integrado com área verde	10	Bancada gourmet com ponto de água, mesa e conjunto de sofá com poltrona		25
	LAVABO	Código de obras: não pode ter relação direta para copas, cozinha e sala	--	1	Vaso sanitário e cuba		2

SERVIÇO

COZINHA	Código de obras: min 4m ²	Acesso área social/serviço	5	Cuba, geladeira, freezer, armários, mesa para 5 lugares	15
ÁREA DE SERVIÇO	Código de obras: min 4m ²	Acesso cozinha/garagem	1	Tanque, máquina de lavar roupas e armários	4
DEP. DE EMPREGADA	--	--	1	Cama solteiro e armário	4
BWC EMPREGADA	Código de obras: min 1.5m ²	--	1	Vaso sanitário, cuba e chuveiro	1,5
DESPENSA (1.5m ²)	--	Salubre	--	Prateleiras	1,5
DEPÓSITO	--	Salubre	--	Livre	1,5
02 VAGAS DE GARAGEM	CÓDIGO DE OBRAS: habitação com mais de 35m ² prever no min. 10m ² de garagem	Acesso social/serviço	--	Torneira	12,5 X 2 = 25
ÁREA TOTAL ESTIMADA					TIPO A 203,5 TIPO B 182,5



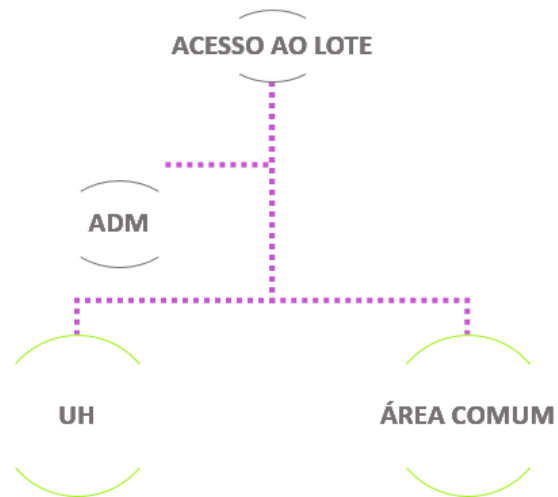
ÁREA COMUM

AMBIENTE (M ²)	OBSERVAÇÕES	CARACTERÍSTICA	OCUPAÇÃO	EQUIPAMENTOS	LAYOUT	ÁREA (m ²)
GUARITA		Visualização rua x acesso	1	Bancada tv e cadeira		4
BWC GUARITA	Código de obras: 1m ² por peça	--	1	Vaso sanitário e cuba		2
ADMINISTRAÇÃO	--	--	1	Mesa e 3 cadeiras		4
CASA DE LIXO	Área com separação dos lixos inorgânicos e orgânicos. Código de obras: contato com o exterior, revestido de material liso, impermeável e resistente a lavagem.	--	--	3 recipientes de lixo		3
PISCINA ADULTA	Módulo de uma pessoa de braços abertos (diâmetro de 1.75m COM ÁREA DE 2.4m ²)*	Incidência de sol	25	Área molhada (espelho de água de 30cm) e lava pés (espelho de água 30cm e largura de 40cm).		60
PISCINA INFANTIL	Módulo de uma pessoa de braços abertos (diâmetro de 1.75m COM ÁREA DE 2.4m ²)*	Incidência de sol controlada	6	--		16
ACADEMIA	--	Bom desempenho acústico e iluminação adequada	13	03 esteiras, 02 bicicletas, 08 equipamentos (cross over, puxador, leg press, aduntor/abduntor, e entre outros), bebedouro.		70
SAUNA	Módulo de uma pessoa de braços abertos (Comprimento de 2m)*	Versão a vapor funciona com um gerador de vapor, elétrico, a gás ou a lenha.	6	Bancos em alvenaria (em dois níveis), ponto de água		8
QUADRA POLIESPORTIVA	Padrão: 16m de largura e 27m de comprimento	--	--	--		432
SALÃO FESTAS	Modulo de mesa utilizado para 8 lugares com 9m ² considerando circulação lateral	Bom desempenho acústico e iluminação adequada.	80	10 mesas para 8 pessoas		90
COZINHA SALÃO DE FESTAS	--	Apoio ao salão e churrasqueira.	1	Fogão 6bocas, bancada cuba, geladeira e freezer horizontal		4
BANHEIRO FEM/MASC/ADAP	NBR 9050: deve ter pelo menos 01 peça de cada wc adaptada(dimensão mínima 1,50x170m). Considerar 212 m ² de área comum e 1m ² por peça	--	10	04 vasos; 2 mictórios, 2 chuveiros; 2 cubas		10
CHURRASQUEIRA	Modulo de mesa utilizado para 8 lugares com 9m ² considerando circulação lateral	--	32	Bancada com cuba, churrasqueira e 4 mesas		40

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

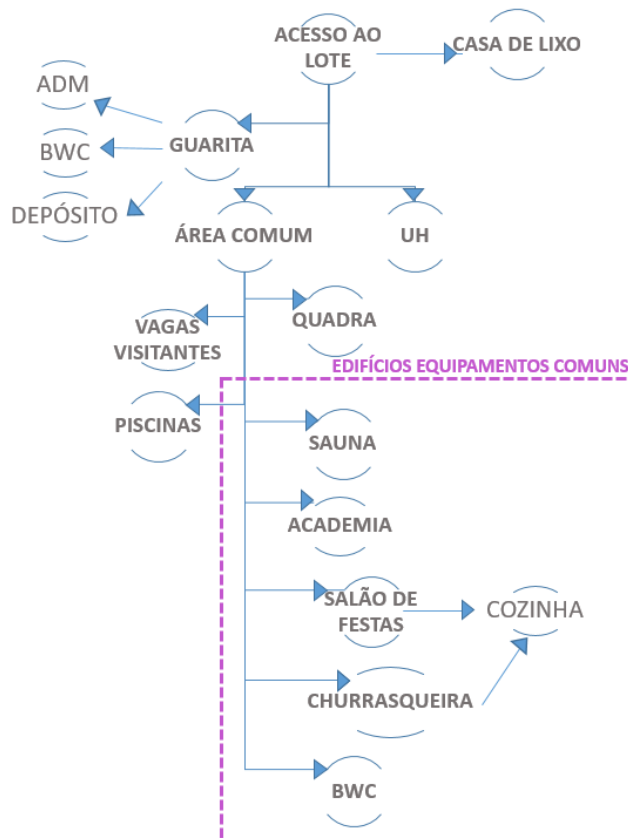
Para verificar as possíveis relações entre os elementos do programa de necessidades, elaborou-se um organograma dos setores do empreendimento, um fluxograma e uma matriz de relações da unidade habitacional (Figura 52, Figura 53 e Figura 54).

Figura 52: Organograma da proposta



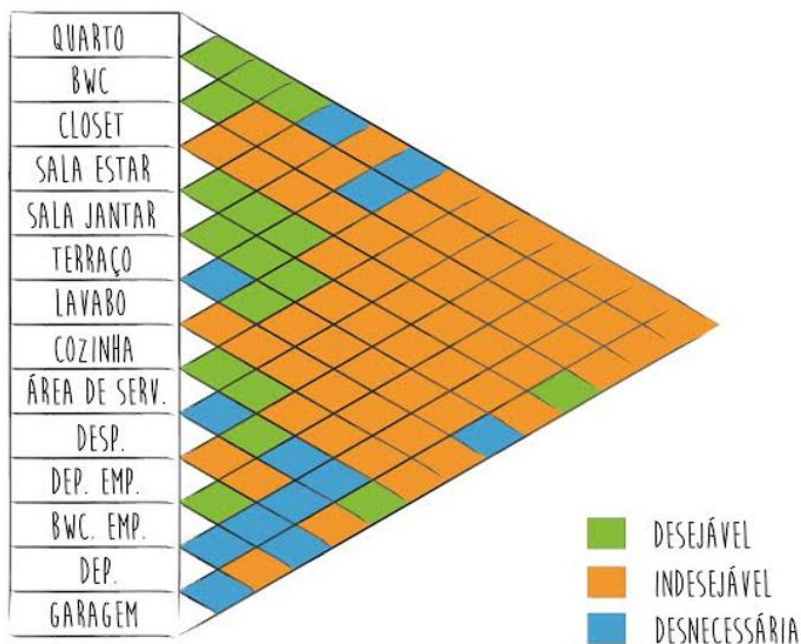
Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 53: Fluxograma da proposta



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 54: Matriz de relações das unidades habitacionais

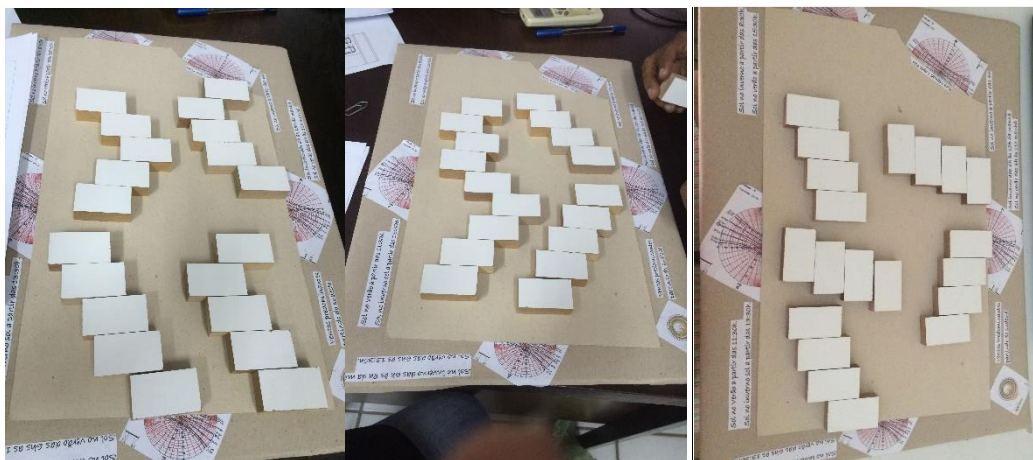


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

5.2 EVOLUÇÃO DA PROPOSTA

No intuito de desenvolver as primeiras propostas para o loteamento, foram realizados estudos por meio de uma maquete física, onde cada bloco representa os lotes com um gabarito correspondente a dois pavimentos. Com base nos estudos de pré-dimensionamento dos ambientes, foram consideradas 20 unidades habitacionais/lotes distribuídas no lote, de modo que as edificações fossem dispostas na parte posterior do terreno, prevendo a necessidade de doação de 15% da área ao poder público (Figura 55).

Figura 55: Foto do estudo de implantação/massa em maquete física

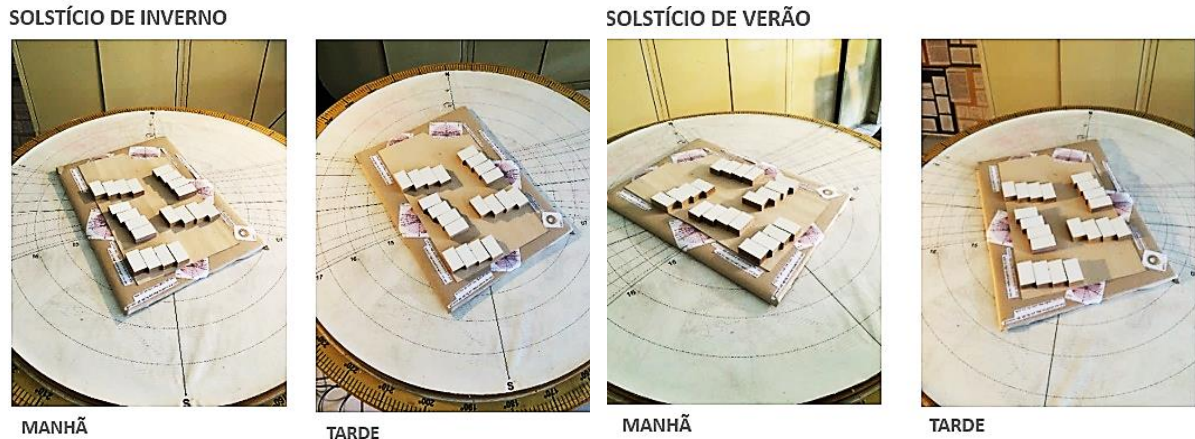


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Dentre algumas das recomendações para o clima quente e seco, a criação de um pátio interno foi o grande norteador deste estudo, de modo que os lotes foram dispostos na periferia da gleba, criando uma área

interna para os equipamentos comuns. Afora, o escalonamento dos lotes e consequentemente das edificações criam superfícies irregulares como forma de amenizar os efeitos da radiação e acaba gerando um efeito de sombreamento entre os edifícios, como mostra a simulação realizada com o Heliodon na Figura 56.

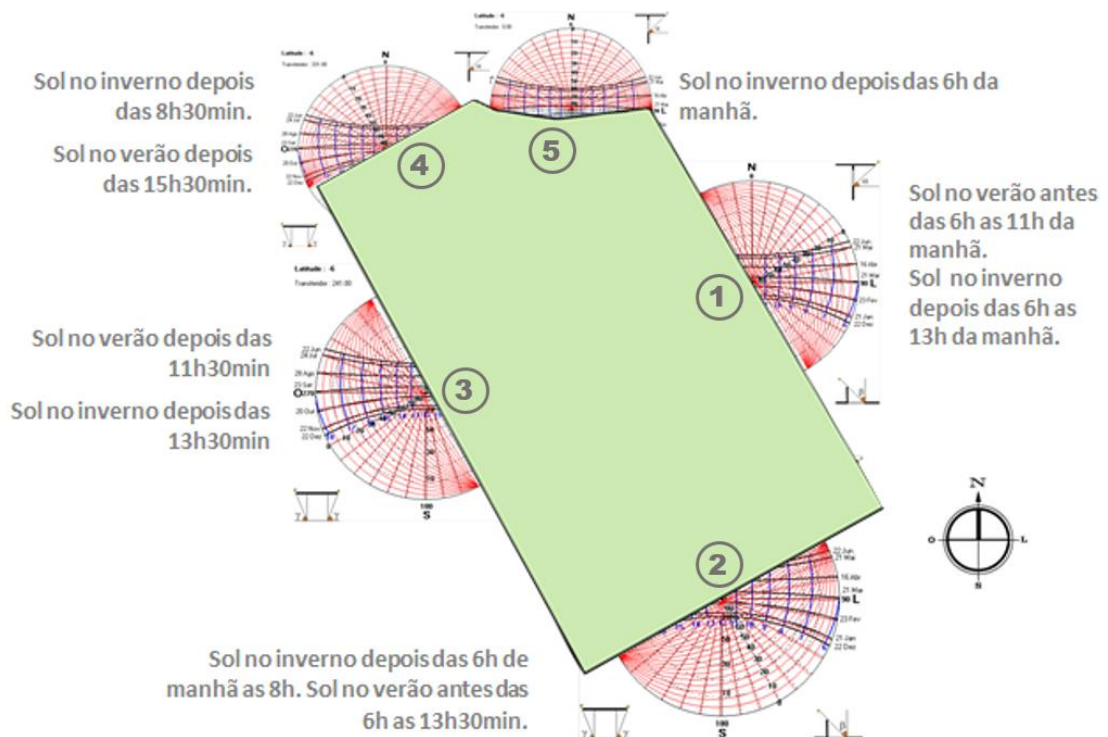
Figura 56: Mosaico de fotos - Simulação no Heliodon



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

A simulação faz comparação do solstício de inverno e verão, no período da manhã e tarde. Observa-se que a incidência solar durante a manhã é maior na testada 1 no inverno e na testada 2 no verão, enquanto que no período da tarde a incidência do sol é maior na testada 3 no inverno, e nas testadas 4 e 5 no período do verão (Figura 57).

Figura 57: Esquema do estudo de incidência solar no terreno

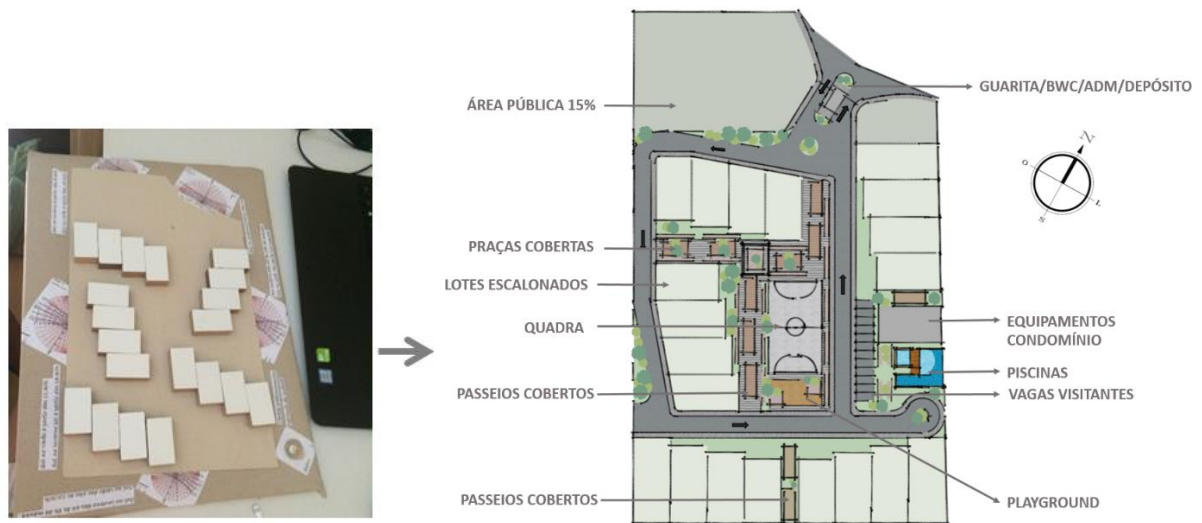


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Diante desta análise, percebeu-se que a disposição dos lotes no seu sentido longitudinal nas direções leste/oeste ou norte/sul seria satisfatória desde que as fachadas de maior permanência, que abrigariam a área íntima e social das unidades, ficassem voltados para o leste ou sul, na medida em que a temperatura entre o inverno e verão não apresentam variação significativa e uma disposição pegaria mais sol em uma das fachadas no verão e a outra pegaria no inverno.

A partir destas definições a ideia de criação de um pátio central e o escalonamentos dos lotes evoluiu para a proposta mostrada na Figura 58, onde um dos blocos foi levado para a testada sul do lote criando-se uma área interna maior e promovendo uma melhor circulação das vias internas de automóveis e passeios. Apesar da escala urbana do pátio, o mesmo atende aos princípios dos pátios utilizados nas habitações do clima semiárido, remetendo à arquitetura vernacular das casas na região.

Figura 58: Esquema da evolução da proposta de implantação

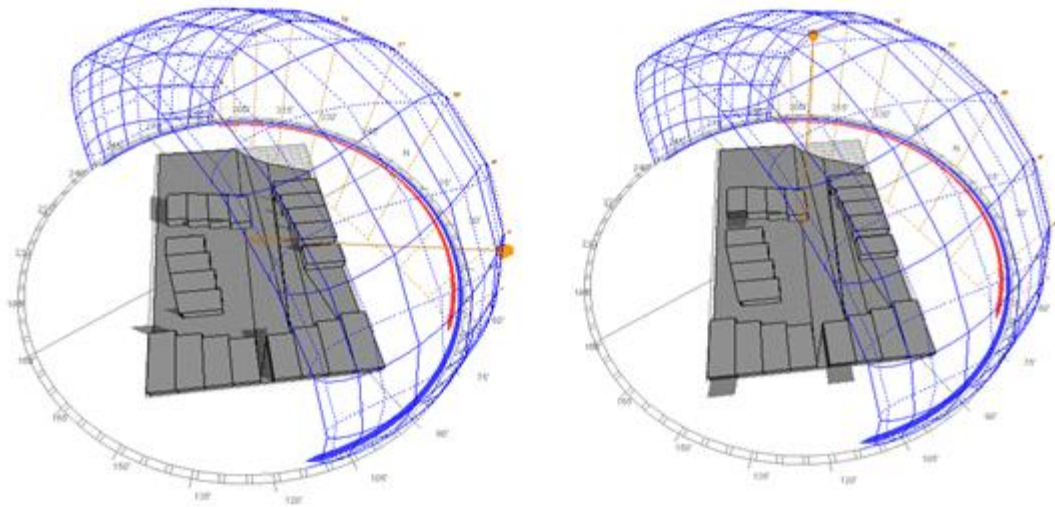


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

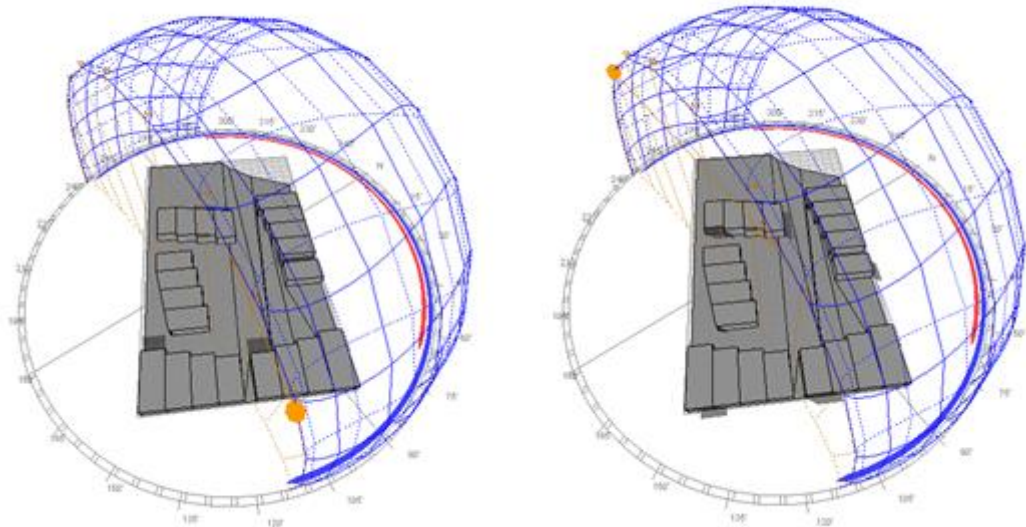
Diante da nova proposta de implantação foram realizadas simulações no software ECOTEC (2011) mostrando os solstícios de verão e inverno. Os resultados pouco diferem dos resultados analisados anteriormente no Heliodon, devido a mudança apenas em uma das quadras do loteamento (Figura 59). A análise mostra que a mudança desta quadra não irá sombrear a área de lazer, que contempla as piscinas e onde é desejado sol durante todo o dia e o sombreamento de mesas e cadeiras ou até mesmo de alguma porção das piscinas pode ser realizado com artifícios como o uso de vegetação ou guarda-sol.

Figura 59: Simulação da incidência solar no software Ecotec

Solstício de verão - Manhã/Tarde



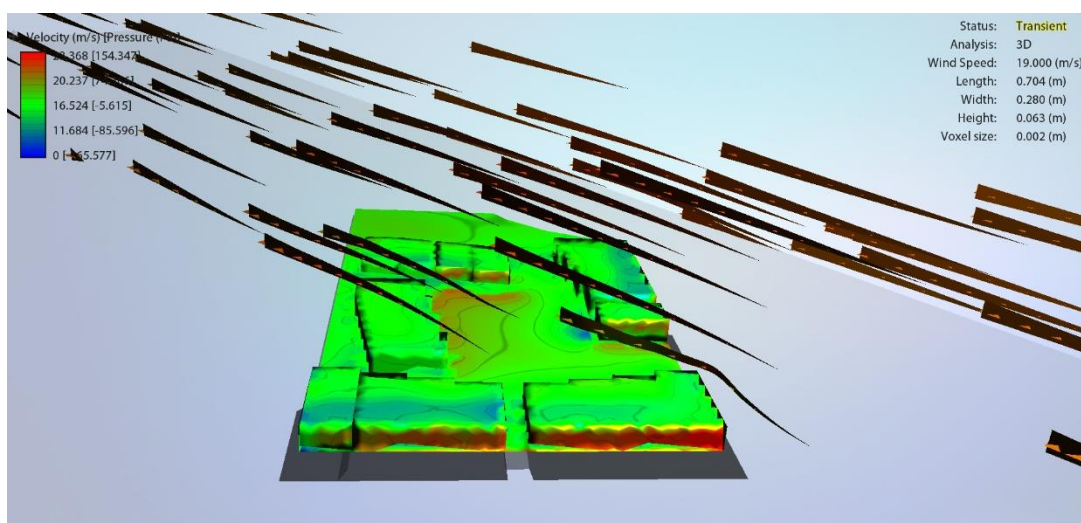
Solstício de inverno - Manhã/Tarde



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

A análise do fluxo de ar ao redor de edifícios, no software Flow Design (2014), onde se considerou para o município a velocidade do vento de 10m/s, acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (2016). A Figura 60 mostra que a configuração das quadras, formando um pátio interno, protege esta área dos ventos quentes e secos da região, onde a maior pressão se encontra nas fachadas voltadas para leste/sul de onde parte os ventos predominantes, marcadas pela cor vermelha na imagem.

Figura 60: Tela de simulação do fluxo de ar



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Paralelamente a estes estudos e simulações foram sendo desenvolvidas as plantas baixas das unidades habitacionais (UH). Conforme mostrou o programa de necessidades e o pré-dimensionamento as unidades diferem no número de dormitórios, sendo o Tipo 1 apresentando 3 dormitórios e o Tipo 2 apresentando 4 dormitórios.

Para a disposição dos ambientes, foi elaborado um zoneamento das áreas íntimas, serviço, social, área molhada e pergolados para embasar os primeiros estudos das plantas baixas. Buscou-se por manter os ambientes de maior permanência voltados para as fachadas leste/sul do terreno, que seriam dispostos no fundo do lote, no intuito de preservar a área social voltada para os pátios internos do condomínio ou recuos dos terrenos, ao invés de voltadas para as vias, mantendo a privacidade e afastando estas áreas do acesso de veículos e pedestres e consequentemente do ruído.

Desta maneira, o terraço e a maioria dos dormitórios ficaram voltados para o fundo dos lotes, enquanto que o acesso da edificação pode ser feito pela sala de estar ou área de serviço que dão acesso à via. A sala de estar e jantar são integradas com o terraço e sombreadas pela cobertura da garagem na fachada frontal, que recebe o sol poente. A Figura 61 e Figura 62 mostra o estudo de zoneamento e uma primeira proposta das plantas baixas das duas tipologias.

Figura 61: Planta Baixa e Zoneamento – Tipologia 1



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 62: Planta Baixa e Zoneamento- Tipologia 2



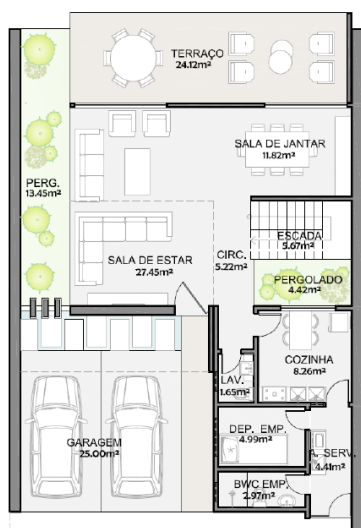
Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Por se tratar de edificações contíguas e estreitas conforme as recomendações levantadas para o clima quente e seco, uma maneira de promover a ventilação internamente evitando a excessiva luminosidade foi a criação de pátios internos, que também ajudam a manter a umidade interna dos ambientes. Dois pátios internos foram dispostos na planta: um deles posicionado em toda extensão de uma das fachadas laterais e margeando a sala; e o outro próximo a escada, ajudando na ventilação e iluminação da cozinha. Este pátio disposto na fachada lateral irá protegê-la nas extremidades das quadras. O acesso de pedestres foi disposto próximo a garagem, com um espelho d'água entre a edificação e as vagas de veículos.

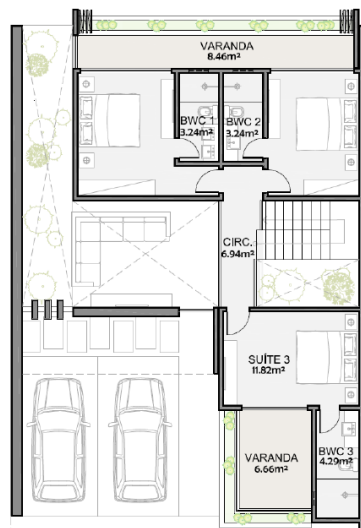
No decorrer dos estudos as plantas das unidades sofreram modificações para se ajustarem a volumetria estudada para a fachada (Figura 63). O estudo da volumetria procurou diferenciar as tipologias pelas fachadas dos fundos, que ficaram voltadas para o pátio interno do condomínio. Para dar este efeito, criou-se uma volumetria diferente no andar superior, que corresponde as varandas dos dormitórios, sendo o Tipo 1 com a varanda reta sacando do volume de concreto e o Tipo 2 a varanda se apresenta enviesada. Para o controle das aberturas foi proposto o uso de painéis articulados, que promovem a flexibilidade da fachada, podendo as varandas estarem totalmente abertas ou fechadas conforme as necessidades dos usuários (Figura 64 e Figura 65). No peitoril das varandas foram criados jardins abaixo da circulação dos painéis, para também promover umidade do ar que entra nos ambientes (Figura 66).

Figura 63: Mosaico de imagens - Evolução da proposta das UH

TIPOLOGIA 1 – 257.52m²

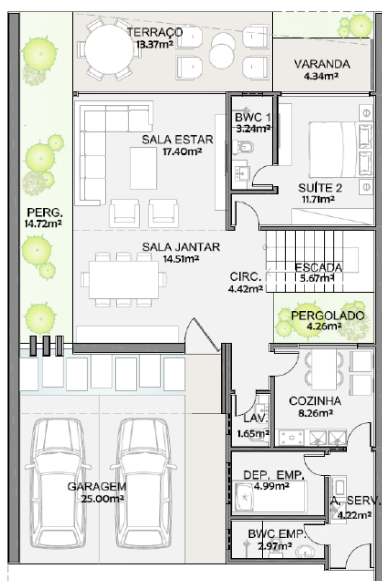


TÉRREO – 169.91m²

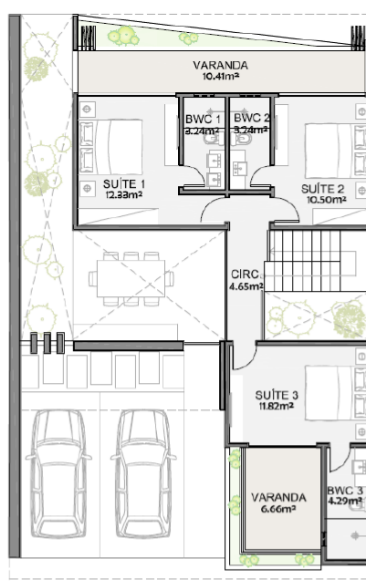


PAVIMENTO SUP. – 87.61m²

TIPOLOGIA 2 – 279.75m²



TÉRREO – 174.28m²



PAVIMENTO SUP. – 106.47m²

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 64: Mosaico de imagens - Estudo de volumetria - UH Tipo 1



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 65: Estudo de volumetria – UH Tipo 2



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Figura 66: Esquema painéis articulados e jardineira



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Além do concreto, nestes primeiros estudos fez-se o uso da madeira e vidro nas esquadrias e revestimentos. Na fachada frontal, também foram utilizados pedra natural, mantendo os tons de cinza e marrom. Foram utilizados pérgolas horizontais nos pátios e verticais no fechamento da fachada posterior (Figura 67).

Figura 67: Fachada posterior UH



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Pensando-se na questão dos reservatórios de água e como seu volume poderia ser escondido na fachada, fez-se um outro estudo criando um novo pavimento que abrigaria um solário na fachada posterior e esconderia os reservatórios que ficariam por trás deste ambiente. Assim, esta cobertura poderia captar a água chuva e encaminha-la diretamente para os reservatórios, sem a necessidade de recalque, como mostra na Figura 68.

Figura 68: Volumetria com proposta de um novo pavimento na unidade habitacional

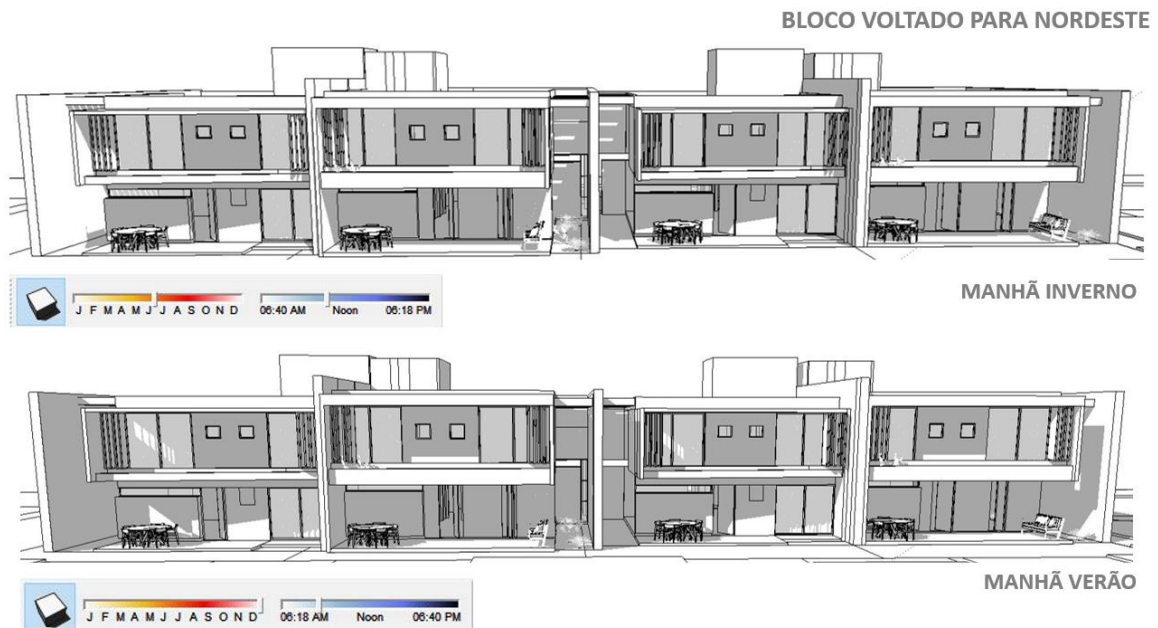


Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Contudo, percebeu-se que o solário seria um ambiente ocioso e a área destinada aos reservatórios seria pequena para o armazenamento da água da chuva, o que levou a eliminação desta proposta. Como a radiação solar é um dos mais importantes fatores para o ganho térmico nos edifícios, procurou-se reduzir as aberturas da proposta anterior no intuito de resguardar os ambientes, seguindo as recomendações para o clima quente e seco, ajudando a amenizar ofuscamento e quantidade de luz, que é intensa nesta região. Com a nova proposta de aberturas menores, foi feito um estudo da incidência solar na fachada posterior da edificação, onde estão voltados os ambientes de maior permanência, com uso software SkechtUp (2015), como mostra a Figura 69.

Figura 69: Mosaico de fotos - Estudo de incidência solar nas unidades habitacionais





Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Dado que as quadras de lotes possuem orientações distintas, as simulações envolveram duas situações: a quadra voltada para sudeste e nordeste. Nas quadras voltadas para o sudeste o sombreamento das aberturas ocorre por volta das 7:30 horas no inverno e no verão por volta das 10 horas, como mostra a legenda onde as letras indicam as iniciais dos meses e ao lado o horário da simulação (entre as 6:18h as 18:40h). Já nas fachadas voltadas para o nordeste o sombreamento ocorre por volta das 10:30 no inverno e no verão por volta das 9 horas. Esta simulação mostra que as fachadas recebem sol nas primeiras horas do dia quando a temperatura é mais amena e ficam todas sombreadas por volta das 10:30.

Para a implantação da quadra poliesportiva no pátio interno, foi estudado o impacto de uma solução coberta para esta área, contudo, mesmo adotando-se uma estrutura delgada, a visibilidade e a integração das unidades habitacionais com restante do condomínio seria prejudicada (Figura 70). Afora, considerou-se dois pontos: (i) uso deste equipamento seria feito predominantemente em horários de pouca ou nenhuma incidência solar, como final da tarde e noite; (ii) os canteiros estão dispostos entre a quadra e as unidades habitacionais de modo a resguardar as edificações desta parte sem cobertura. Posto estas questões, optou-se pelo uso da quadra como um espaço livre e que não tivesse tanto impacto visual na proposta e não desempenhasse uma barreira visual para as unidades.

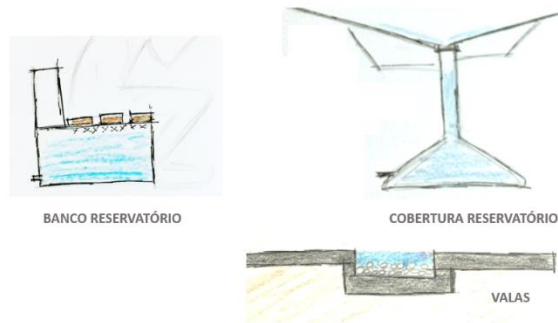
Figura 70: Volumetria com proposta de cobertura para a quadra



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Algumas primeiras ideias de captação de água da chuva nas áreas comuns do condomínio surgiram no caminhar do desenvolvimento dessa proposta, como a utilização do mobiliário das áreas comuns para captação da água da chuva, de forma que pudesse servir para rega de plantas e manutenção dos espelhos d'água (Figura 71).

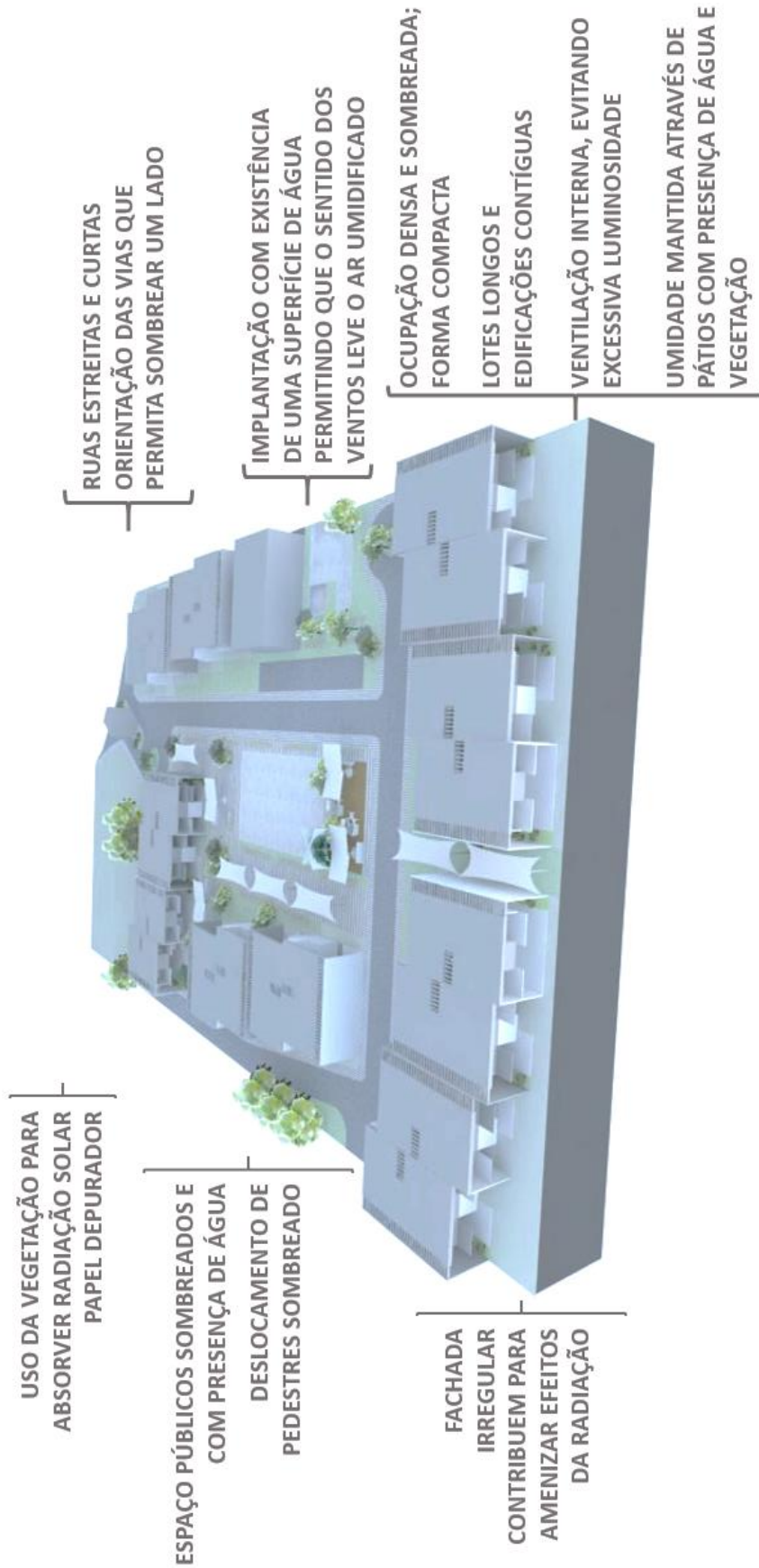
Figura 71: Primeiras ideias para captação de água da chuva através mobiliário



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

A Figura 72 mostra uma síntese com as principais recomendações para o clima quente e seco que embasaram a proposta de implantação, além da disposição de um estudo do agrupamento das unidades e o resultado do escalonamento das suas fachadas.

Figura 72: Esquema da implantação e recomendações para o clima quente e seco



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

5.3 PROPOSTA ARQUITETÔNICA

Este estudo preliminar mantém a proposta que contempla 20 lotes, apresentando duas tipologias de unidades habitacionais, conforme mostrado na evolução da proposta no item anterior, com 15% da área do terreno (2.126,64m²) doados ao poder público, que serão destinados a equipamentos públicos - como posto policial, praças, centro comunitário e entre outros – cujo projeto não será abarcado neste trabalho.

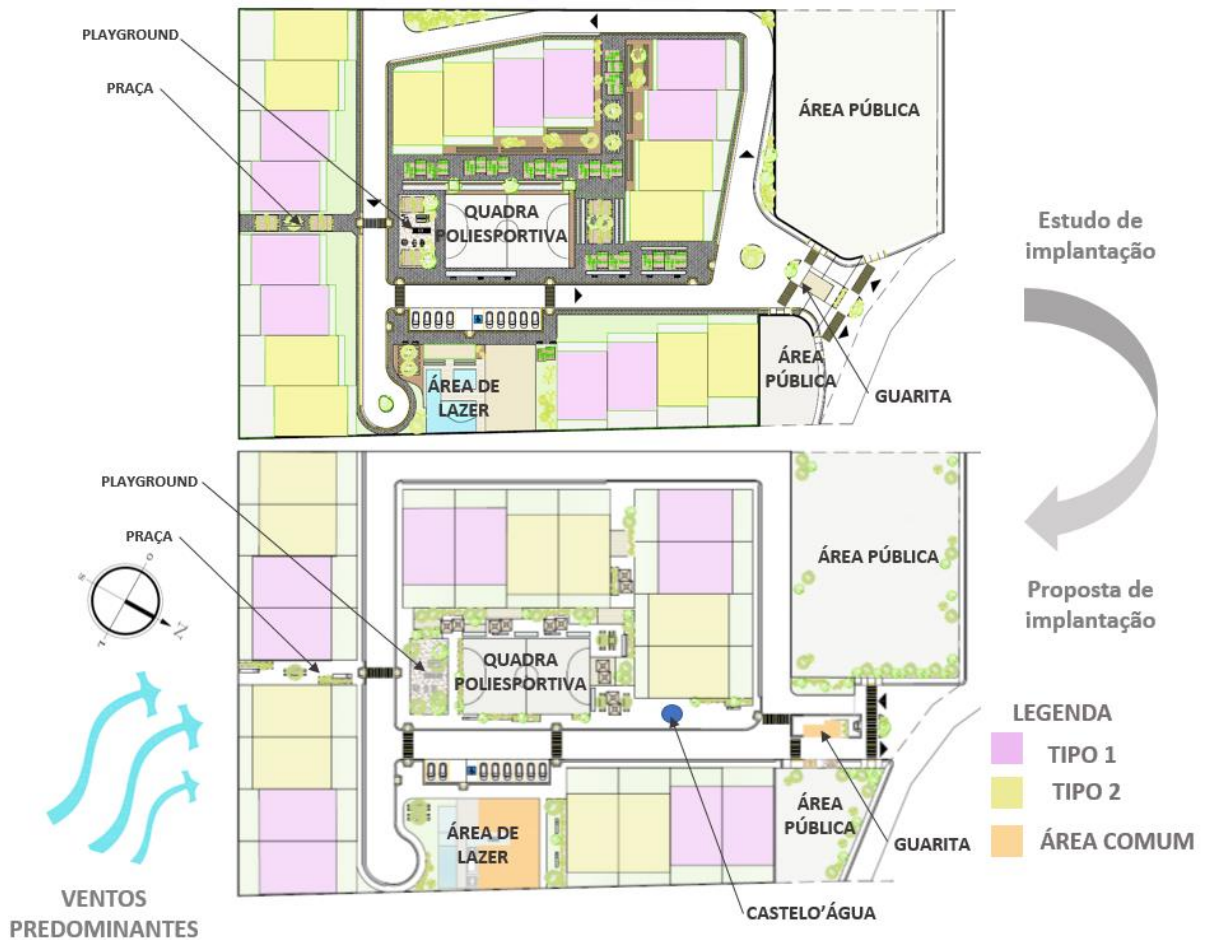
A proposta conservou mais que 20% da área permeável do terreno, importante para manter o ciclo da água e a recarga do lençol freático. Obedeceu-se aos 12% exigidos de área verde, a densidade habitacional corresponde a 67 habitantes por hectare e no que se refere aos equipamentos comuns, estes correspondem a 1756,24m² da área total.

A implantação final do empreendimento sofreu algumas modificações no decorrer de seu desenvolvimento possibilitando a implantação dos reservatórios inferiores das UH: eliminou-se o escalonamento dos lotes em planta, o que resultou no desenho mais regular das vias e passeios, e a padronização de seus tamanhos, 25 metros por 11 metros, resultando uma área de 275 m² - com exceção das quadras “E” e “D” que sofrem variação de seus tamanhos devido a irregularidade dos limites do terreno do condomínio.

Os acessos ao condomínio, assim como o bloco de edifício que abriga a guarita foi reposicionado melhorando o desenho das vias e acessos de pedestres. A churrasqueira que antes ficaria em um bloco independente próximo à piscina, foi levada para o mesmo edifício do salão de festas e academia, formando um bloco único dos equipamentos comuns.

Com relação à disposição das unidades habitacionais (UH), seu escalonamento foi definido de acordo com agrupamento de unidades do mesmo tipo dentro da quadra. As quadras são compostas por quatro lotes, que recebem dois lotes do tipo 1 e dois do tipo 2, agrupados entre si. A Figura 73 mostra de forma esquemática a implantação e o agrupamento das unidades habitacionais (Tipo 1 e Tipo 2) e a evolução da proposta final.

Figura 73: Implantação do condomínio



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

Como é possível observar na implantação acima, o pátio interno abriga a quadra poliesportiva, playground, os espelhos d'água, caminhos sombreados e o castelo d'água. O bloco de equipamentos da área comum permaneceu disposto próximo do limite do lote no sentido em que os ventos levam o ar umidificado das piscinas a uma grande parte do condomínio.

Para melhor detalhamento e descrição, a proposta será dividida nos itens a seguir:

5.3.1 Acessos

O acesso ao condomínio foi disposto entre as duas porções de área doada ao poder público e será feito pela entrada/saída de veículos e o acesso de pedestres através da guarita, onde também serão dispostos os vestiários, depósito e administração do condomínio (Ver Figura 74).

Figura 74: Acesso de veículos e pedestres



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

A entrada de veículos seguiu o sentido da via de acesso ao lote, Rua Manoel Lopes Filho. Foi utilizado o sistema de "gaiola" para veículos, sendo instalado, além do portão, uma cancela, impedindo o veículo de se movimentar ao fazer contato com a guarita.

Para possibilitar o acesso de viaturas do corpo de bombeiros, foi adotado a altura livre de 4,5 metros e largura do portão de 4 metros, enquanto que para as vias internas de circulação sua largura mínima foi de 6 metros, conforme dados retirados do Código de Segurança e Prevenção contra Incêndio e Pânico do Estado RN e da Norma de Procedimento Técnico do Corpo de Bombeiros do Paraná (2012), pois a legislação estadual não estabelecia estes parâmetros.

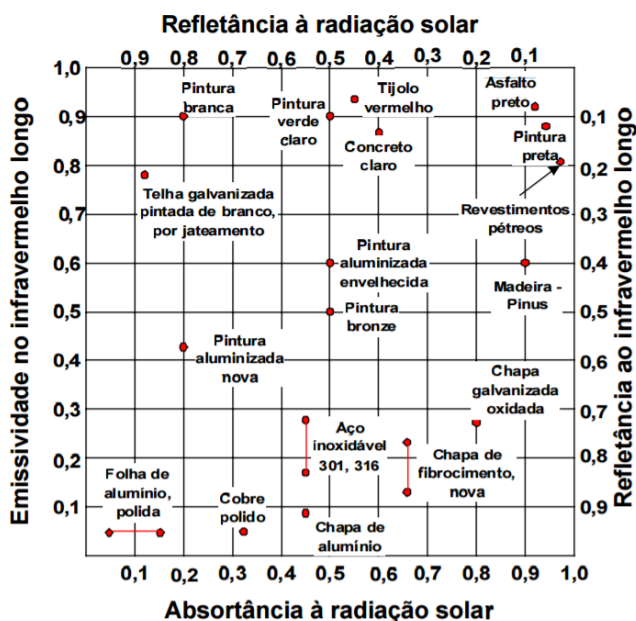
A circulação dos veículos nas vias internas é feita em torno da quadra central no sentido único e anti-horário. O passeio de pedestres acompanha as vias internas, respeitando a largura mínima livre de 1,20m e utilizando de piso tátil de alerta, rebaixamento de calçadas para acesso de pedestres e rebaixamento do meio-fio para acesso de veículos.

Como recurso para amenizar a absorção de calor pela pavimentação de vias e passeios e consequentemente reduzir o fluxo de calor emitido durante os horários mais quentes do dia, procurou-se adotar superfícies claras, capazes de refletir a radiação solar. Assim, para evitar o aquecimento provocado pelo uso de

asfalto, optou-se pelo uso de blocos intertravados de concreto, que são fornecidos em diversas cores e podem ser utilizados em tons mais claros para aumentar a refletância.

Como forma de comparação, entre o asfalto e o concreto claro, a Figura 75 mostra as propriedades radiantes no espectro da radiação solar e do infravermelho de materiais de construção, onde pode-se observar que a refletância do concreto claro é maior que o asfalto na cor preta, enquanto que sua absorptância é menor que a do asfalto. Sendo assim, o bloco de concreto claro armazena menos calor e aquece menos o ambiente.

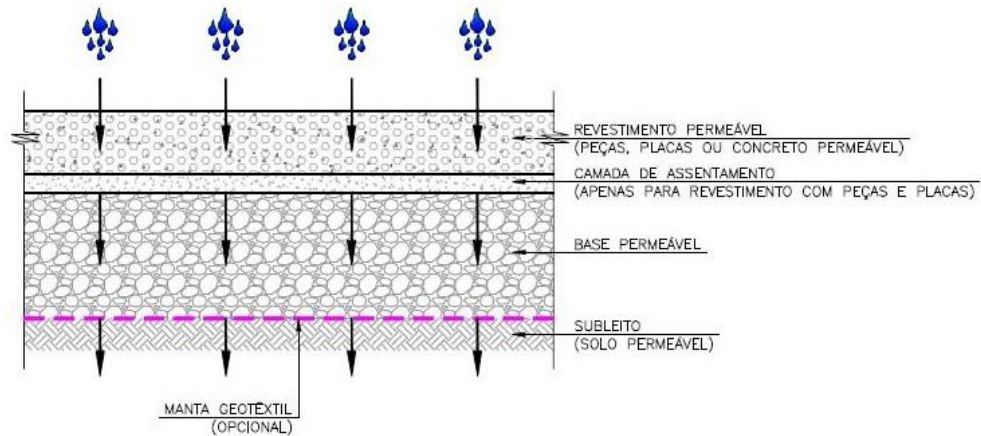
Figura 75: Propriedades radiantes no espectro da radiação solar e do infravermelho de materiais de construção



Fonte: http://www.labee.ufsc.br/antigo/arquivos/publicacoes/ENCAC03_1277_1284.pdf

O piso intertravado também é uma alternativa de pavimentação permeável, desde que toda a estrutura, do revestimento até a base e a sub-base, atenda ao mínimo de permeabilidade, o que implica em toda a estrutura não reter a água da chuva. Assim, a sua instalação irá funcionar como uma caixa de retardo para garantir que 100 % da água seja drenada pelo pavimento, de modo que, mesmo a região não apresentando grande volume de chuvas, esta solução possibilita que a água fique armazenada e posteriormente seja infiltrada no solo no caso de uma chuva de maior intensidade, proporcionando a recarga do lençol freático (Figura 76).

Figura 76: Corte esquemático

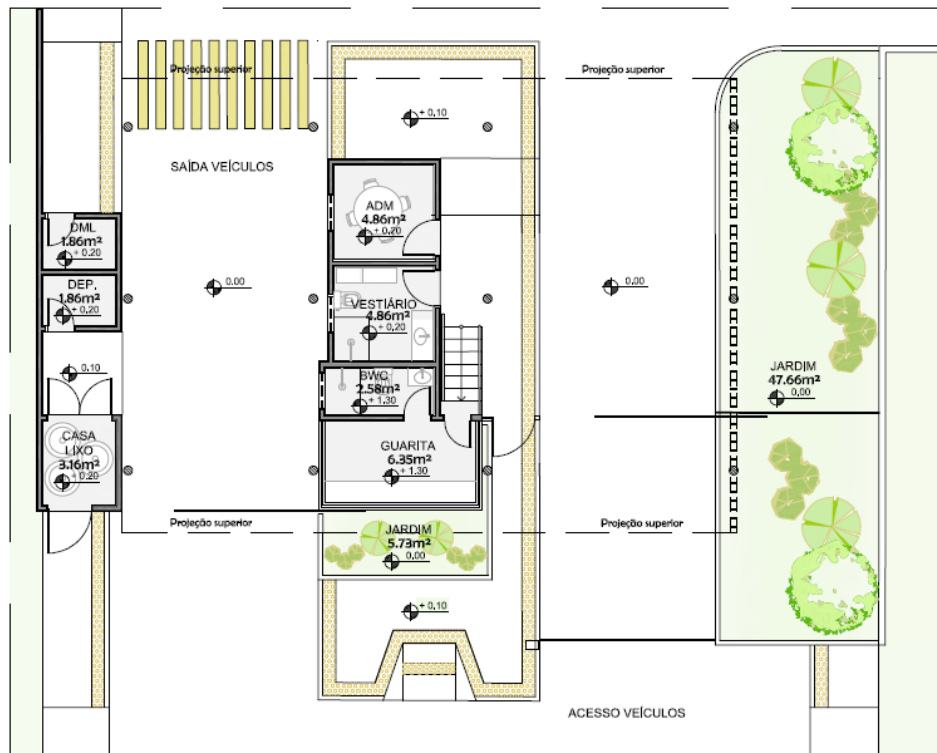


Fonte: <http://lpe.tempsite.ws/blog/index.php/pavimento-intertravado-e-sempre-permeavel/>

5.3.2 Blocos de edifícios da entrada do condomínio

Localizado entre os acessos de veículos, o bloco de edifício central, que abriga a guarita, banheiro, vestiário e administração, é delimitado de um lado por um jardim e por outro pelos blocos onde ficam a casa de lixo, depósito e DML (Figura 77).

Figura 77: Planta baixa da entrada do condomínio



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

O bloco de edifício central é coberto por uma grande laje inclinada, sustentada por pilares de secção circular que partem do jardim até a casa de lixo, depósito e DML. Esta cobertura ganha um fechamento no plano vertical que tem continuidade nos brises em madeira instalados entre os pilares, descendo até o jardim lateral, que por sua vez termina no limite do condomínio (Figura 78).

Figura 78: Volumetria da entrada do condomínio



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

No que se refere ao bloco central de edifícios, a guarita possui um banheiro próprio para facilitar a circulação do funcionário. Ambos os ambientes foram elevados 1,30m do piso, para ajudar na visibilidade e segurança da guarita, que é rodeada por janelas em vidro. O vestiário dos funcionários e administração estão elevados apenas 10 cm da calçada.

O DML, depósito e casa de lixo possuem esquadrias em alumínio anodizado na cor marrom e são revestidos com cerâmica na parte interna para facilitar a limpeza. A casa de lixo, por sua vez tem acesso no interior e exterior do condomínio para o recolhimento do lixo pela coleta pública.

A laje maciça inclinada que envolve o bloco de edifício, é acompanhada por uma telha metálica ondulada pintada na cor branca com inclinação de 5%. A pintura eletrostática da telha aumenta a resistência a intempéries e ação dos raios ultravioletas, além de que a cor branca contribui com sua característica reflexiva, absorvendo menos calor.

Para reduzir o fluxo de calor emitido pelo telhado, entre a laje e a cobertura prevê-se a utilização de uma manta térmica com barreira radiante, na qual é utilizado um material isolante térmico reflexivo, como mostra o exemplo na Figura 79, que ilustra uma manta de lã de vidro aglomerado por resinas sintéticas com revestimento aluminizado. Este tipo de manta é aplicada entre a estrutura e a telha, logo abaixo do ripamento, promovendo também uma maior proteção contra vazamentos e infiltrações de água, é resistente ao fogo e à proliferação de bactérias e fungos.

Figura 79: Mosaico de imagens - Manta térmica com barreira radiante



Fonte: <http://www.isover.com.br/construcao-civil/isolamento-termico-acustico-para-telhado/solarmaxxi>

Esta solução também foi adotada nas demais coberturas do projeto, de modo a garantir a transmitância e a capacidade térmica exigida pela norma de desempenho para edificações habitacionais, NBR 15575 (ABNT, 2013). O método de cálculo da transmitância térmica de coberturas é apresentado pela NBR 15220 (ABNT, 2003), que versa sobre o desempenho térmico de edificações e traz diretrizes construtivas para habitações, tabelando diversos dados necessários aos cálculos e mostrando os valores de transmitância e capacidade térmica de algumas tipologias mais usuais.


Desta forma para representar a solução escolhida, observou-se os valores referentes a uma cobertura em telha de fibrocimento com o uso de uma lâmina de alumínio polido e forro de laje mista que representa, dentre as tipologias trazidas pela NBR 15220, a situação que mais se assemelha ao que foi utilizado no projeto. Segundo a norma, esta cobertura atinge os valores de 1,09 W/(m².K) para a transmitância térmica (U) e 106 kJ/(m².K) para a capacidade térmica (CT).

Para esquematizar estas informações, o guia orientativo para atendimento à norma NBR 15575, da Câmara Brasileira da Indústria e da Construção (CBIC, 2013), mostra em tabelas os valores atingidos para cada solução adotada de acordo com a NBR 15220, relacionando a transmitância térmica e a capacidade térmica para cada alternativa de cobertura e a classificação do nível de desempenho - mínimo (M), intermediário (I) e superior (S). Seguindo este modelo, a Tabela 14 a seguir mostra as exigências correspondentes a Zona Bioclimática 7 para atendimento à norma NBR 15575.


Tabela 14: Transmitância e capacidade térmica da cobertura

Transmitância térmica (U) W/m ² K					Nível de desempenho
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8 ¹⁾		
U ≤ 2,3	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	M
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FV	U ≤ 1,5 FV	
U ≤ 1,5	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	I
	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	U ≤ 1,5 FV	U ≤ 1,0 FV	
U ≤ 1,0	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	S
	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	U ≤ 1,0 FV	U ≤ 0,5 FV	

¹⁾ Na zona bioclimática 8 considera-se atendido o critério para coberturas em telhas cerâmicas, mesmo sem a presença de forro.
Nota: O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220-3, em função das dimensões das aberturas de ventilação nos beirais, conforme indicações seguintes:



$FV = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04}$
 FV = Fator de ventilação;
 h = altura da abertura em dois beirais opostos, em centímetros.
 Obs.: Para coberturas sem forro ou com áticos não ventilados, Fv = 1.

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]
	Cobertura de telha de fibrocimento, lâmina de alumínio polido e forro de laje mista Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da laje: 12,0 cm R _{total} = 0,0900 (m ² .K/W) C _{T(0,05)} = 95 kJ/(m ² .K)	1,09	106

Fonte: CBIC, 2013/ ABNT, 2003/ Adaptado pela Autora, 2017

Como mostra a tabela acima, outra variável que deve ser considerada é absorvância à radiação solar (α), que relaciona a radiação solar absorvida por uma superfície e a radiação solar incidente sobre ela. Neste caso, como foi adotada uma telha com pintura branca, segundo a ABNT 15220 este valor corresponde a 0.20. O fator de ventilação (FV) também deve ser calculado utilizando a formula mostrada na tabela, chegando-se ao valor de 1, considerando que não existe altura entre os beirais e a laje. Desta forma, os valores encontrados mostram que a solução da cobertura atende ao nível intermediário de desempenho exigido pela NBR 15575 para a zona bioclimática correspondente.

É importante ressaltar que esta análise é apenas comparativa, pois os parâmetros fornecidos pela norma não retratam fielmente a solução adotada no projeto e por não possuir os dados de condutividade térmica dos elementos utilizados optou-se por analisar um modelo que mais se aproxima do que foi proposto. Considerando que a laje proposta neste projeto é do tipo maciça e com o uso da manta térmica com barreira radiante entre a telha e a laje, o desempenho da cobertura seria melhor devido a maior capacidade térmica destes componentes.

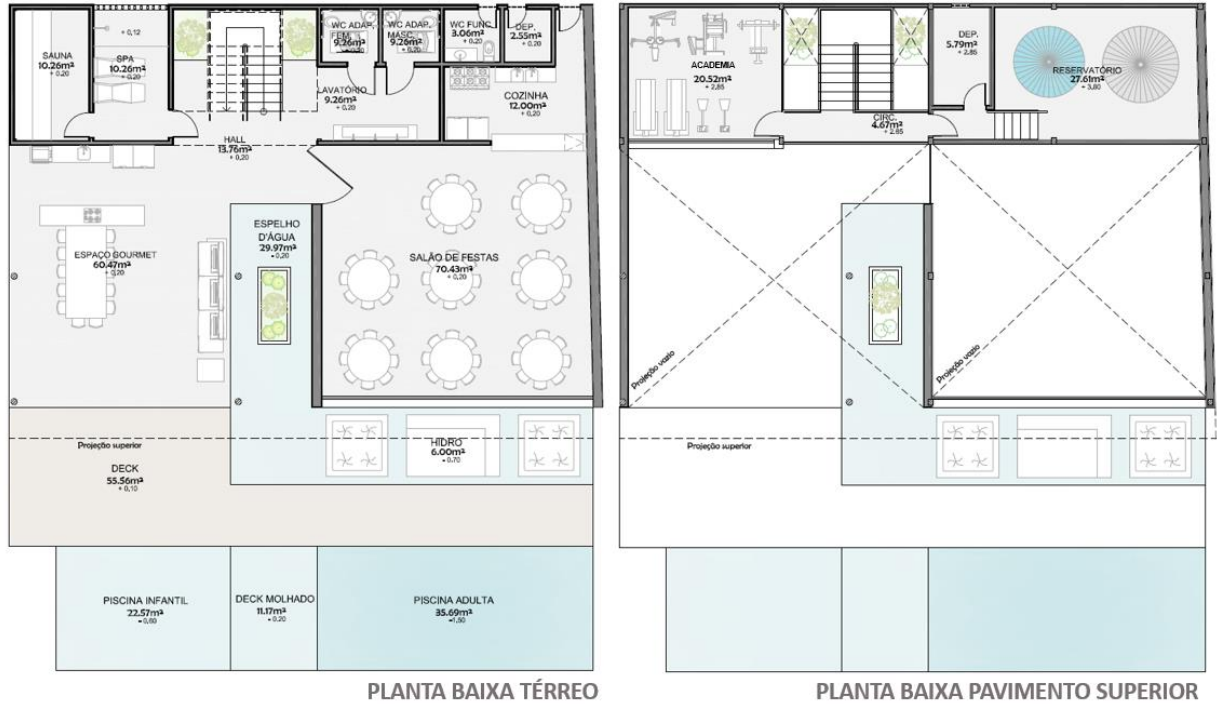
5.3.3 Área de lazer

O bloco de edificio de lazer se localiza junto as piscinas infantil e adulto. Para uni-las com o edificio pensou-se em um grande deck em madeira que leva o usuário da calçada a esta área de lazer. Este deck cruza as piscinas e dá acesso ao espaço gourmet, que será um lugar de reuniões em volta de uma cozinha com churrasqueira.

Passando pelo espaço gourmet o usuário chega ao hall que conduz a área de spa, banheiros, salão de festas e escada. O spa conta com uma área de banho, relaxamento e uma sauna. Os banheiros são adaptados e possuem uma área de lavatório externa. O salão de festas tem capacidade para 64 pessoas e possui uma

estrutura de cozinha, depósito e banheiro de funcionários, todos com entrada independente pela fachada posterior do prédio (Figura 80).

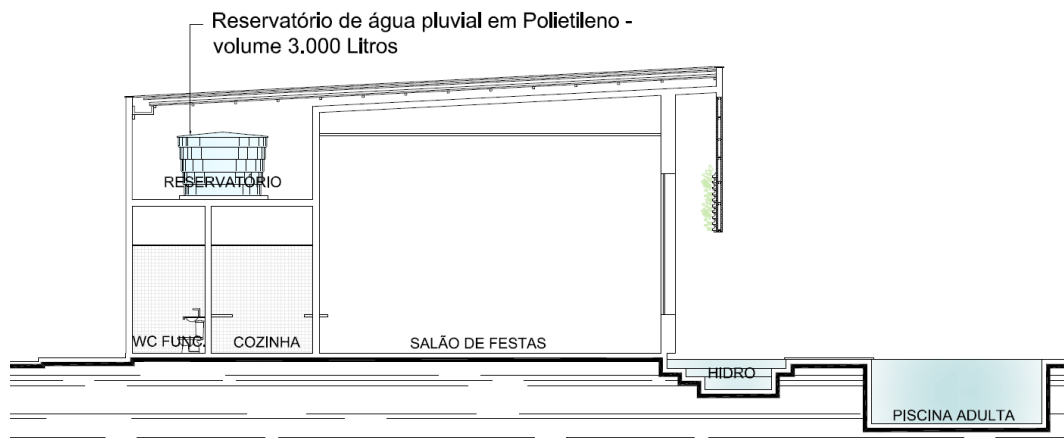
Figura 80: Planta baixa esquemática da área de lazer



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

No pavimento superior se localizam a academia, um depósito e os reservatórios de água pluvial e água potável. Esta solução elimina o volume da caixa d'água na fachada e como as áreas molhadas se localizam no pavimento térreo é possível dispor do reservatório no nível o segundo pavimento como mostra a Figura 81.

Figura 81: Corte esquemático dos reservatórios da área de lazer



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

O espaço gourmet e o salão de festas possuem um pé-direito duplo, o qual foi pensado para dar mais imponência ao edifício. Se beneficiando deste pé-direito, foi criada a integração da academia com o espaço

gourmet e a área da piscina. Já no salão de festas foi criado um pano de vidro que é protegido por uma estrutura metálica com placas cimentícias que formam um jardim vertical interno para o salão, além desempenhar o papel de um elemento sombreador desta abertura (Figura 82).

Figura 82: Volumetria do edifício da área de lazer



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

O jardim vertical é composto por módulos que recebem as espécies e são comumente encontrados em cerâmica, fibra de coco ou plástico. Estes módulos serão regados por um sistema de gotejamento, através de um dispositivo emissor colocado na tubulação de água que acompanha a disposição destes recipientes (Figura 83). Estes dispositivos emitem gotas para realizar a irrigação e uma das vantagens deste sistema é a possibilidade de variar o volume de água de acordo com cada espécie, respeitando a necessidade individual de cada planta.

Figura 83: Mosaico de imagens – Exemplo de irrigação por gotejamento



Fonte: <http://www.regatec.com.br/site/noticia.php?id=46>

Envolvendo o edifício foi criado um espelho d'água que abriga *futons*, uma hidromassagem e uma jardineira. Este espelho d'água desempenhará não só a função estética como também irá ajudar na umidificação do ar, como umas das recomendações para o clima quente e seco. O edifício foi recuado em sua base, para proporcionar uma sensação de leveza, dando a percepção de que o mesmo flutua sobre a água (Figura 84).

Figura 84: Mosaico de imagens – Detalhe da volumetria da área de lazer



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

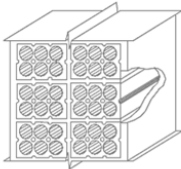
Para garantir um melhor desempenho das edificações, tanto no bloco da área de lazer como nas unidades habitacionais, adotou-se que as paredes externas seriam duplas com tijolos de 6 furos, assentados na maior dimensão e as paredes internas em alvenaria convencional, de modo a garantir a transmitância e a capacidade térmica exigida pela norma de desempenho para edificações habitacionais, NBR 15575.

Segundo a NBR 15220, esta solução atende aos requisitos para todas as zonas bioclimáticas, independentemente da cor das fachadas, que, por sua vez, implicaria na absorvência à radiação solar da superfície externa da parede.

Seguindo o esquema do guia orientativo da CBIC (2013), a Tabela 15, a seguir, mostra as exigências correspondentes a Zona Bioclimática 7 para atendimento à norma NBR 15575. As paredes duplas, propostas neste projeto, atinge os valores de 1,8 W/(m².K) na transmitância térmica (U) e 231 kJ/(m².K) na capacidade térmica (CT) das paredes externas.

Tabela 15: Transmitância e capacidade térmica das paredes externas

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α ^a ≤ 0,6	α ^a > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
a - α é absorvência à radiação solar da superfície externa da parede.		
Capacidade térmica (CT) kJ/m ² .K		
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7	
Sem requisito	≥ 130	

Transmitância térmica U	Descrição	U [W/(m ² .K)]	CT [kJ/(m ² .K)]
	 <p>Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 36,0 cm</p>	1,21	312

Fonte: CBIC, 2013/ ABNT, 2003/ Adaptado pela Autora, 2017

Para determinar a absorvência à radiação solar (α), considerou-se o valor aproximado de 0.3 para a textura de cimento queimado, tomando como base as cores mostradas na NBR 15220. Desta forma, atingiu-se

uma absorvância (α) menor que 0.6 e transmitância térmica (U) menor que 3.7, obedecendo ao nível mínimo de desempenho exigido.

5.3.4 Passeios, mobiliário, playground, quadra poliesportiva e castelo d'água

O desenho dos canteiros, espelhos d'água e a cobertura dos passeios foi repensado, contudo a ideia inicial da quadra e playground no centro do pátio interno foi mantida. Para o desenho dos canteiros, optou-se por linhas retas, que formam retângulos desencontrados e criam espaços verdes lineares ao longo do passeio.

Os passeios, por sua vez, vão preenchendo os espaços entre os canteiros. Foi feita a combinação de blocos intertravados de concreto e decks em madeira na paginação de piso, buscando dar descontinuidade e ritmo aos caminhos. Ao longo do percurso foram distribuídos espelhos d'água, que também terão papel de umidificador do ar (Figura 85).

Figura 85: Volumetria do pátio central do condomínio



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Para os espaços verdes, devem ser utilizadas espécies nativas da região do semiárido, que exigem pouca rega e manutenção em conformidade com o contexto ambiental, como por exemplo, árvores como aroeira, cumaru, oiticica e espécies de cactos e suculentas, por serem plantas capazes de armazenar água e utilizadas como plantas ornamentais.

No que se refere ao mobiliário urbano foram criados bancos em madeira com base em concreto que saltam do plano horizontal como mostra a Figura 86. Para o sombreamento dos passeios, foram pensadas estruturas em madeiras que remetem ao formato de um cone com coberturas tensionadas, formando uma espécie de membrana como mostra na volumetria a seguir. O playground será todo em areia com seus brinquedos em madeira. Foram previstas algumas árvores para promover o sombreamento durante o uso diurno.

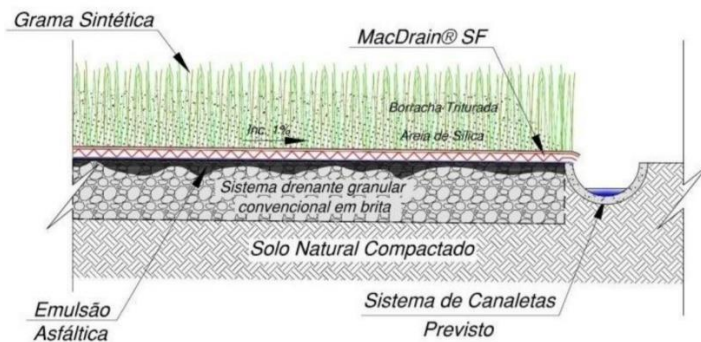
Figura 86: Volumetria dos passeios cobertos



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

A quadra poliesportiva ocupa grande parte do pátio interno, por isso a preocupação em ser uma área em que não houvesse grande demanda de água para rega de seu gramado e que também pudesse ser uma superfície de captação de água da chuva. Assim, adotou-se um sistema de grama artificial, por onde a água escorrerá entre os fios da grama sintética e será destinada a lateral do campo, onde serão conduzidas através de canaletas, como mostra a Figura 87.

Figura 87: Corte esquemático do sistema de drenagem da quadra poliesportiva



Fonte: <http://igsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2015/07/CCO-2104-Um-novo-sistema-de-drenagem-de-gramados-sint%C3%A9ticos-com-uso-de-geocompostos.pdf>

O castelo d'água foi pensado como parte integrante da paisagem do condomínio e também foi disposto no pátio interno, ficando um pouco mais recuado para não se tornar um elemento de grande impacto visual para as residências. Sua forma cilíndrica é descontinuada com o desencontro de um volume intermediário deslocado. Para dialogar com os demais edifícios utilizou-se os mesmos materiais já empregados, como a textura de cimento queimando e um revestimento com padronagem similar à madeira.

Figura 88: Volumetria da implantação com o castelo d'água

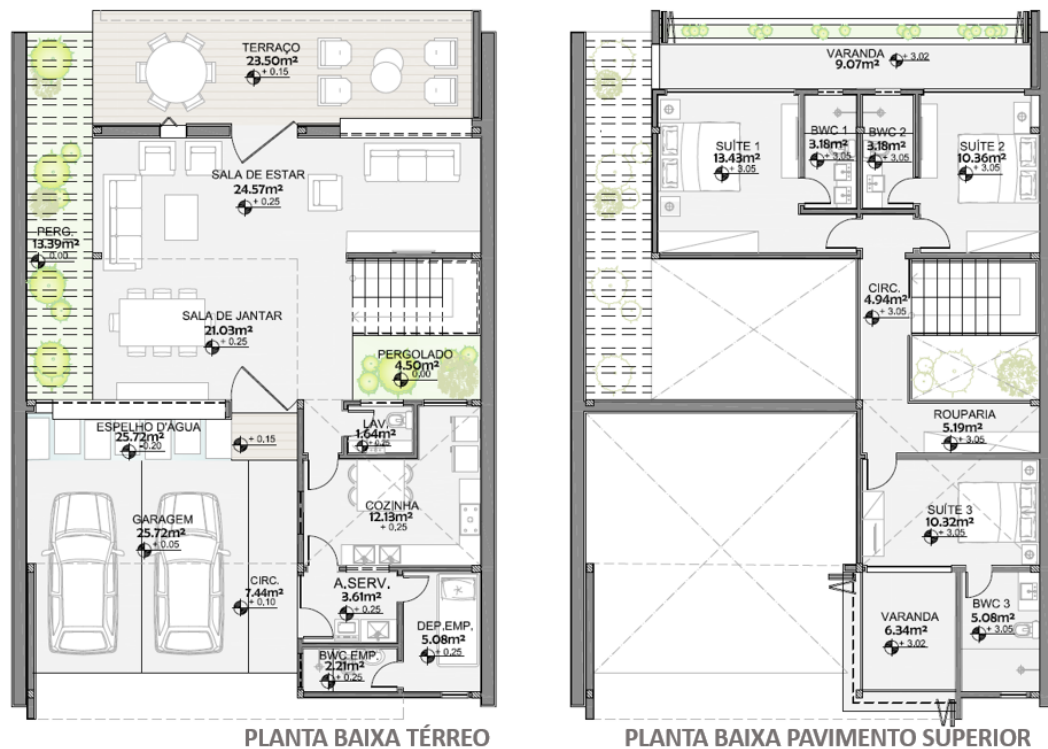


Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

5.3.5 Unidades Habitacionais (UH)

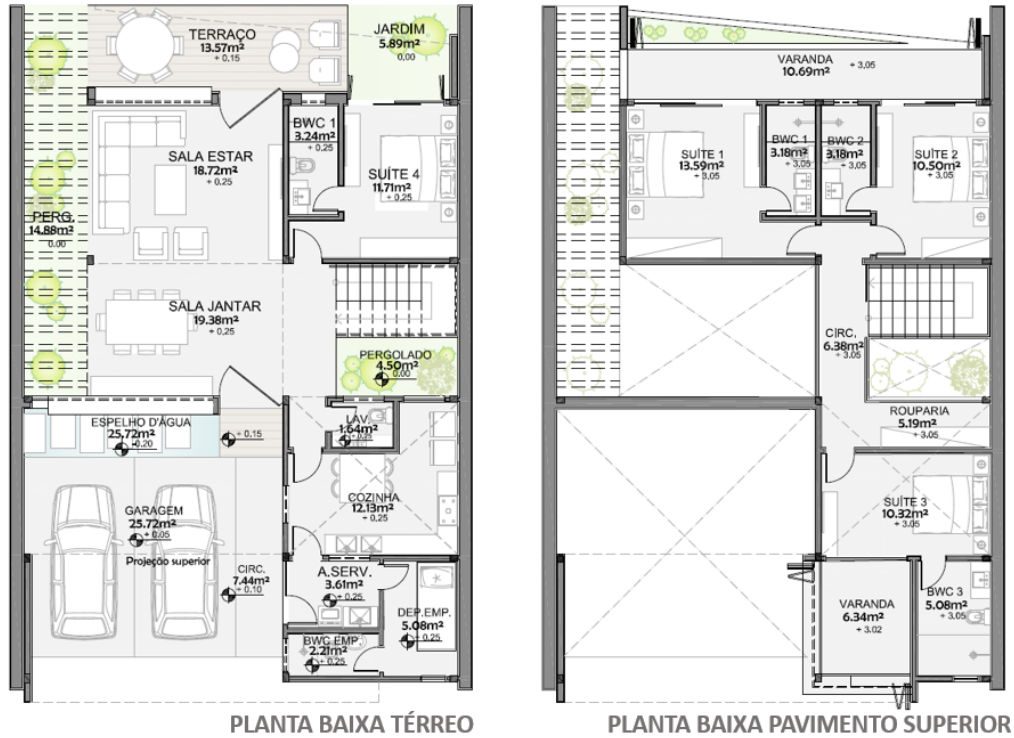
Com base nos estudos anteriores a proposta das UH manteve o mesmo zoneamento dos ambientes, contudo, as residências sofreram algumas alterações: modificações na volumetria e nos revestimentos; o setor de serviço e lavabo foram repensados, melhorando o layout da cozinha e o acesso de serviço através da garagem; e, por fim, a fachada frontal sofreu algumas alterações (Figura 89 e Figura 90). Quanto as suas áreas, a tipologia 1 possui 254 m² e a tipologia 2 tem 260m², sendo a diferença de área resultante apenas da inserção de uma suite e seu banheiro.

Figura 89: Planta baixa das UH tipo 1



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Figura 90: Planta baixa das UH tipo 2



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Na fachada frontal, fez-se o uso de painéis articulados em madeira para proteger e dar flexibilidade a varanda de umas das suítes. Para compor com esta proposta foi utilizado uma esquadria única com tabicões móveis e fixos para a dependência de empregada e o banheiro desta suite. Um jogo de volume é feito com uma laje interna a platibanda da UH, que remete a forma de um “U”, partindo da varanda da suite 03 até a garagem (Figura 91).

Figura 91: Volumetria fachada frontal das UH



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

A diferenciação das unidades tipo 1 e tipo 2 continua sendo feita através da fachada posterior que é voltada para o pátio interno ou limite do terreno do condomínio, conforme sua disposição nas quadras. Esta distinção se dá através do desenho das varandas e aberturas da sala e quartos, mantendo-se, porém, o mesmo padrão dos revestimentos e volumetria das tipologias.

Na sala de estar e jantar foram utilizadas portas pivotantes em madeira para acesso à residência, eliminando as portas em correr de vidro pensadas nas propostas iniciais e respeitando a recomendação de pequenas aberturas para este tipo de clima. Da mesma forma, foram pensadas esquadrias menores para as aberturas destes ambientes, adotando-se janelas lineares e com peitoril alto. Foram utilizadas paredes duplas em todas as fachadas, no intuito de aumentar a inércia térmica, que foram revestidas com o uso de painéis em madeira, textura de cimento queimado e pedra natural (Figura 92 e Figura 93).

Figura 92: Volumetria fachada posterior das UH tipo 1



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Figura 93: Volumetria fachada posterior das UH tipo 2



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

O acesso a UH passa por um espelho d'água que acompanha a garagem. A porta pivotante de entrada recebe uma cor diferente para cada quadra de lotes, sendo cada delas destacadas com uma cor diferente, como mostra a Figura 94. Os reservatórios foram dispostos acima da área da cozinha, ficando um pouco afastados da fachada frontal, amenizando seu impacto visual na volumetria das casas. A cobertura, segue a mesma proposta dos demais blocos de edifícios, sendo em telha metálica pintada na cor branca e fazendo-se o uso de uma manta térmica com barreira radiante.

Figura 94: Volumetria da fachada posterior das UH com portas de entrada coloridas



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

6 SOLUÇÕES ADOTADAS E AVALIAÇÃO DA AUTONOMIA DO SISTEMA

Neste capítulo serão mostradas as soluções adotadas para racionalização de água potável, o sistema de captação e utilização de água pluvial implantado na proposta arquitetônica e, por fim, seus resultados finais, como os volumes ideais dos reservatórios de água da chuva, o potencial de economia de água potável, o volume de água consumido e extravasado e a média de recalques.

As soluções de racionalização de água potável são adotadas através de duas medidas: a redução do consumo na fonte, através do uso de dispositivos economizadores e a utilização de uma fonte alternativa de água para os usos menos nobres, sendo utilizada água de chuva nos pontos de água que não envolvam a manipulação de alimentos.

A captação de água de chuva na proposta foi dividida em quatro sistemas separados de acordo com as características de consumo de cada edifício e sua implantação no terreno (Figura 95), sendo eles: as unidades habitacionais; o bloco de edifício da área de lazer; a área comum que compõe o pátio interno juntamente com a guarita e abrigará um castelo d'água; e a implantação do sistema de *Tec Gardens* em alguns canteiros do condomínio.

Figura 95: Esquema dos sistemas de captação de água de chuva



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Paralelamente às definições destes sistemas foram sendo feitas algumas simulações para nortear o volume dos reservatórios ideais para armazenamento da água de chuva, já que isso implicaria na disposição da área para abrigar estes equipamentos.

Através software Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014) foi feita a modelagem do sistema, com base na inserção dos dados mostrados no item que versa sobre a metodologia adotada neste projeto: a precipitação do local; a área da superfície de captação; a demanda total de água; o número de moradores; o percentual de água

potável que se deseja substituir por água pluvial; o descarte do escoamento inicial; e o coeficiente de escoamento superficial.

Para completar a simulação é definido o volume dos reservatórios e são gerados os gráficos que mostram o potencial de economia de água potável com o uso de água pluvial, a capacidade do volume ideal do reservatório utilizado, o volume de água de chuva que é extravasado, e entre outras avaliações.

Com relação a questão das condições da água da chuva para o uso humano, é necessário que ela esteja dentro das condições citadas pela NBR 15527 (ABNT, 2007), CONAMA (2005) e Ministério da Saúde (2011), como explicado no referencial teórico. Desta maneira, o processo de descarte do primeiro milímetro de chuva não deve ser a única medida para promover a qualidade da água, pois só separa a água da sujeira e impurezas da cobertura, calhas e condutores. Alguns processos de desinfecção por ultravioleta e por cloro se mostram eficientes e são comumente encontrados no mercado.

Para melhor compreensão, a simulação de cada sistema de captação será apresentada separadamente nos itens a seguir, mostrando cada etapa e a definição das variáveis de cada situação estudada.

6.1 UNIDADES HABITACIONAIS (UH)

O sistema de captação de água pluvial é independente em cada UH, tendo cada residência seu reservatório próprio. Definiu-se que a demanda de água a ser substituída pela água da chuva seria o correspondente ao uso dos banheiros, lavagem de roupa e limpeza da casa, excluindo-se o consumo referente a cozinha, já que implica na manipulação de alimentos e requer uma melhor qualidade da água.

Dessa forma, definiu-se que as unidades iriam possuir dois reservatórios, um para o armazenamento de água de chuva e outro ligado à rede pública, para comportar água potável. Mesmo os ambientes que são abastecidos por água da chuva, terão ligação com a rede pública em caso de manutenção do sistema de água pluvial ou carência da sua oferta.

Com base no levantamento feito no referencial teórico acerca do consumo dispositivos economizadores de água e na definição do consumo doméstico, foi estipulado o perfil do consumo residencial de água no condomínio, tomando como base a UH do tipo 2, que possui quatro dormitórios e apresenta a situação de maior consumo.

A projeção desta demanda foi feita por meio da observação da rotina diária de uma residência, relacionando a utilização dos aparelhos sanitários com dispositivos economizadores e seus respectivos consumos de água, conforme mostra a Tabela 16 e Tabela 17, de acordo com os dados apresentados pelo SUSHI (2010) e MACINTYRE (2000). Somando o consumo das atividades estabelecidas nas tabelas a seguir, tem-se um consumo médio diário per capita de 111 litros.

Tabela 16: Consumo diário per capita de água no asseio pessoal

ASSEIO PESSOAL/BANHEIRO			
APARELHO SANITÁRIO	UTILIZAÇÃO (vezes por dia)	VOLUME DE ÁGUA	TOTAL (litros/dia)
Vaso sanitário (resíduo líquido)	4	3 litros	12
Vaso sanitário (resíduo sólido)	1	6 litros	6
Lavatório	10 (15 segundos)	0,10 litros/segundo	15
Chuveiro	3 (5 minutos/banho)	0,16 litros/segundo	48
TOTAL			81

Fonte: Sushi, 2010/Elaborado pela Autora, 2016

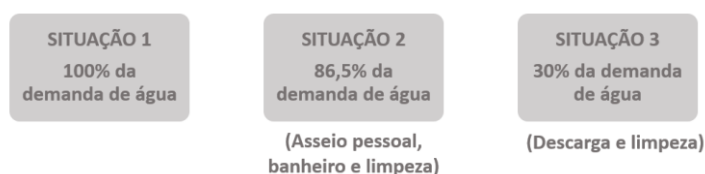
Tabela 17: Consumo diário per capita de água em outras atividades

OUTRAS ATIVIDADES	
LAVAGEM DE CASA/ROUPA	15 (litros/dia)
BEBIDA/COZINHA	15 (litros/dia)
TOTAL	30

Fonte: Macintyre, 2000

Considerando que o uso de água da chuva seria apenas para o asseio pessoal, banheiros e limpeza, tem-se que 86% da demanda total de água da residência seria substituída pelo uso de água pluvial, conforme mostra a “situação 2” na Figura 96 a seguir.

Figura 96: Esquema da demanda de água potável a ser substituída por água da chuva



Fonte: Elaborado pela Autora, 2016

A partir destas definições foi realizada a simulação no Netuno para o dimensionamento do reservatório inferior de água de chuva. A Tabela 18 mostra os dados utilizados no software, sendo utilizado o volume do reservatório superior igual 2000 litros, de acordo com a limitação de espaço da caixa d'água. A simulação foi realizada para diferentes volumes de reservatórios, com intervalo de 100 litros, e com indicação do reservatório de volume ideal tendo como critério a diferença de 1% entre o percentual de economia dos reservatórios simulados.

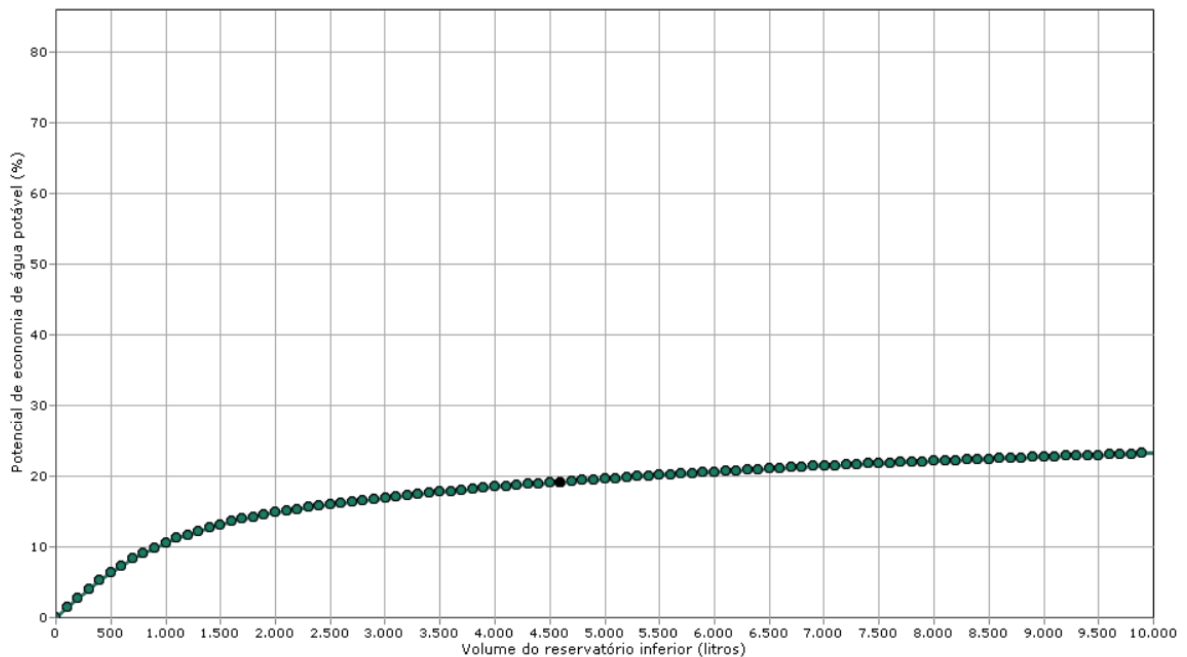
Tabela 18: Dados utilizados para simulação no Netuno

Área de cobertura	144m ²
Demanda total de água (litros per capita/dia)	111
Número de moradores	6
Escoamento superficial	90%
Reservatório superior	2.000L

Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

A simulação nos apresenta que a partir de um dado volume do reservatório o potencial de economia de água potável tende a estabilizar, o que se deve não somente ao volume de chuvas como também a distribuição das precipitações ao longo do ano, de modo que, mesmo com um reservatório de grande volume não seria possível aproveitar toda sua capacidade de armazenamento pois a oferta não supre toda a demanda de água no decorrer dos meses. A Figura 97 expõe o gráfico do potencial de economia versus o volume do reservatório, indicando que a partir de 4.500 litros o potencial de economia de água potável é de 19,16% e não tem grande variação conforme o aumento do volume, sendo assim o software indica este volume como ideal.

Figura 97: Gráfico de simulação do potencial de economia de água potável da UH



Volume ideal para o reservatório inferior: 4600 litros. Potencial de utilização de água pluvial: 19,16%

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Estas informações foram cruzadas com o projeto e definiu-se que o reservatório inferior seria de 7.500 litros, visto que a implantação das unidades permitia a utilização de um reservatório de maior porte e que consequentemente iria proporcionar maior potencial de economia de água potável. Para este volume, o Netuno nos apresenta as informações da Tabela 19 a seguir, onde a média potencial de utilização de água pluvial é de

21,83%, sendo possível identificar o consumo mensal, o volume de água consumido e extravasado e a média de recalques.

Tabela 19: Resultado mensal da simulação para um reservatório de 7.500 litros na UH

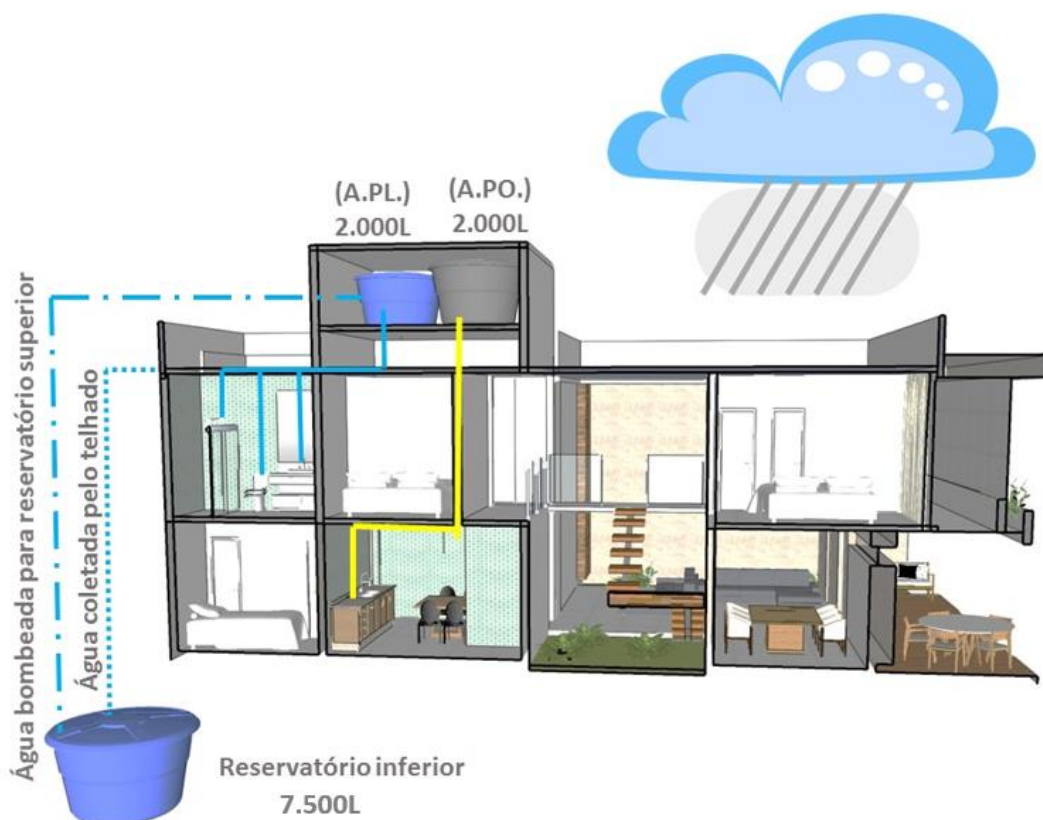
Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	26,02	173,30	492,70	97,14	28,18	4,41	67,40	0,35
Fevereiro	39,50	263,06	402,94	48,77	42,64	5,96	51,40	0,53
Março	45,93	305,90	360,10	111,75	49,92	6,79	43,29	0,63
Abril	57,45	382,61	283,39	160,20	64,74	3,68	31,58	0,82
Mai	40,53	269,96	396,04	124,48	44,14	5,60	50,25	0,54
Junho	31,28	208,31	457,69	22,02	32,63	7,89	59,47	0,41
Julho	13,60	90,55	575,45	5,86	13,41	5,09	81,49	0,15
Agosto	3,65	24,31	641,69	0,00	2,89	2,21	94,91	0,04
Setembro	1,01	6,71	659,29	0,00	0,88	0,53	98,60	0,01
Outubro	1,02	6,77	659,23	0,00	1,04	0,17	98,78	0,01
Novembro	1,91	12,72	653,28	0,00	1,48	0,93	97,59	0,02
Dezembro	1,91	12,69	653,31	0,00	1,79	0,90	97,31	0,03
Média	21,83	145,38	520,62	47,53	23,73	3,70	72,58	0,30
Total ano		53064	190026	17348				

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Como mostra a simulação, os meses de setembro a dezembro apresentam menor potencial de utilização de água de chuva, pois são meses de estiagem. Já os meses de janeiro a junho apresentam resultados melhores, chegando-se a 57% de potencial de utilização e um consumo de 382 litros de água pluvial. Os demais dados obtidos também flutuam de acordo com a sazonalidade das chuvas, mostrando em que o volume extravasado, o percentual de atendimento e a média de recalques é maior conforme a oferta de água.

Assim, o sistema de captação de água de chuva das UH apresentarão dois reservatórios de polietileno, um superior com 2.000 litros e um inferior com 7.500 litros que ficará enterrado no lote. A água que é captada pela cobertura será conduzida através de calhas e tubulações até o reservatório inferior, havendo a necessidade, portanto, de um sistema de recalque que levará água para o reservatório superior, onde será distribuída para os pontos de consumo. A Figura 98 mostra um esquema do sistema de captação de água pluvial e o reservatório de água potável também disposto na cobertura edificação.

Figura 98: Esquema do sistema de captação de água pluvial das UH



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

6.2 ÁREA DE LAZER

O levantamento do consumo de água no bloco de edifício da área de lazer foi feito em duas etapas: a primeira estimando-se o volume de água potável a ser substituída por água da chuva; e a segunda o volume de água que corresponde ao consumo total do edifício.

Partindo-se do mesmo princípio da simulação anterior, o uso de água da chuva seria apenas para o asseio pessoal, banheiros e limpeza, sendo o consumo da cozinha feito com água potável. Assim, considerou-se a capacidade do salão de festas para 64 pessoas e fez-se uma estimativa do uso dos banheiros e da demanda de água necessária para a rega da área verde que envolve o edifício, de acordo com os parâmetros de consumo adotados por MACINTYRE (2000).

A Tabela 20 relaciona os parâmetros levantados dos dispositivos economizadores com a sua utilização estimada com a adoção de um coeficiente para representar o uso do edifício, considerando que o mesmo seria utilizado duas vezes por semana (e não diariamente). Este coeficiente representa o valor de sete dias dividido por dois, chegando-se ao resultado de 0,28 para representar os dias de utilização, como mostra na Tabela 20 a seguir, onde o subtotal do consumo dos aparelhos sanitários é multiplicado por este valor. Este coeficiente possibilita que a demanda de água não seja superdimensionada e mascare os resultados das simulações.

Tabela 20: Demanda de água a ser substituída por água pluvial na Área de lazer

APARELHO SANITÁRIO/USO	UTILIZAÇÃO (Vezes por dia)	VOLUME DE ÁGUA	TOTAL (Litros/dia)
Vaso sanitário (resíduo líquido)	96	3 litros	288
Vaso sanitário (resíduo sólido)	6	6 litros	16
Lavatório	105 (15 segundos)	0,10 litros/segundo	157
Chuveiro	10 (5 minutos/banho)	0,16 litros/segundo	480
SUBTOTAL	941 litros x 0.28 (coeficiente)		268
JARDIM	195m ²	1,5 litros/m ²	292
TOTAL	268L + 292 L		560

Fonte: Sushi, 2010/ Macintyre, 2000/Elaborado pela Autora, 2017

Para a simulação no Netuno foram adotados os seguintes parâmetros mostrados na Tabela 21 a seguir. Como o consumo já havia sido calculado com base na capacidade total do salão, o “número de moradores” foi estabelecido como “1”. No que se refere aos demais dados, a área de captação corresponde a área de cobertura do edifício, o coeficiente de escoamento superficial corresponde ao uso de telha metálica e o reservatório superior estabelecido foi de 3.000 litros.

Tabela 21: Dados de simulação da área de lazer

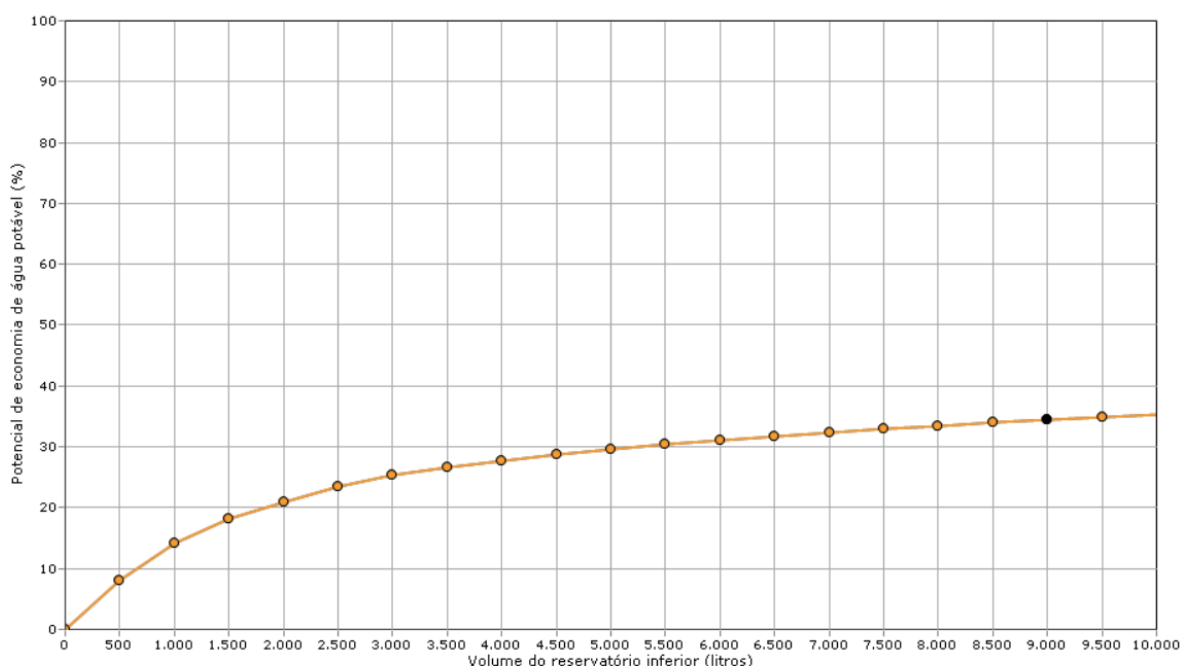
Área de cobertura	254m²
Demanda total de água (litros per capita/dia)	560
Número de moradores*	1
Escoamento superficial	90%
Reservatório superior	3.000L

*Número de moradores já considerado no cálculo da demanda total.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

A Figura 99 abaixo mostra o gráfico do potencial de economia de água relacionado com o volume do reservatório. Assim como na simulação anterior, a tendência da variação deste potencial é diminuir conforme o aumento da capacidade do reservatório, que neste caso o volume dado como ideal representa o valor de 9.000 litros (correspondente ao potencial de economia de água potável de 34,55%).

Figura 99: Gráfico de simulação do potencial de economia de água potável da área de lazer



Volume ideal para o reservatório inferior: 9000 litros. Potencial de utilização de água pluvial: 34,55%

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

De acordo com a disponibilidade de espaço no terreno e no intuito de atingir melhores resultados, adotou-se um reservatório de 10.000 litros chegando-se um potencial de economia de 35,34% como mostra a Figura 100. A média do consumo mensal de água pluvial é de 197,90 litros e a variação dos resultados de acordo com a época do ano também aparece nesta simulação, mostrando que os meses de setembro a dezembro representam a temporada mais crítica de oferta de chuvas. Como possível observar, os resultados mostram que o sistema não consegue suprir toda a demanda de água, mesmo nos meses mais chuvosos, como é o caso do mês de abril que atinge o potencial máximo de 83% de economia.

Figura 100: Resultado mensal da simulação para um reservatório de 10.000 litros na área de lazer

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	37,38	209,31	350,69	242,45	35,65	3,57	60,78	0,38
Fevereiro	61,29	343,24	216,76	188,34	59,78	3,91	36,31	0,66
Março	71,60	400,95	159,05	347,84	69,95	3,23	26,83	0,79
Abril	83,04	465,04	94,96	504,28	81,93	2,46	15,61	0,94
Mai	67,57	378,40	181,60	316,32	66,55	2,72	30,73	0,72
Junho	53,46	299,39	260,61	91,06	50,53	5,26	44,21	0,55
Julho	32,31	180,93	379,07	19,64	30,39	4,41	65,20	0,29
Agosto	8,85	49,54	510,46	0,00	8,15	1,70	90,15	0,08
Setembro	2,11	11,83	548,17	0,00	1,93	0,35	97,72	0,02
Outubro	1,44	8,04	551,96	2,04	1,39	0,17	98,44	0,01
Novembro	4,01	22,44	537,56	0,00	3,52	0,93	95,56	0,04
Dezembro	3,57	19,97	540,03	0,00	2,87	0,90	96,24	0,03
Média	35,34	197,90	362,10	142,22	34,53	2,48	62,99	0,38
Total ano		72233	132167	51910				

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Além da demanda de água a ser substituída por água pluvial, foi necessário estimar o consumo total do edifício para dimensionar o reservatório de água potável, que abastecerá a cozinha e irá complementar os demais pontos e supri-los em caso de manutenção do sistema de água pluvial. Dentre os parâmetros de consumo estabelecidos por MACINTYRE (2000), considerou-se que o uso de “restaurantes” seria o que mais se aproxima com o consumo do salão de festas, onde é dado o valor de 25 litros por refeição.

Na Tabela 22 é mostrado o somatório do consumo de água da cozinha com o consumo já levantado, referente ao uso dos banheiro e manutenção do jardim. Considerando a reserva de dois dias, o reservatório de água potável teria um volume de 5.000 litros.

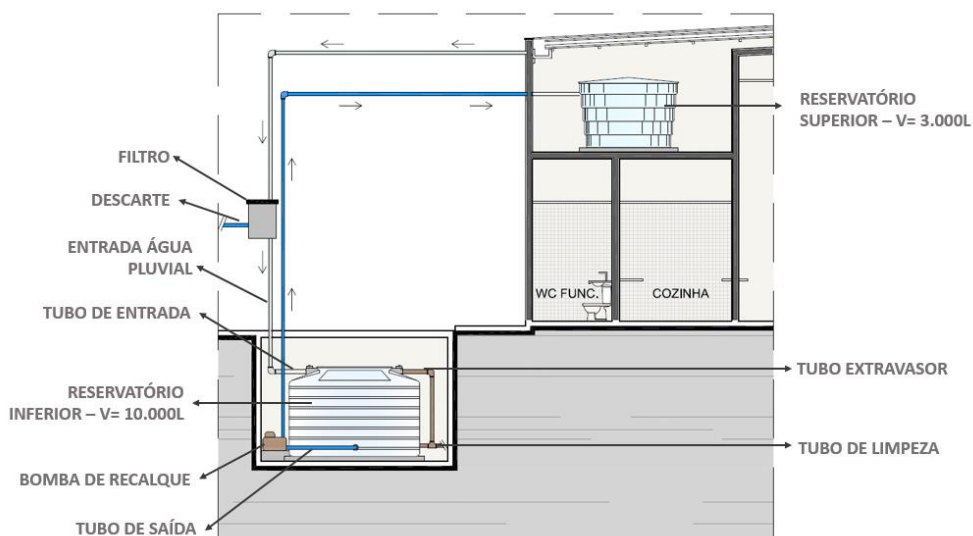
Tabela 22: Consumo total de água na área de lazer

COZINHA – USO “RESTAURANTES”		25 litros/refeição
SUBTOTAL	25 litros x 64 refeições =	1600L
ASSEIO PESSOAL/BANHEIRO E JARDIM		560L
TOTAL	1600 litros + 560 litros=	2.160L

Fonte: Macintyre, 2000/ Adaptado pela Autora, 2017

Desta maneira, o edifício do lazer teria um reservatório inferior de 10.000 litros e outro superior de 3.000 litros para o armazenamento de água de chuva e um reservatório de 5.000 litros para o armazenamento de água potável (Figura 101).

Figura 101: Corte esquemático área de lazer



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

6.3 CASTELO D'ÁGUA

Para o abastecimento dos pontos de água da guarita e do pátio interno (rega de plantas e limpeza), pensou-se em um castelo d'água localizado nesta área do condomínio. Neste caso, toda a demanda de água será substituída por água da chuva, já que não há manipulação de alimentos, e para o cálculo desta demanda considerou-se o uso do banheiro da guarita e do vestiário de funcionários, além da manutenção do jardim. Para este cálculo, adotou-se o consumo de três funcionários, como mostra a Tabela 23 que traz o consumo per capita dos aparelhos e área de jardim que seria abastecida por este reservatório, que corresponde aos canteiros do pátio interno, da entrada do condomínio e da praça.

Tabela 23: Consumo total de água do castelo d'água

APARELHO SANITÁRIO/USO	UTILIZAÇÃO (Vezes por dia)	VOLUME DE ÁGUA	TOTAL (Litros/dia)
Vaso sanitário (resíduo líquido)	3	3 litros	9
Vaso sanitário (resíduo sólido)	3	6 litros	18
Lavatório	15 (15 segundos)	0,10 litros/segundo	22,5
Chuveiro	1 (5 minutos/banho)	0,16 litros/segundo	48
SUBTOTAL	97,5 litros/per capita x 3 (pessoas)		292,5L
JARDIM	230m ²	1,5 litros/m ²	345L
TOTAL			637,5L

Fonte: Sushi, 2010/Elaborado pela Autora, 2017

A Tabela 24 a seguir apresenta os dados adotados na simulação do Netuno. A área de coleta de água da chuva corresponde a superfície de captação da quadra (coberta por grama artificial), da cobertura dos passeios de pedestres e da cobertura da guarita. No item "número de moradores" foi considerado o valor "1", pois a demanda total de água já contempla o total de usuários. Quanto ao escoamento superficial adotou-se o valor de 80%, o que representa o uso da placa de pedra simulando a superfície da grama artificial para ambas as coberturas. Já que não é possível adotarmos mais de um coeficiente no programa, considerou-se que esse valor atenderia a maior área de coleta que seria a do gramado artificial da quadra. O reservatório superior foi dimensionado de acordo com estudos feitos na implantação da proposta, já que este compartimento definiria o tamanho do castelo d'água. A água da chuva recolhida nas coberturas da guarita e dos passeios de pedestres, e no gramado da quadra seria direcionada para um reservatório enterrado, e um sistema de recalque abasteceria o castelo d'água.

Tabela 24: Dados de simulação do castelo d'água

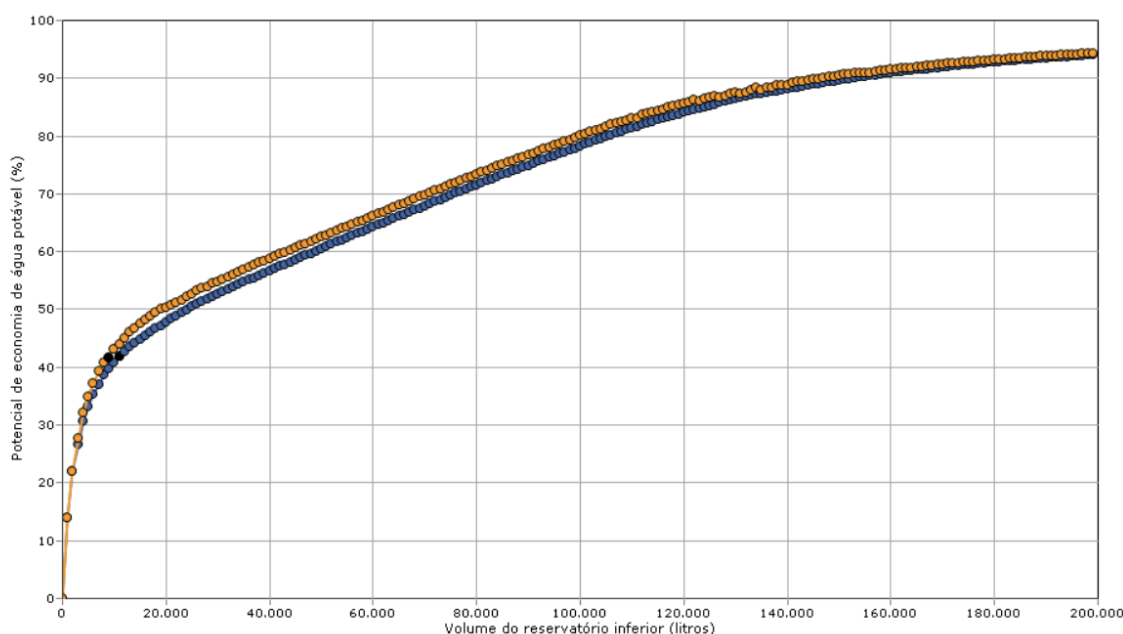
Área de cobertura	639 m²
Demanda total de água (litros per capita/dia)	637,5
Número de moradores	1
Escoamento superficial	80%
Reservatório superior	15.890L

*Número de moradores já considerado no cálculo da demanda total.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

Como revela a Figura 102, a simulação do castelo apresenta um significativo potencial de economia de água potável, contudo isso representa volumes muito altos do reservatório, chegando até a 200.000 litros. Isso pode ser interpretado pelo aumento considerável da superfície de captação de água de chuva. Comparado a simulação da área de lazer, por exemplo, temos mais que o dobro da área de captação e uma diferença pequena na demanda de água.

Figura 102: Gráfico de simulação do potencial de economia de água potável do castelo d'água



Volume ideal para o reservatório inferior: 9000 litros. Potencial de utilização de água pluvial: 41,64%

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

O Netuno indica como reservatório ideal o volume de 9.000 litros, porém, para se atingir um potencial maior, adotou-se um reservatório inferior de 20.000 litros, que conforme a Figura 103 apresenta um potencial de 50,38%. A simulação mostra a mesma questão da distribuição de chuva ao longo do ano, onde os meses de setembro a dezembro apresentam valores de economia de água potável muito baixos. Por outro lado, nos meses

mais chuvosos foi possível atingir 95% do potencial de utilização de água potável, como é o caso do mês de abril, que chegou a consumir o volume de 605 litros de água de chuva, enquanto que a demanda era 637 litros.

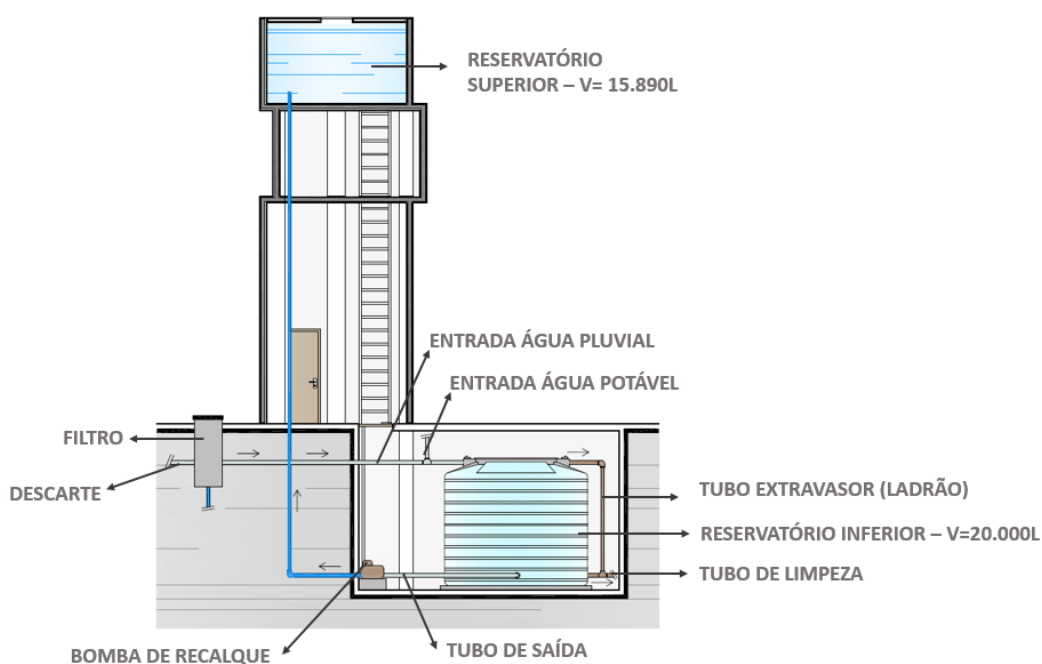
Figura 103: Resultado mensal da simulação para um reservatório de 20.000 litros no castelo d'água

Resultado mensal da simulação								
Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	47,06	300,02	337,48	586,98	46,69	0,68	52,63	0,38
Fevereiro	78,03	497,42	140,08	609,66	76,91	2,05	21,04	0,72
Março	87,51	557,86	79,64	1096,97	87,10	0,68	12,22	0,84
Abril	95,02	605,78	31,72	1596,27	94,74	0,70	4,56	0,89
Mai	87,19	555,83	81,67	923,36	86,76	1,02	12,22	0,82
Junho	84,72	540,08	97,42	335,44	84,21	1,40	14,39	0,80
Julho	70,78	451,25	186,25	120,51	69,78	2,04	28,18	0,58
Agosto	28,19	179,73	457,77	16,49	27,16	1,70	71,14	0,22
Setembro	10,53	67,11	570,39	0,00	10,53	0,00	89,47	0,10
Outubro	3,76	23,96	613,54	5,22	3,65	0,52	95,83	0,02
Novembro	5,49	35,02	602,48	0,00	5,19	0,56	94,26	0,03
Dezembro	8,79	56,02	581,48	0,00	8,24	1,08	90,68	0,02
Média	50,38	321,18	316,32	439,06	50,36	1,03	48,60	0,45
Total ano		117233	115455	160257				

Fonte: Ghisi; Cordova, 2014

Afora o armazenamento de água de chuva, sendo o reservatório inferior de 20.000 litros e o superior de 15.890 litros (castelo d'água), este sistema também é conectado à rede pública de abastecimento de água, assim como foi adotado nos outros sistemas do condomínio, de modo a complementar o que o volume armazenado de água da chuva não consegue suprir e fornecer água potável em caso de manutenção do sistema de água pluvial (Figura 104).

Figura 104: Corte esquemático castelo d'água

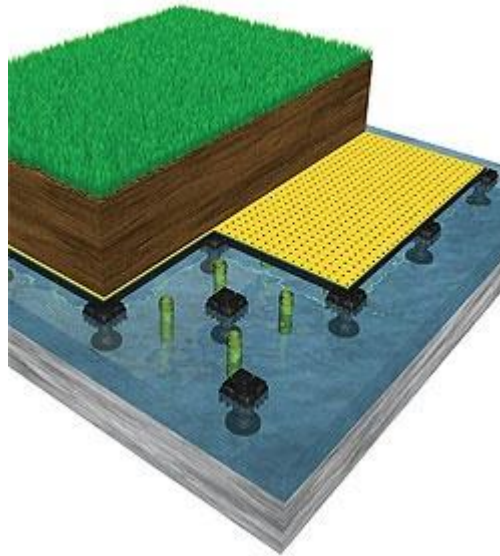


Fonte: Elaborado pela Autora, 2017

6.4 TEC GARDEN

O sistema de *Tec Garden* atua como uma cobertura verde sobre piso elevado, funcionando como um lençol freático artificial com um sistema de irrigação por capilaridade, como foi mostrado no estudo de caso da Praça Victor Civita. Este sistema pode ser encontrado no mercado como uma solução de pedestais com “pavios” que são revestidos com uma manta de drenagem e funcionam como um elemento de capilaridade (Figura 105).

Figura 105: Corte esquemático do sistema *Tec Garden*



Fonte: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/162/artigo285818-1.aspx>

Esses pedestais suportam as placas de piso elevado, criando um vão para o reservatório de água. Sobre esses "pavios" é instalada uma manta que evita que o solo e as raízes das plantas entupam o funcionamento do elemento de capilaridade. A chuva penetra na terra e o excesso fica armazenado no vão abaixo do piso, e o sistema de capilaridade, por sua vez, promove a umidade do solo e irrigação do jardim.

Este sistema foi adotado nos canteiros que também podem ser regados pela água da chuva armazenada no castelo d'água. Alguns fabricantes garantem uma média de economia de água em torno de 30%, contudo, este cálculo preciso iria depender também do tipo de vegetação, tornando-se difícil mensurar seu benefício. Desta forma, entendeu-se que esta solução não entraria nas simulações dos sistemas de captação de água de chuva para não interferir nos resultados e análises, ficando apenas como uma especificação do projeto, que proporciona irrigação sem gasto de energia, equipamentos e mão de obra.

As simulações realizadas mostram que a demanda de água potável não consegue ser suprida em sua totalidade pelo sistema de captação e armazenamento de água de chuva, o que era de se esperar, especialmente em se tratando de um condomínio localizado em clima quente e seco, no qual existe grandes períodos de estiagem. Os valores mais altos do potencial de utilização de água chuva foram de 57% nas UH, 83% na área de lazer e 95% no castelo d'água. No caso das UH, tem-se um consumo de 572 litros (correspondente a demanda de água a ser substituída pela água da chuva) e uma área de captação pequena, de 144 m², por isso atingiu-se um potencial menor.

Sabe-se que quanto maior o volume do reservatório, melhor é o resultado e o aproveitamento deste sistema, contudo, estas escolhas devem equilibrar custo/benefício das soluções, e por isso o programa utilizado destaca um volume ideal de acordo com a variação do potencial de economia de água potável. As decisões tomadas nessa proposta visam ir além dos parâmetros indicados pelo Netuno, tanto pelo objetivo de alcançar melhores benefícios, como também por decisões projetuais com relação ao espaço disponível para acomodar os reservatórios. Em suma, o software nos mostra que não se justifica adotar um reservatório muito maior quando a variação do potencial de economia é pequena.

Bons resultados foram atingidos na utilização de água de pluvial como um todo, em especial no que se refere ao sistema de captação do castelo d'água, cujo resultado ainda pode ser incrementado pela utilização da solução de *Tec Garden* nas áreas verdes. A Tabela 25 a seguir, mostra o maior potencial de utilização de água pluvial (correspondente ao mês de abril) e a média anual de cada sistema, além do volume anual total consumido de água pluvial no condomínio.

Tabela 25: Resumo do potencial de utilização e consumido de água pluvial dos sistemas

SISTEMA	MAIOR POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL (%)	MÉDIA DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL (%)	VOLUME ANUAL CONSUMIDO DE ÁGUA PLUVIAL (LITROS/ANO)
UNIDADES HABITACIONAIS	57%	21%	53.064
ÁREA DE LAZER	83%	35%	72.233
CASTELO D'ÁGUA	95%	50%	117.233
TOTAL DO VOLUME CONSUMIDO DE ÁGUA PLUVIAL = 242.530 LITROS/ANO			

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Este volume anual consumido de água pluvial é calculado pelo software com base no percentual de utilização de água da chuva e representa uma média do consumo de água pluvial ao longo dos anos de 1992 a 2010, período correspondente aos dados de precipitação do município de Currais Novos, inseridos no Netuno. Este volume de 242.530 litros representa a demanda anual de água potável que foi substituída por água pluvial, e, portanto, corresponde a parcela de água fornecida pela concessionária que foi economizada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento acelerado dos grandes centros urbanos, somados ao crescimento de áreas irrigadas e aumento dos investimentos em projetos e obras de saneamento têm motivado a adoção de medidas que visam disciplinar o uso da água nas cidades. A insuficiência dos recursos hídricos, especialmente em regiões de clima onde a escassez de água é ainda maior, tem se tornado um problema mundial crescente e, portanto, cada vez mais grave. Embora a solução seja ampla e complexa, que passa inclusive por questões de políticas públicas e conscientização da população, a arquitetura pode dar sua parcela de contribuição para minorar esse problema. Diante deste contexto, aplicação de estratégias de racionalização e aproveitamento das águas pluviais como uma das soluções geram economia de água e energia ainda carece de discussão e incentivos no âmbito da construção civil.

A qualidade do ambiente construído não está relacionada apenas com a disponibilidade de água. A edificação deve representar a solução às manifestações climáticas que organismo do usuário não controla e a arquitetura, por sua vez, influi diretamente na condição dos espaços. Sendo assim, a arquitetura bioclimática também se configurou como um dos pilares deste trabalho.

O projeto apresentado como objeto de estudo desta dissertação apresenta rebatimentos às questões levantadas antes e durante o seu processo de concepção e de desenvolvimento. Dois condicionantes se tornaram a chave das tomadas de decisões durante a evolução desta proposta: as recomendações para o clima quente e seco e o estudo de incidência solar do terreno. O primeiro, foi o grande responsável pela configuração do loteamento – suas quadras sem recuo formando uma ocupação densa e compacta, os lotes longos e contíguos e a concepção de um pátio interno que serviu como um grande cerne da área comum. O segundo, orientou todas as ideias preestabelecidas dentro do terreno: a posição das quadras com os lotes no seu sentido longitudinal nas direções leste/oeste ou norte/sul, favorecendo os ambientes de maior permanência; a disposição da área de lazer, evitando o sombreamento das piscinas; e estabelecimento dos acessos e equipamentos comuns.

A partir de então, parte-se para a escala dos edifícios, que também devem seguir as mesmas chaves que vão dar origem a preocupações como: ventilação seletiva; disposição dos cômodos de maior permanência dos usuários; umidificação do ar; fachadas irregulares; inércia térmica e dentre outras questões que foram também norteadas por estes dois condicionantes. Alguns dos rebatimentos destas preocupações aparece na disposição dos ambientes de maior permanência voltados para as fachadas leste/sul do terreno (posicionando o terraço e a maioria dos dormitórios voltados para o fundo dos lotes), na promoção da ventilação interna evitando a excessiva luminosidade por meio de pátios internos (que também ajudam a manter a umidade interna dos ambientes), na utilização de painéis articulados, promovendo a flexibilidade da fachada, podendo as varandas estarem totalmente abertas ou fechadas conforme as necessidades dos usuários, na criação de um espelho d'água na fachada que dá acesso a unidade habitacional e entre outras soluções expostas na apresentação da proposta.

Para definição deste norte, o levantamento de dados através das referências teóricas e empíricas foram fundamentais para a compreensão dos aspectos estudados e para identificar quais as necessidades que o projeto arquitetônico precisaria acompanhar. Percebeu-se que existem algumas incompatibilidades da legislação com as

recomendações bioclimáticas para o clima quente e seco, como por exemplo, a exigência de recuos, o que vai de encontro ao conceito da inércia térmica, abordado no trabalho.

No desenvolvimento da proposta, a confecção da maquete física foi essencial para definição da volumetria e implantação. A revisão dos conceitos de conforto ambiental e suas ferramentas, como os softwares, foram decisivos no estudo da incidência solar e dos ventos no terreno.

As soluções de captação de água da chuva e racionalização de água potável não foram deixadas de lado na etapa inicial de desenvolvimento do projeto, mas estas definições da proposta arquitetônica eram de suma importância para estabelecer o número de usuários, as áreas de captação e dentre outros dados que iriam possibilitar as primeiras ideias e simulações do sistema de captação de água da chuva.

A implantação de dispositivos economizadores para racionalização do consumo de água não gerou muitos impactos no projeto de arquitetura - contudo, não deve ser deixada de lado no desenvolver da proposta. Por outro lado, no que concerne os sistemas de captação de água da chuva, podemos identificar seus vestígios no projeto quanto à disposição dos espaços para os reservatórios, sejam eles elevados ou enterrados e a utilização de castelo d'água na implantação do pátio central, assumindo o partido dos reservatórios como parte dos equipamentos e paisagem do condomínio.

A aplicação das simulações confirmou algumas hipóteses que haviam sido levantadas no decorrer do desenvolvimento do trabalho, como a questão da sazonalidade das chuvas, levando-se a crer que os resultados de alguns meses não fossem satisfatórios pois sabia-se que a distribuição pluviométrica nesta região é muito irregular. Além disso, previa-se a dificuldade em atingir 100% do potencial de economia de água potável, suprimindo toda demanda de água do empreendimento apenas com o uso de água de chuva, sendo este um dos motivos para a utilização da rede de água da concessionária, além da questão de manutenção dos sistemas de captação de água de chuva.

Todavia, os resultados obtidos no sistema de utilização de água de pluvial mostraram uma economia média anual de 242.530 litros de água potável, volume considerável que ainda pode ser incrementado pela utilização da solução de *Tec Garden* nas áreas verdes. O maior potencial de utilização de água pluvial correspondeu ao mês de abril, que apresentou o maior acumulado de chuvas e atingiu o resultado 95% no sistema de aproveitamento de chuva do castelo d'água, 83% no sistema da área de lazer e 57% nas unidades habitacionais. A média desse potencial ao longo do ano foi de 50% para o castelo d'água, 35% na área de lazer e 21% nas unidades habitacionais. Interpretou-se que estas diferenças de valores ocorreram devido a variação da área captação e do consumo de acordo com o uso de cada edifício.

Outro ponto a ser destacado é que a decisão do volume ideal do reservatório a ser utilizado tem um caráter subjetivo e esta responsabilidade do projetista tem que considerar o melhor custo/benefício para o projeto, sendo importante ressaltar que os resultados ficam vulneráveis a esta escolha. Neste trabalho, esta determinação foi justificada pela disposição dos espaços que iriam abrigar os reservatórios de água, buscando-se sempre atingir um maior benefício dentro da limitação espacial da proposta.

De uma maneira geral, as referências empíricas levantadas embasaram os sistemas de captação de água pluvial e soluções de projeto para o clima quente e seco. Alguns rebatimentos diretos podem ser destacados como no caso do projeto do *Campus Green Fire*, que fez a utilização de valas de infiltração para a recarga do

lençol freático, sendo adotado neste trabalho o uso de blocos intertravados permeáveis. Além disso, dois pontos foram interessantes para esta proposta: a análise do sistema proposto, mostrando comparação de seu consumo diante do consumo convencional; e o diálogo estético das cisternas, adotadas no *Campus Green Fire*, que surgem em meio a implantação dos edifícios.

No exemplo das casas *Pomaret*, é possível observar a tipologia de casas geminadas - sem recuo e formando uma massa térmica, e o jogo de volumes e seu efeito visual na sua fachada frontal, proposta que muito se assemelha com as tipologias de edificações desenvolvidas neste trabalho. O projeto da Praça Victor Civita nos mostrou que um espaço público também pode fazer uso de soluções de captação de água pluvial, mostrando como foram desenvolvidos os sistemas de *Tec Garden*, que também foram adotados na proposta apresentada, e a utilização de decks em madeira, fugindo da paginação de piso convencional dos passeios públicos. Por fim, a residência no município de Currais Novos foi um exemplo da aplicação de algumas recomendações bioclimáticas para o clima quente e seco e que foram também adotadas na proposta deste condomínio – como as paredes espessas, aberturas sombreadas por pergolados e espelhos d'água no interior e na implantação da edificação.

7.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO E ESTUDOS FUTUROS

Para o levantamento e inserção dos dados para as simulações no software Netuno, foi preciso obter os dados de precipitação pluviométrica do município de Currais Novos que configurassem um período considerável para definir o perfil de chuva na cidade. Além disso, o levantamento do consumo de água precisava de parâmetros que representassem a realidade local e alguns padrões adotados na bibliografia podem não retratar ou não se encaixar no uso pretendido do edifício.

No primeiro caso, os dados utilizados apresentavam um bom espaço temporal, contudo, ainda é possível que não tenham apresentado uma realidade confiável à simulação, pois podem representar uma sequência de anos atípicos, além de que se percebeu a falta de entrada de alguns dados diários nos arquivos obtidos.

A segunda questão levou a necessidade de realizar uma estimativa que representasse o consumo da população do condomínio. Ações de gestão da demanda e uso racional de água são mais eficientes quando de acordo com o público a que se destinam, assim, é importante que o levantamento destes usos finais leve em consideração as especificidades dos usuários. Considerando que estas variáveis têm grande interferência nos resultados alcançados, procurou-se aferir de maneira mais cuidadosa possível, com base em médias de utilização e observação do cotidiano destes edifícios.

Ao término deste estudo, verificou-se que há algumas lacunas que podem ser desenvolvidas em trabalhos posteriores e não foram aprofundadas neste trabalho. Podemos destacar algumas sugestões para pesquisas futuras, tais como: propor o reuso de água como complementação às medidas adotadas; fazer uma avaliação mais detalhada dos impactos das soluções de *Tec Garden*; comparar os resultados obtidos neste trabalho com outros métodos de simulações; e analisar o desempenho da edificação do ponto de vista das recomendações bioclimáticas.

O desdobramento de ações de conservação da água e da adoção arquitetura bioclimática traz benefícios imponderáveis para uma região que tanto tem sofrido com um clima quente e seco, que apresenta médias de

temperaturas muito altas e pluviometria irregular, ocasionando a falta deste bem indispensável a vida humana. Almeja-se que este trabalho contribua para propagação das tecnologias e discussão de soluções sustentáveis e de conforto ambiental no desenvolvimento dos nossos centros urbanos.

8 REFERÊNCIAS

_____. Ministério da Saúde. Governo Federal. **Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

_____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005

_____. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ALICE, C. F. **Método de avaliação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social**. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

ANA – Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Sinduscon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do Sinduscon – SP - **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, junho de 2005.

ANA – Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Sinduscon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do Sinduscon – SP - **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, junho de 2005.

ANA. **Abastecimento urbano de água: Rio Grande do Norte**. Disponível em <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=19&mapa=diag>>. Acesso em 23 de maio de 2016.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre. **Aproveitamento imediato da água de chuva**. Gesta, v. 1, n. 1: p. 067-080, 2013.

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento Global e a Nova Geografia da produção agrícola no Brasil**. EMBRAPA-CEPAGRI, São Paulo, Agosto 2008. 82 pp.

ASTA, Eduardo. **Crise da água: Água no Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2015/01/118521-agua-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 30 de junho de 2015.

AUTODESK. **Ecotect Analysis, versão 2011**. Programa computacional. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/education/free-software/all>>. Acesso em: 20 de março 2016.

AUTODESK. **Flow Design, versão 2014**. Programa computacional. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/education/free-software/all>>. Acesso em: 20 de maio 2016

BOGO, A. et. al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. PPGEC-UFSC. Florianópolis: 1994.

BUSTOS ROMERO, Marta. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo, 2010.

CASAS “POMARET / PichArchitects. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-135443/casas-pomaret-slash-picharchitects>>. Acesso em: 30 de abril de 2016.

CASTRO, L. L.; CASTRO, V. L. L. CASTRO, C. L.. **Aproveitamento de Águas Pluviais em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social no Semiárido Brasileiro**. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília/DF, 2015.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Guia CBIC.

Cedeplar e Fiocruz. **Mudanças Climáticas, Migrações e Saúde: Cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000-2050**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FIC RUZ, Julho de 2008. Relatório de Pesquisa (Research Report).

CURITIBA. Decreto nº 293, de 22 de Março de 2006. Regulamenta a Lei nº 10.785/03, e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Curitiba, ano XL, n.25, 28 de mar. 2006.

CURRAIS NOVOS. Lei Complementar Nº. 09 de 26 de dezembro de 2012. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Currais Novos e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Currais Novos, 2012.

CURRAIS NOVOS. Lei Complementar Nº. 3050 de 26 de dezembro 2013. Dispõe sobre o modifica dispositivos da Lei Complementar Nº 09, de 26 de dezembro de 2012. **Diário Oficial do Município**, Currais Novos, 2013.

CURRAIS NOVOS. Lei Complementar Nº. 860 de 03 de novembro 1979. Dispõe sobre o Código de Obras e Posturas do Município de Currais e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Currais Novos, 1979.

DANTAS, Petterson Michel. **Projeto de um edifício para fins educacionais com foco na racionalização do consumo de água**. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

FERREIRA, A. L. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P. **Áreas para captação de água de chuva**. Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais, <<http://www.agro.unitau.br/dspace>>. p. 1-8, 2011.

GHISI, E.; CORDOVA, M.M.; **Netuno 4.0**. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>. 2014.

GIVONI, B. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v. 18, n. 1, p. 11-23, 1992.

GONÇALVES, R. F. **Uso racional de água e energia: Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

GOULART, S. V. G. **Thermal Inertia and Natural Ventilation – Optimisation of thermal storage as a cooling technique for residential buildings in Southern Brazil**. 2004. Tese (Doutorado). Architectural Association School of Architecture, Open University, London.

Greenfire Campus. Disponível em:<<http://www.houzz.com/projects/431197/greenfire-campus>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

Greenfire Site Elements Emerge. Disponível em: <<http://www.watershedco.com/blog/greenfire-site-elements-emerge/>> .Acesso em: 14 de dezembro de 2015.

Greenfire. Disponível em:< <http://www.ecobuilding.org/conference/previous-years/presentation-files/2014-presentations/EB2014CaseStudyGreenfireCampus.pdf>> . Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

INPE. **Meteograma: Currais Novos**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/cidades/Meteograma/1731>> . Acesso em 18 de maio de 2016

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ª edição. 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf> .

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente: Uso racional da Água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010.

LAMBERTS, Roberto; MARCIEL, Alexandra Albuquerque; ONO, Edson T. **Analysis SOL-AR 6.2**. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>. 2011.

MACINTYRE, Joseph A. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. Editora Livros Técnicos e Científicos S. A. 3ª Edição. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

MARENGO J. A.; ALVES L. M.; BESERRA E. A. & LACERDA F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas ISBN 978-85-64265-01-1. Instituto Nacional do Semiárido Campina Grande – PB 2011.

MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semi árido do Brasil**, In Parcerias Estrategicas/Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-Ministerio da Ciencia e Tecnologia, v.1, n.1, Braslia DF, p. 149-176, 2009.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Construção Civil, São Paulo, 2004.

MEDEIROS, J. A. F.; SANTOS, N. C. F.; Guedes, F. X.; SANTOS, M. F. **Análise da precipitação e do escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu-RN**. Natal – RN : EMPARN, 1998. - p. – (Documentos; 29) ISSN 0103-4197. 1. Bacia Hidrográfica – Rio Piranhas – Açu.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água: Um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sececx_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

NAE - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Mudança de Clima, Vol. I: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação á mudança de clima**. Cadernos NAE, NAE-SECOM 2005. Brasília, 250 pp.

NAE - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Mudança de Clima, Vol. I: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação á mudança de clima**. Cadernos NAE, NAE-SECOM 2005. Brasília, 250 pp.

OLIVEIRA, L. H. et all. **Levantamento do estado da arte: Água**. Projeto Finep 2386/04, 107 p. São Paulo 2007.

PACHECO, Giovani H. S. **Determinação de recomendações bioclimáticas para habitação de interesse social de quatro climas do Rio Grande do Norte**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Curso de Mestrado Acadêmico, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente.

PARANÁ. **Código de segurança contra incêndio e pânico, Acesso de viatura na edificação e áreas de risco: NPT 006 Curitiba: 2011. Disponível em:<**
<http://www.bombeiros.pr.gov.br/arquivos/File/bombeiros/vistoria/NPT00611Acessodeviatranaedificacaoeareasderisco.pdf> >. Acesso em 25 de abril de 2017.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**, 2012. Disponível em www.cidadessustentaveis.org.br. Acesso em 20 de junho de 2015.

PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rede cooperativa de pesquisas. **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas.** UFES, UFSC, UNICAMP, IPT, 2006.

Resultados P1MC. Disponível em: <http://www.asabrazil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1558&WORDKEY=Resultados> . Acesso em: 2 de junho de 2015.

RIO GRANDE DO NORTE. **Código de Segurança e Prevenção contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte.** Disponível em: <http://www.cbm.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/sesed_cbm/instituicao/gerados/memoriais_codigo.asp>. Acesso em: 10 de julho de 2016.

ROCHA, Vinicius Luis. **Validação de um algoritmo para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações.** 2009. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina.

RORIZ, M. **ZBBR, versão 1.1.** Programa computacional. Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em construção Civil. 2004. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/software/zbbr.html>>.

RORIZ, Mauricio; Ghisi, Enedir; LAMBERTS, Roberto. **Um Zoneamento Bioclimático para Arquitetura no Brasil.** São Carlos, 7 p, 1999. Disponível em: <www.labeee.ufsc.br>. Acesso em 15 de maio de 2016.

SANTOS, A. dos et al. (2010). **Coleta de água de chuva: identificação de oportunidades de inovação através do Design.** 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo.

SÃO PAULO. Lei Nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v. 117, n.1, p. 7. 3 jan. 2007.

SÃO PAULO. Lei Nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v. 117, n.1, p. 7. 3 jan. 2007.

SÃO PAULO. Nota de instrução técnica Nº 14/2004. Estabelece carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco. **Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo.** São Paulo, 1995.

SCHAEFFER, R.; SKLO, A. S.; LUCENA, A. F.; SOUZA, R.; BORBA, B. R. da, COSTA, R. JUNIOR, A.; CUNHA, S. H. da. **Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil**. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ, Junho 2008, 65, 2008.

Sidwell Friends Middle School in Washington, D.C. Disponível em < <http://www.detail-online.com/inspiration/sidwell-friends-middle-school-in-washington-dc-103559.html> > . Acesso em: 17 de dezembro de 2015.

SILVA, FC. B. et. Al. **Reflexões e dicas: Para acompanhar a implementação dos sistemas de gestão de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agua/agua_pub/?41562/Publicacoes---Programa-gua-para-a-Vida>. Acesso em: 01 de junho de 2016

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Aplicativo série histórica 9**. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

Sostenibilidad medio ambiental: Casas Pomaret. Disponível em:<<http://planosdecasas.net/sostenibilidad-medio-ambiental-casas-pomaret-pich-architects/>>. Acesso em:30 de abril de 2016.

SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative. JOHN, V. M.; CSILLAG, D.; TAKAOKA, M. V.; BESSA, V. M. T.; SUZUKI, E. H. **Uso Racional da Água e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo**– São Paulo, Brasil. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2010. Disponível em: < http://www.cbcs.org.br/sushi/images/see_pdf/SUSHI_Sumario_Executivo_Resumido-Agua.pdf >. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative. JOHN, V. M.; CSILLAG, D.; TAKAOKA, M. V.; BESSA, V. M. T.; SUZUKI, E. H. Avaliação: **Avaliação das tecnologias existentes no mercado e soluções para melhorar a eficiência energética e o uso racional da água em Habitação de Interesse Social no Brasil**– São Paulo, Brasil. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2010. Disponível em: < http://www.cbcs.org.br/sushi/images/relatorios/Final_Brazil_reports_160511/3_Avaliacao_120511.pdf >. Acesso em: 05 de junho de 2016.

TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_conservacao/capitulo8.pdf> Acesso em: 15 de julho 2015.

Using Incentive Programs to Promote Stormwater BMPs: Stormwater Management Utility.

Disponível em: <<http://www.werf.org/liveablecommunities/toolbox/incentives.htm>>. Acesso em: 28 de maio de 2015.

Viviendas Pomaret, Barcelona. Disponível em: <<http://www.arqfoto.com/2-viviendas-unifamiliares-barcelona/>>. Acesso em: 30 de abril de 2016.

WORM, Janette; HATTUM, Tim Van. **Rainwater haversting for domestic use.** First Editon. Neter

**HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA E
PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

POSPOSTA ARQUITETÔNICA

ÍNDICE DE PRANCHAS

PRANCHA 01: Planta de situação, implantação e detalhe cobertura passeios

PRANCHA 02: Unidade Habitacional Tipo 1 – Planta de cobertura e planta baixa térreo

PRANCHA 03: Unidade Habitacional Tipo 1 – Planta baixa pavimento superior, cortes e fachadas

PRANCHA 04: Unidade Habitacional Tipo 2 - Planta de cobertura e planta baixa térreo

PRANCHA 05: Unidade Habitacional Tipo 2 - Planta baixa pavimento superior, cortes e fachadas

PRANCHA 06: Salão de Festas – Planta de cobertura e planta baixa térreo

PRANCHA 07: Salão de Festas – Planta pavimento superior e corte AA

PRANCHA 08: Salão de Festas – Cortes e fachadas

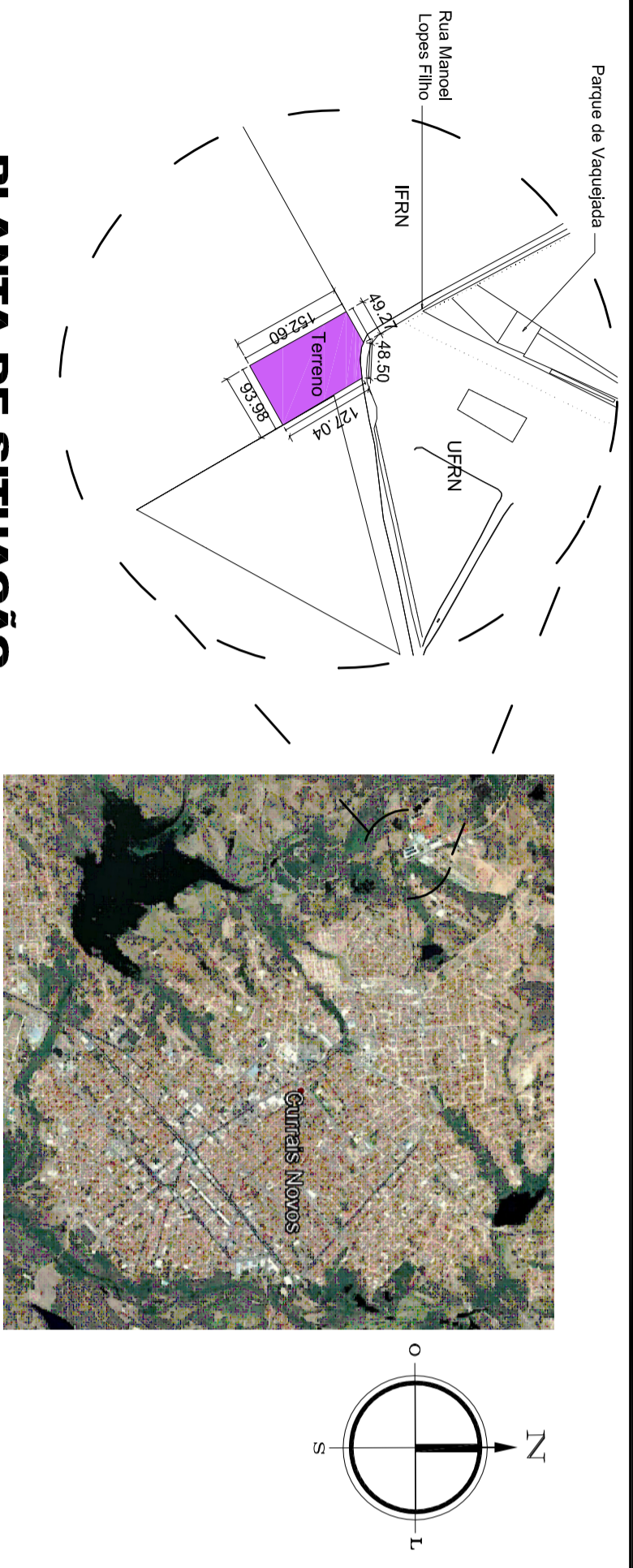
PRANCHA 09: Salão de Festas - Fachadas

PRANCHA 10: Guarita - Planta de cobertura e planta baixa

PRANCHA 11: Guarita – Cortes e fachadas

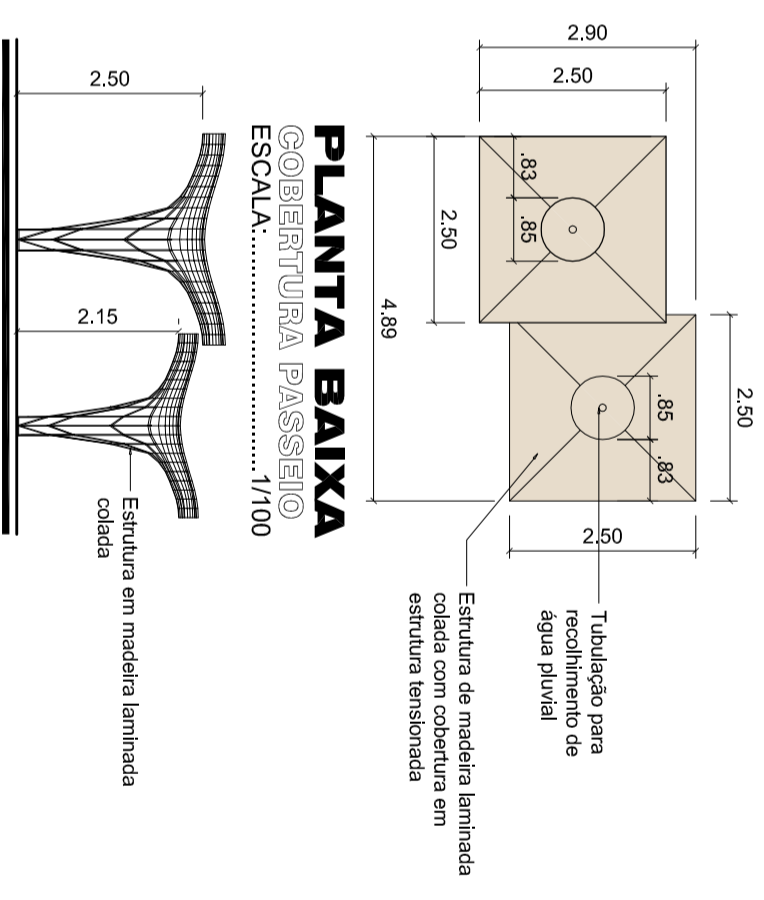
PRANCHA 12: Detalhes – Sistemas de Captação de água da chuva

PRANCHA 13: Perspectivas



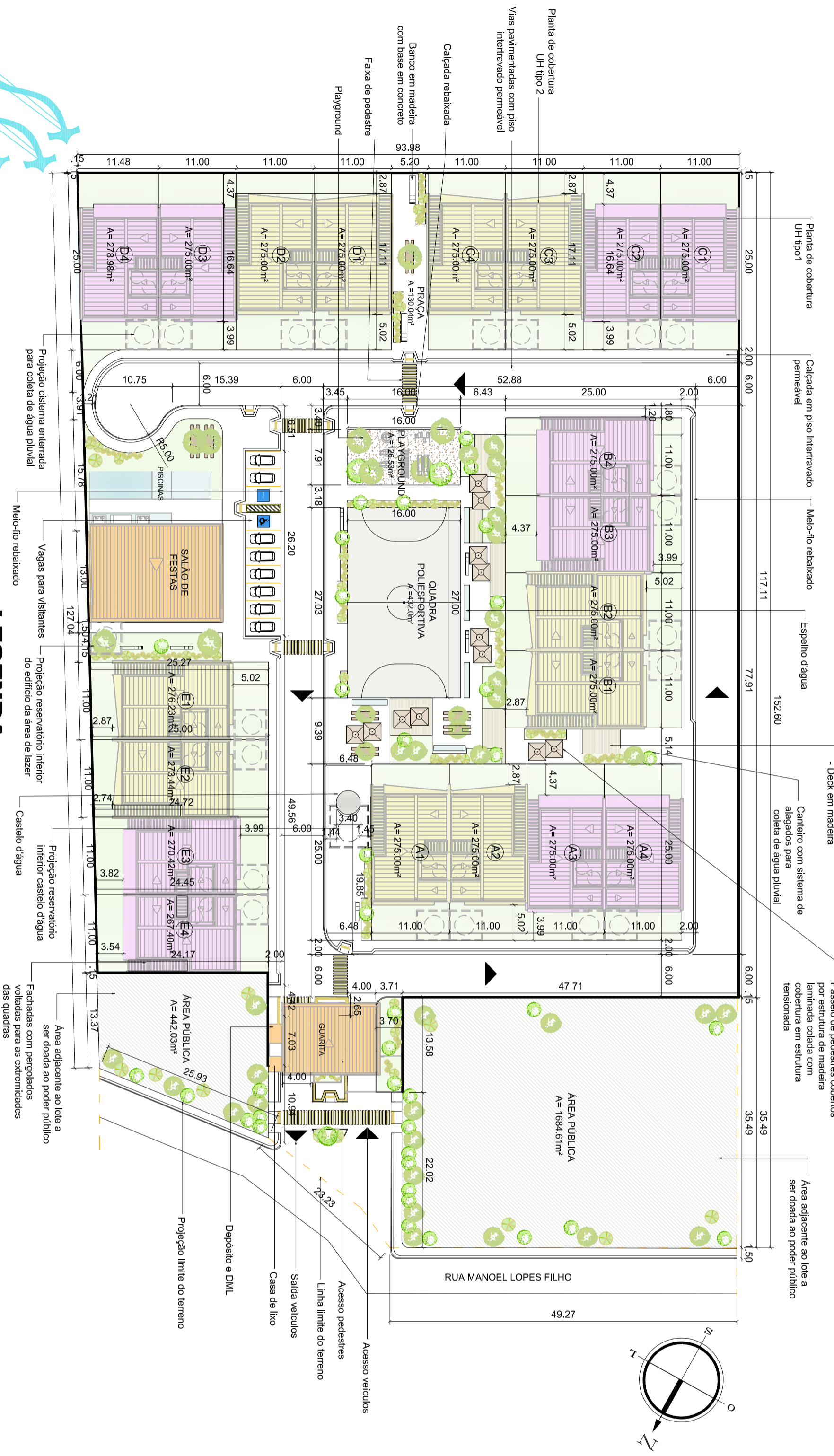
PLANTA DE SITUAÇÃO

SEM ESCALA



VISTA

GOBERTURA PASSEIO
ESCALA: 1/100



LEGENDA

- UH TIPO 1
- UH TIPO 2
- EQUIPAMENTO
- ÁREA COMUM

IMPLANTAÇÃO

ÁREA TERRENO 13.382,41 m²
ESCALA: 1/500

QUADRO DE ÁREAS

ÁREA TERRENO	13.382,41 m ²
ÁREA DO CONDOMÍNIO	11.255,77 m ²
ÁREA PÚBLICA (mín. 15% = 2007,36m ²)	2.126,64m ²

ÍNDICES URBANÍSTICOS

Obs.: Foram calculados apenas índices que não dependem da área construída, devido a inexistência do projeto final
Obs.: Nas áreas não projetadas índices calculados a partir da projeção dos blocos de edifícios

EXIGIDO	PROJETO
ÁREA VERDE (Mín. 12%)	1350,69 m ² 2334,96 m ²
ÁREA EQUIPAMENTO (Mín. 10%)	1125,57 m ² 1756,24 m ²
DENSIDADE	MÁX. 75HAB/HA 67HAB/HA
PERMEABILIDADE (20%)	2676,48 m ² 6710,38 m ²
Ocupação MÁX. (80%)	9004,61m ² 6498,00m ² (57%)

RECUSOS

FRONTAL	EXIGIDO	PROJETO
LATERAL (mín. em uma das laterais)	1,5m	variável
FUNDOS	-	variável

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL

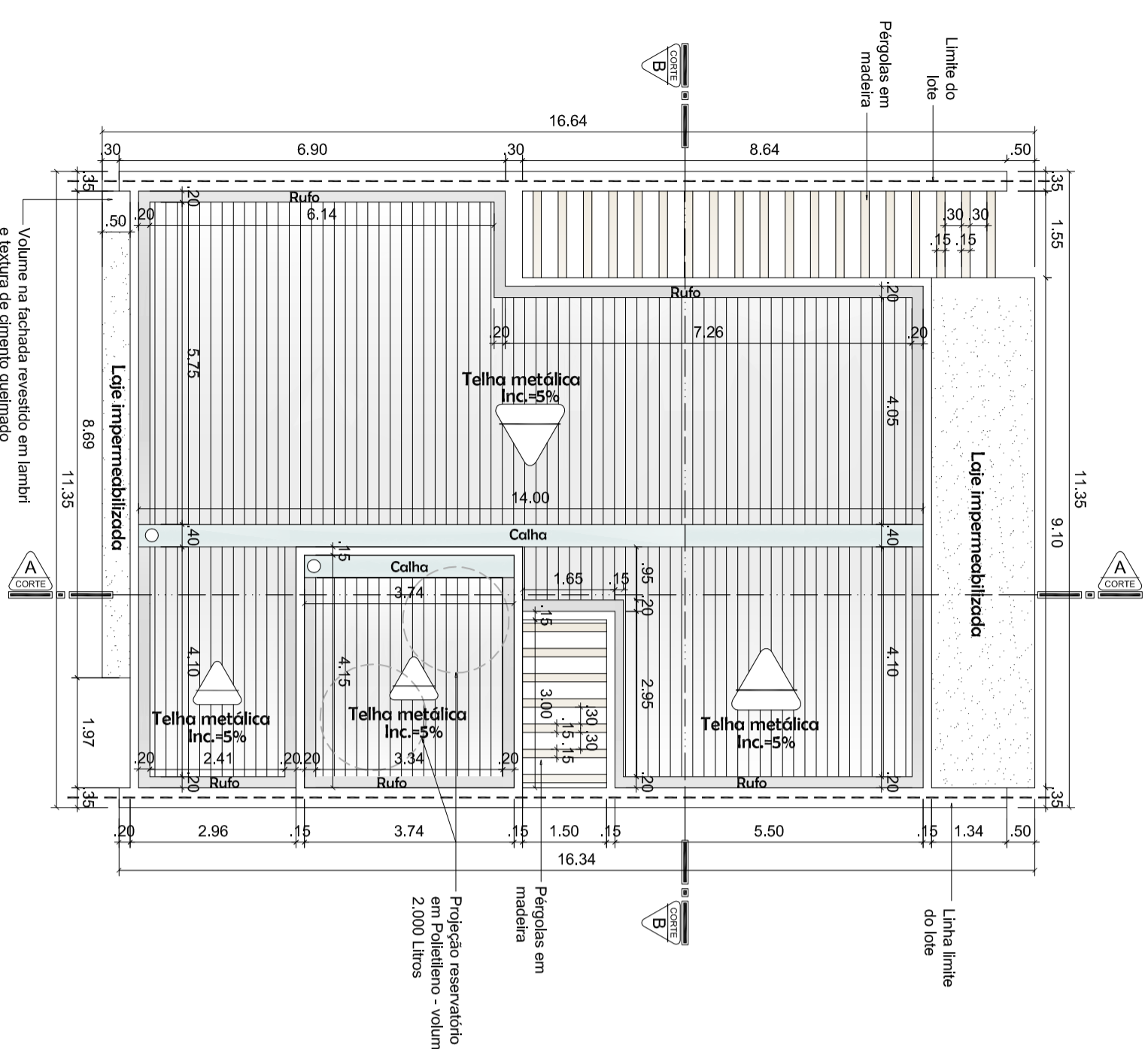
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR

AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO	FRANCHA
ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart	
COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA	01
ASSUNTO PLANTA DE SITUAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E DETALHE COBERTURA PASSEIO	
ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m ²	ESCALA: INDICADA
MAIO/2017	

QUADRO DE ESQUADRIAS

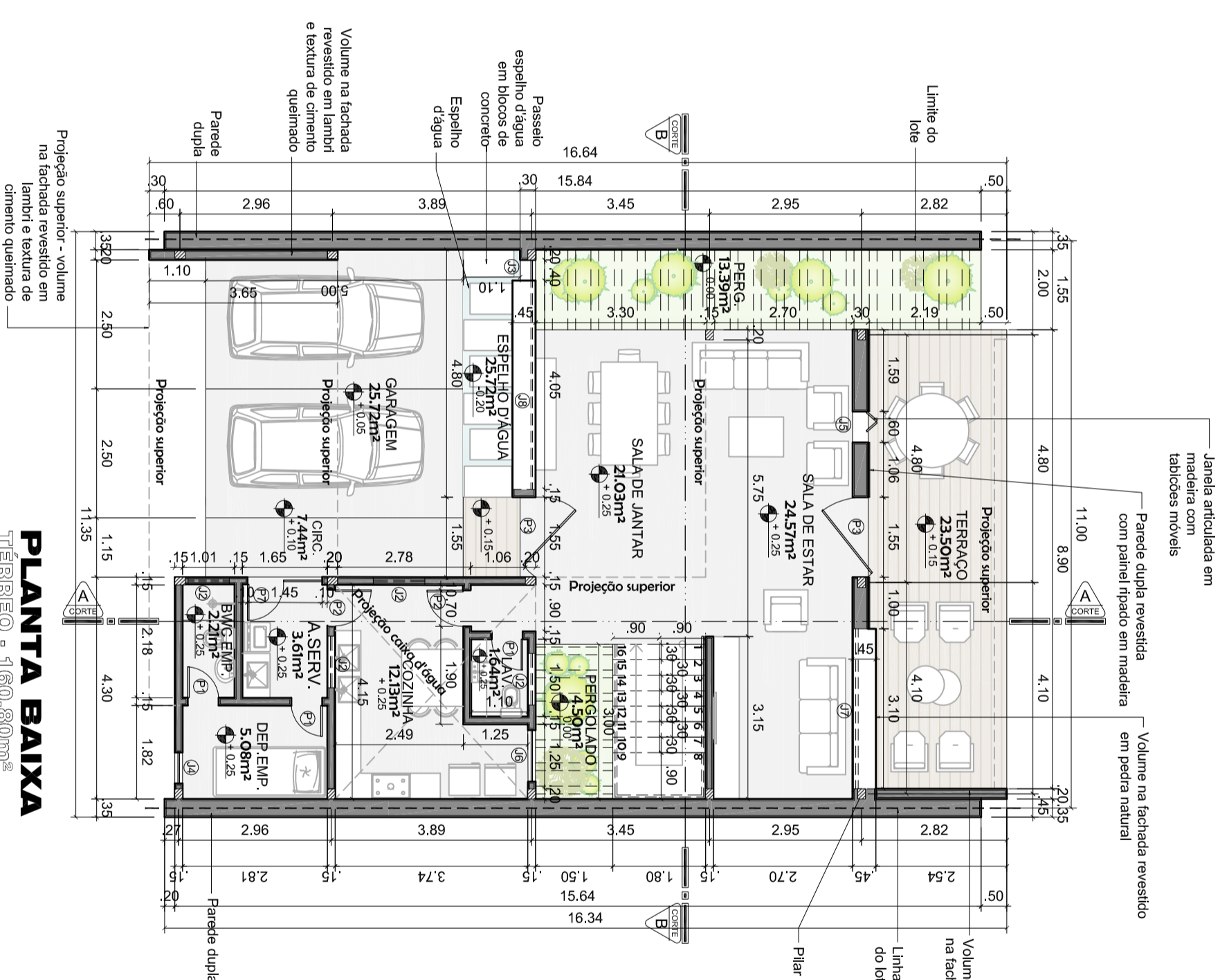
PORTAS				JANELAS				PAINÉIS ARTICULADOS					
ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PERFIL	MATERIAL	QUANT	AMBIENTE	ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PERFIL	MATERIAL	QUANT	AMBIENTE
P1	Giro	0,60 x 2,10	---	MDF	06	Lavabo, BWC's e Dep. de Empregada	J1	Correr	0,60 x 0,50	1,60	Madeira e vidro	02	BWC 1 e BWC 2
P2	Giro	0,70 x 2,10	---	MDF	05	Cozinha e Suíte	J2	Correr	1,00 x 0,50	1,60	Madeira e vidro	04	Lavabo, Cozinha e BWC Empregada
P3	Pivoteante	1,55 x 2,40	---	Madeira	02	Jantar/Estar	J3	Maxim-ar	0,40 x 2,40	---	Madeira e vidro	01	Parqueado
P4	Correr	2,00 x 2,10	---	Madeira	01	Suíte 3	J4	Fixa/ venezianas e vidro	0,60 x 4,85	0,75	Madeira	01	Dep. Empregada e BWC 3
P5	Correr	2,35 x 2,10	---	Madeira	01	Suíte 2	J5	venezianas articuladas	0,60 x 2,40	---	Madeira e vidro	01	Cozinha
P6	Correr	3,00 x 2,10	---	Madeira e vidro	06	Suíte 1	J6	Pivoteante	1,00 x 1,40	0,70	Madeira e vidro	01	Cozinha
P7	Giro/Fixo	1,45 x 2,10	---	Madeira	01	Área de Serv.	J7	Maxim-ar	3,10 x 0,80	1,60	Madeira e vidro	01	Sala de Estar
							J8	Maxim-ar	4,05 x 0,40	2,00	Madeira e vidro	01	Sala de Jantar

QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA CONSTRUÍDA	160,80m ²
PAVIMENTO TÉRREO	93,20m ²
PAVIMENTO SUPERIOR	254,00m ²
ÁREA TOTAL	254,00m ²



PLANTA DE COBERTURA


ESCALA: 1/100




PLANTA BAIXA

TÉRREO = 160,80m²

ESCALA: 1/100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARÇA Goulart

COORDENADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

ASSUNTO
UH TIPO 1 - PLANTA DE COBERTURA E PLANTA BAIXA
PAVIMENTO TÉRREO

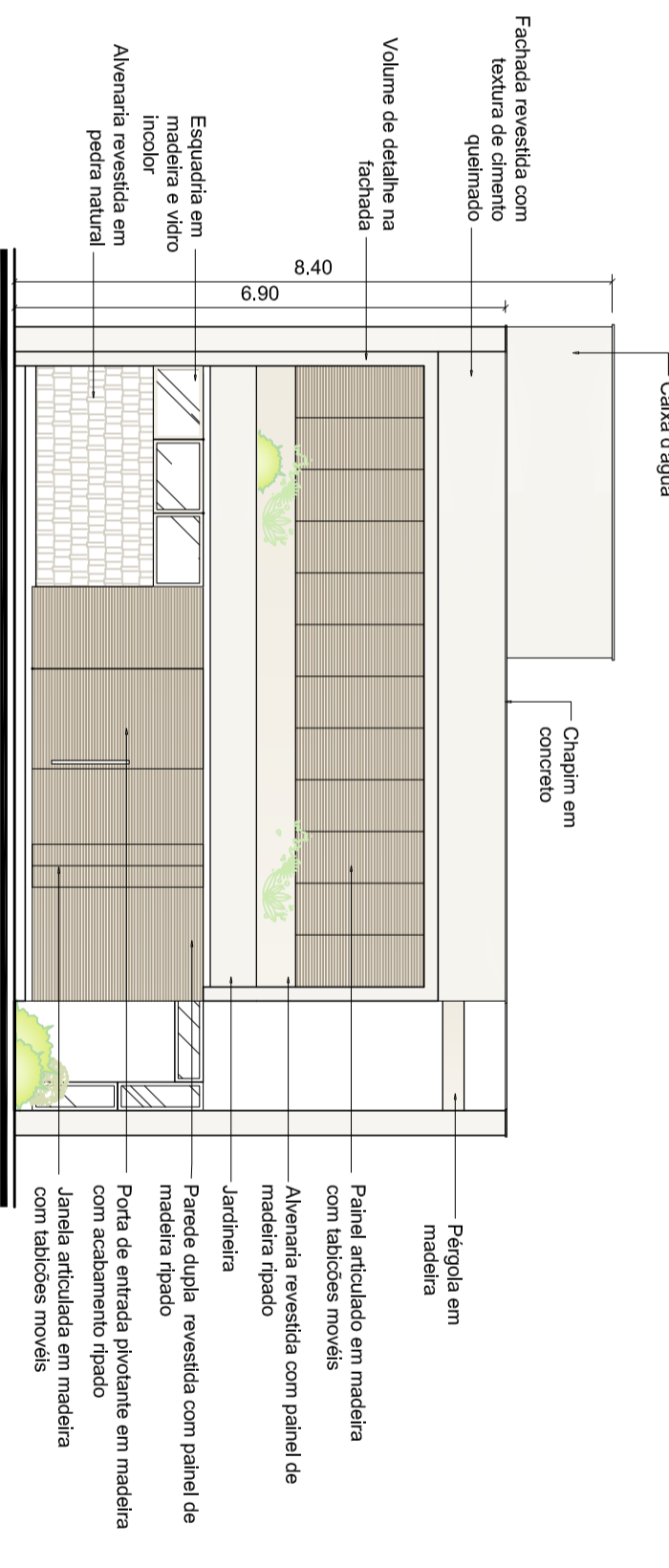
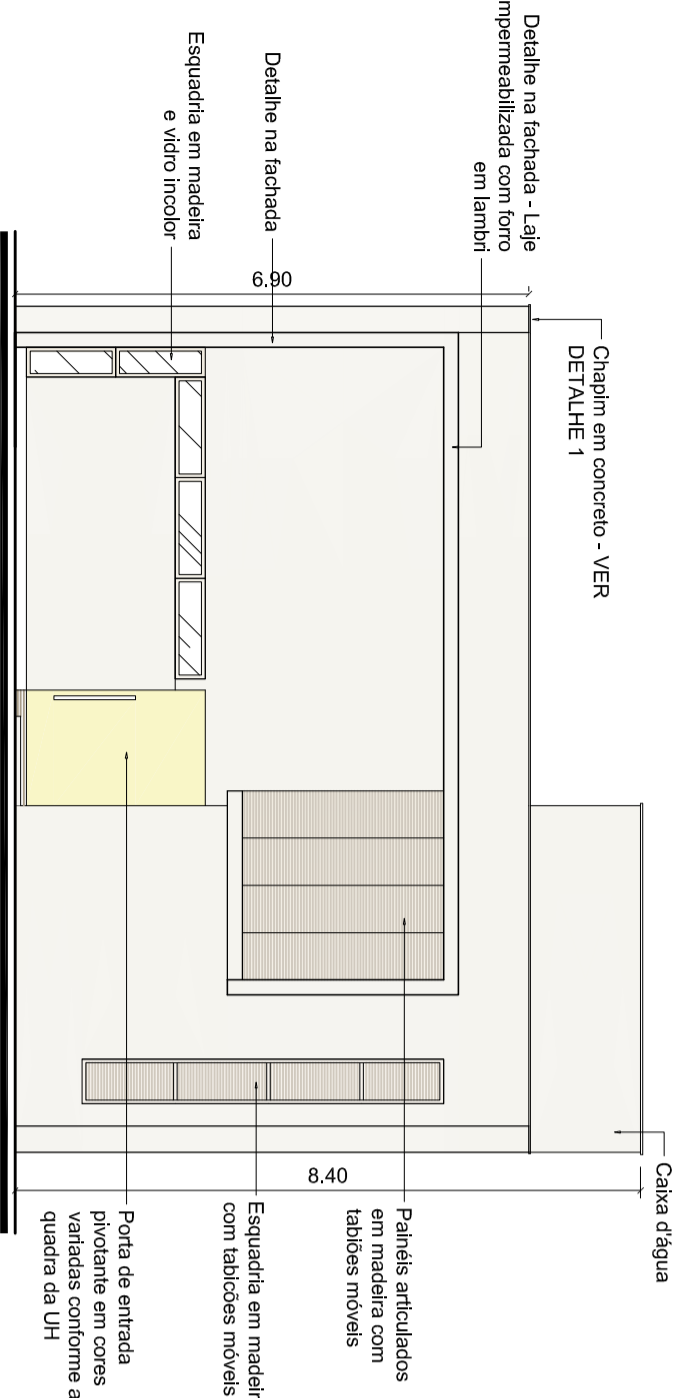
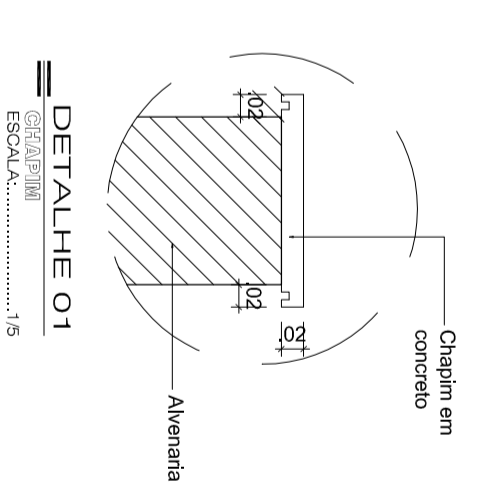
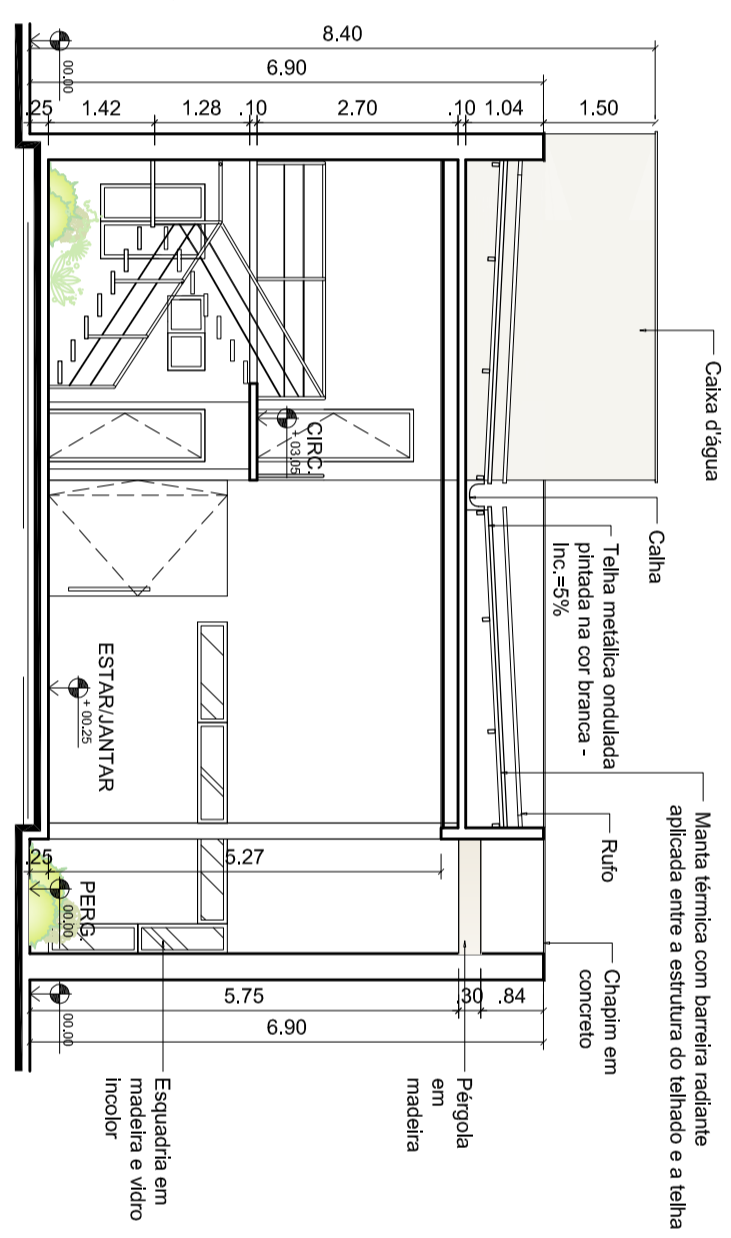
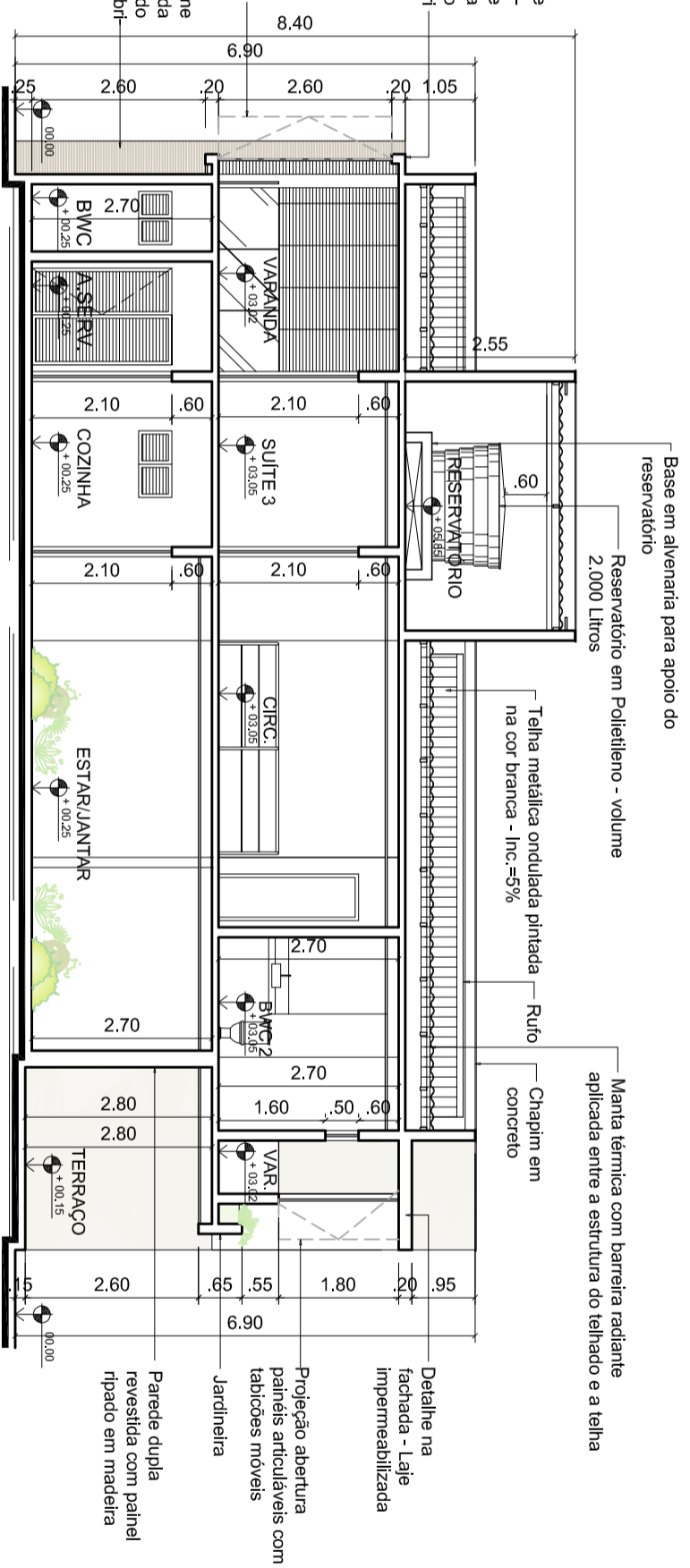
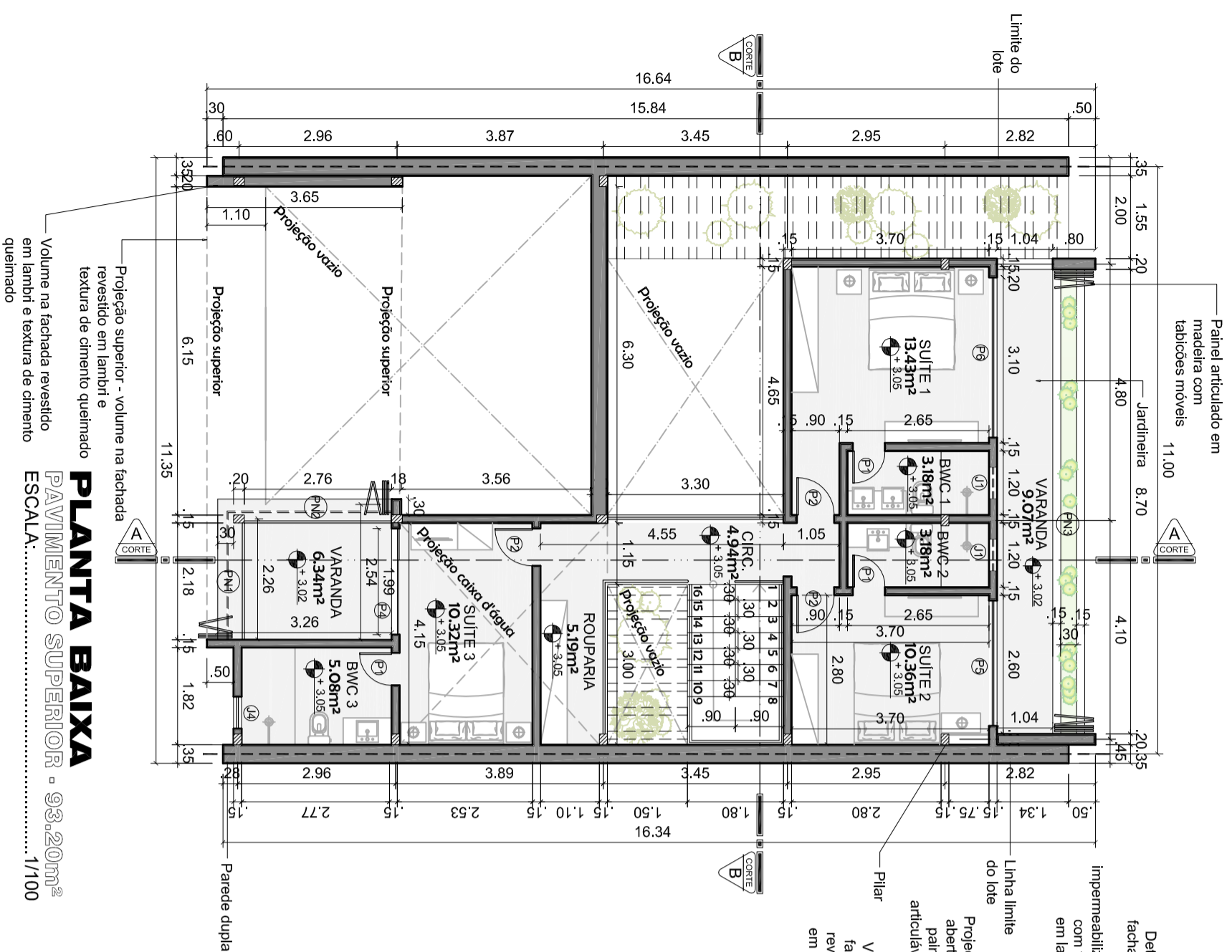
FRANCHA
02

13

ESCALA:
1/100

MAIO/2017

UH TIPO 1

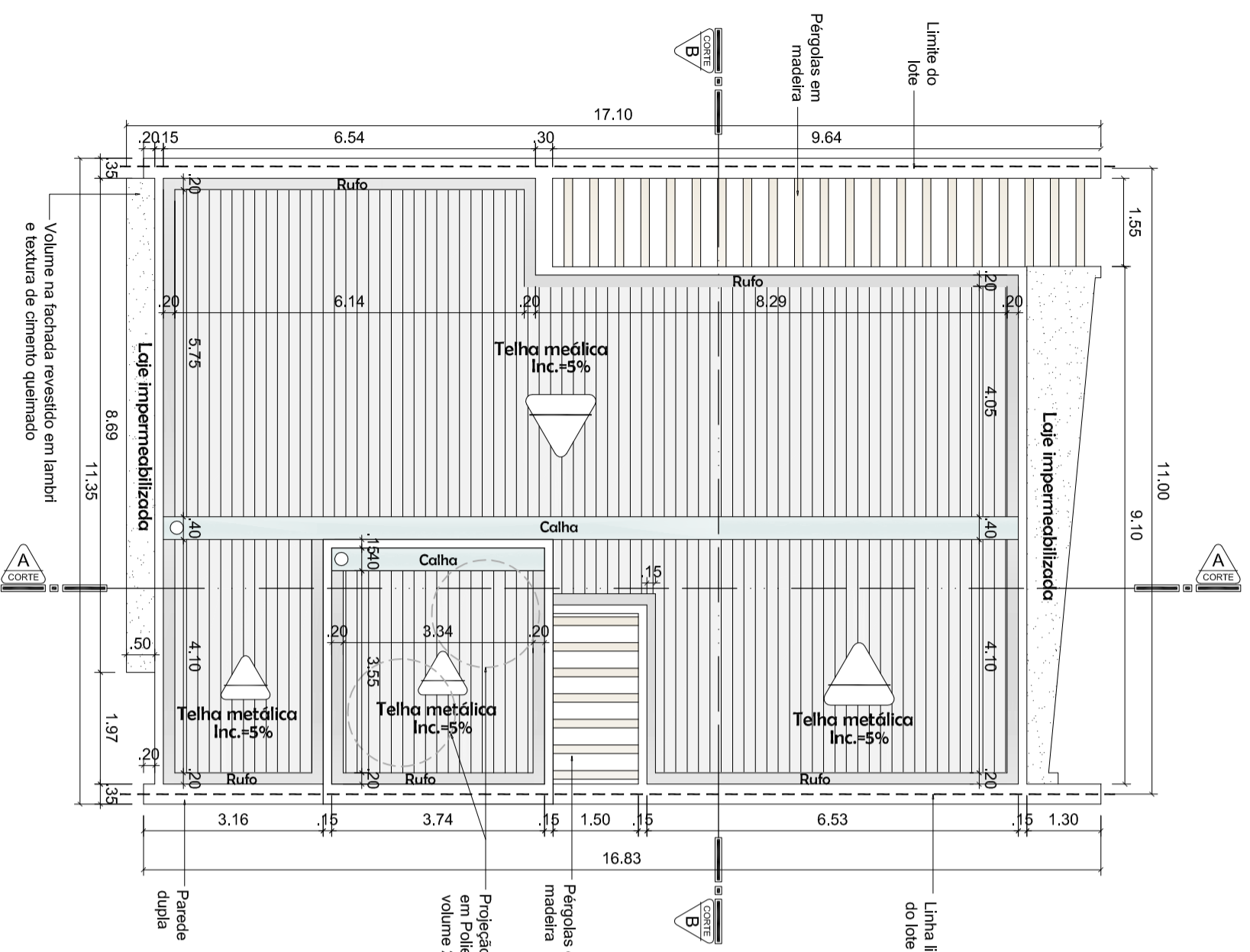


<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>				
<p>APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR</p>				
AUTORIA:	LARISSA LOPES DE CASTRO	FRANCHA		
ORIENTADOR:	SOLANGE VIRGINIA GALARCA GOULART			
COORDENADOR:	RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA	03 13		
ASSUNTO	UH TIPO 1 - PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR, CORTES E FACHADAS			
ÁREA DO TERRENO:	13.382,41 m ²	ESCALA:	1/100	MAIO/2017

QUADRO DE ESQUADRIAS

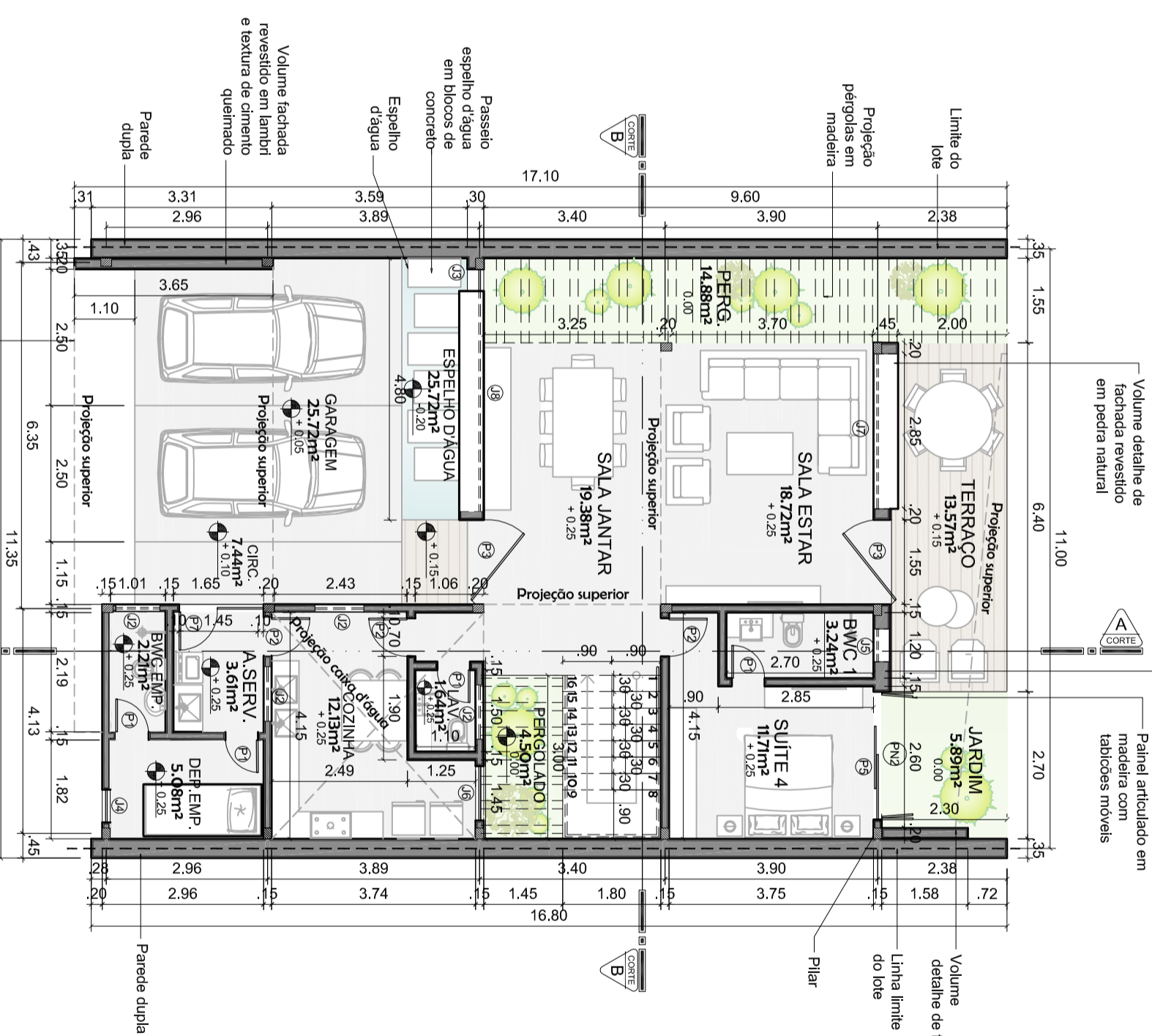
PORTAS				JANELAS				PAINÉIS ARTICULADOS					
ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PETIÇÃO	MATERIAL	QUANT.	AMBIENTE	ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PETIÇÃO	MATERIAL	QUANT.	AMBIENTE
P1	Gllo	0,60 x 2,10	---	MDF	06	Lavabo, BWC's 2, Dep. de Empregada	J1	Correr	0,60 x 0,50	1,60	Madeira e vidro	02	BWC 1 e BWC 2
P2	Gllo	0,70 x 2,10	---	MDF	05	Cozinha e Sultes	J2	Correr	1,00 x 0,50	1,60	Madeira e vidro	04	Lavabo, Cozinha e BWC Empregada
P3	Prudate	1,55 x 2,40	---	Madeira	02	Jantar/Estar	J3	Maxim-ar	0,40 x 2,40	---	Madeira e vidro	01	Pergolado
P4	Correr	2,00 x 2,10	---	Madeira e vidro	01	Suite 3	J4	Maxim-ar e vidro	0,60 x 4,85	0,75	Madeira	01	Dep. Empregada e BWC 3
P5	Correr	2,35 x 2,10	---	Madeira e vidro	02	Suite 2 e Suite 4	J5	Tabalcao	0,60 x 0,50	1,60	Madeira	01	BWC 4
P6	Correr	3,00 x 2,10	---	Madeira e vidro	06	Suite 1	J6	Pivocante	1,00 x 1,40	0,70	Madeira e vidro	01	Cozinha
P7	Grifivo	1,45 x 2,10	---	Madeira	01	Area de Serv.	J7	Maxim-ar	2,95 x 0,80	1,60	Madeira e vidro	01	Sala de Estar
							J8	Maxim-ar	4,05 x 0,40	2,00	Madeira e vidro	01	Sala de Jantar

QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA CONSTRUÍDA	165,58m ²
PAVIMENTO TÉRREO	95,22m ²
ÁREA TOTAL	260,80m ²



PLANTA DE COBERTURA



ESCALA:.....1/100



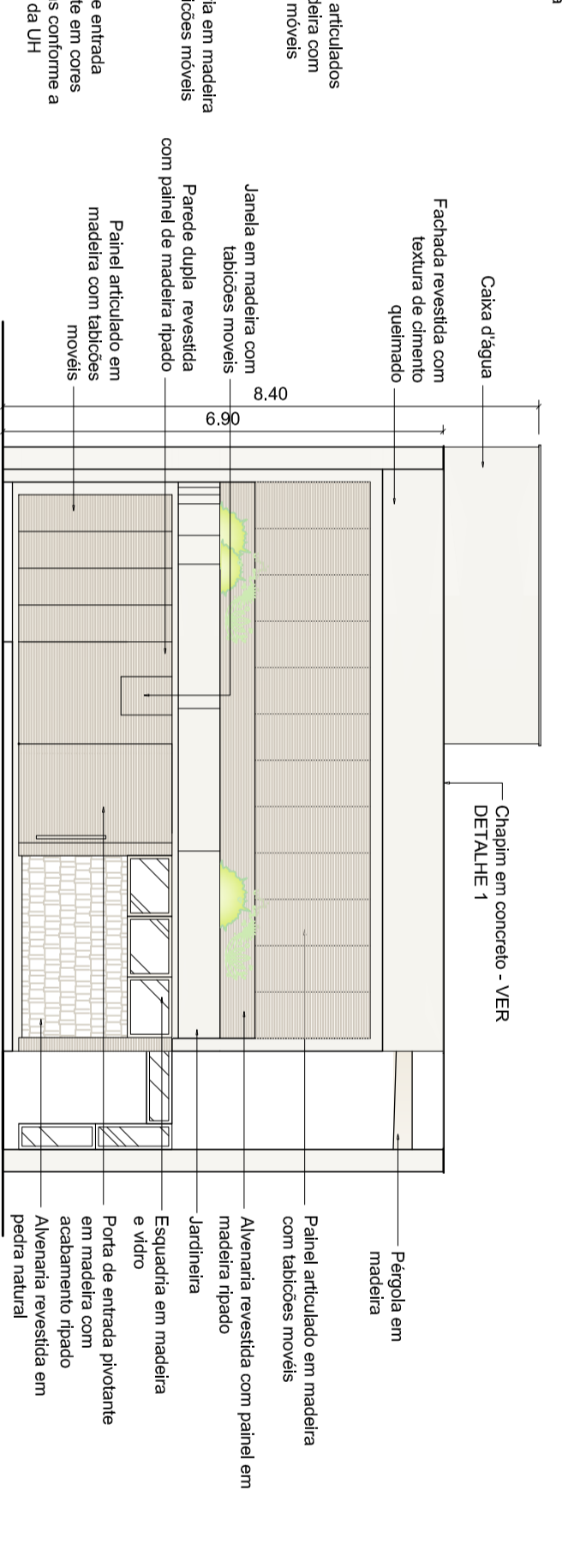
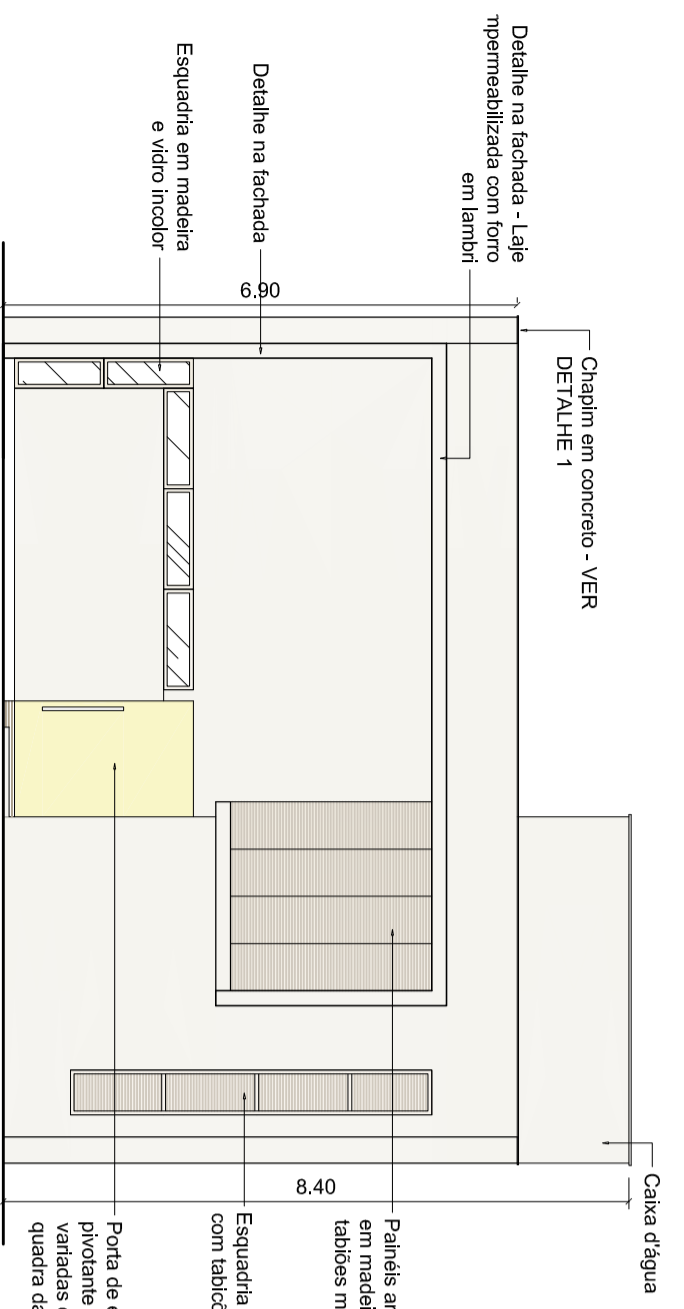
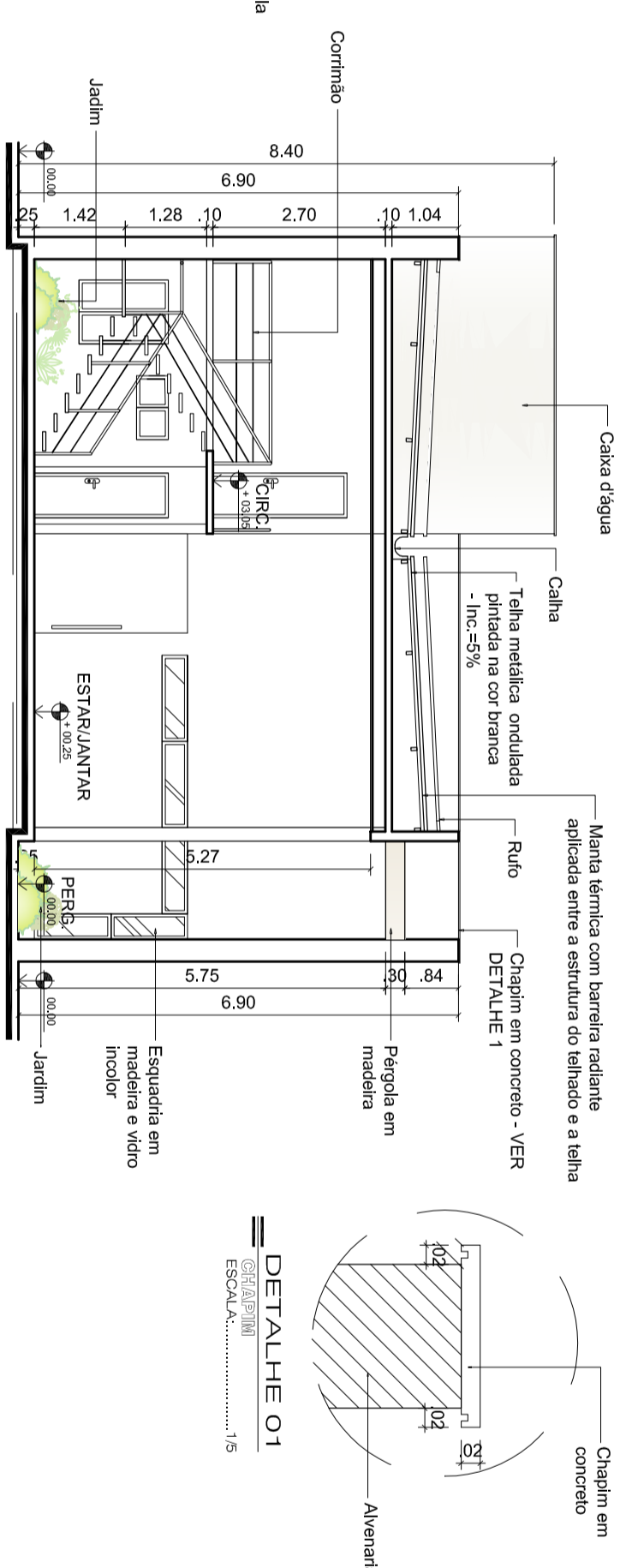
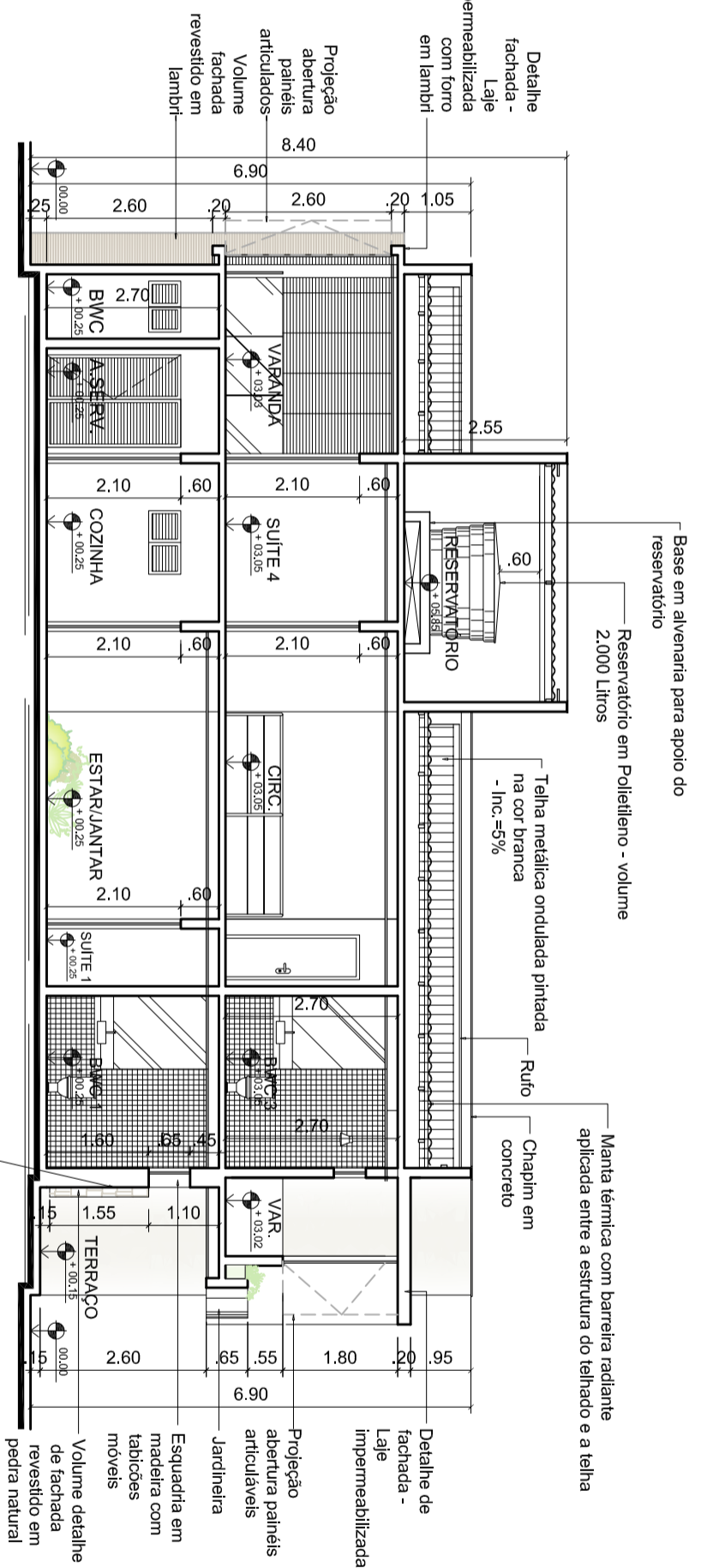
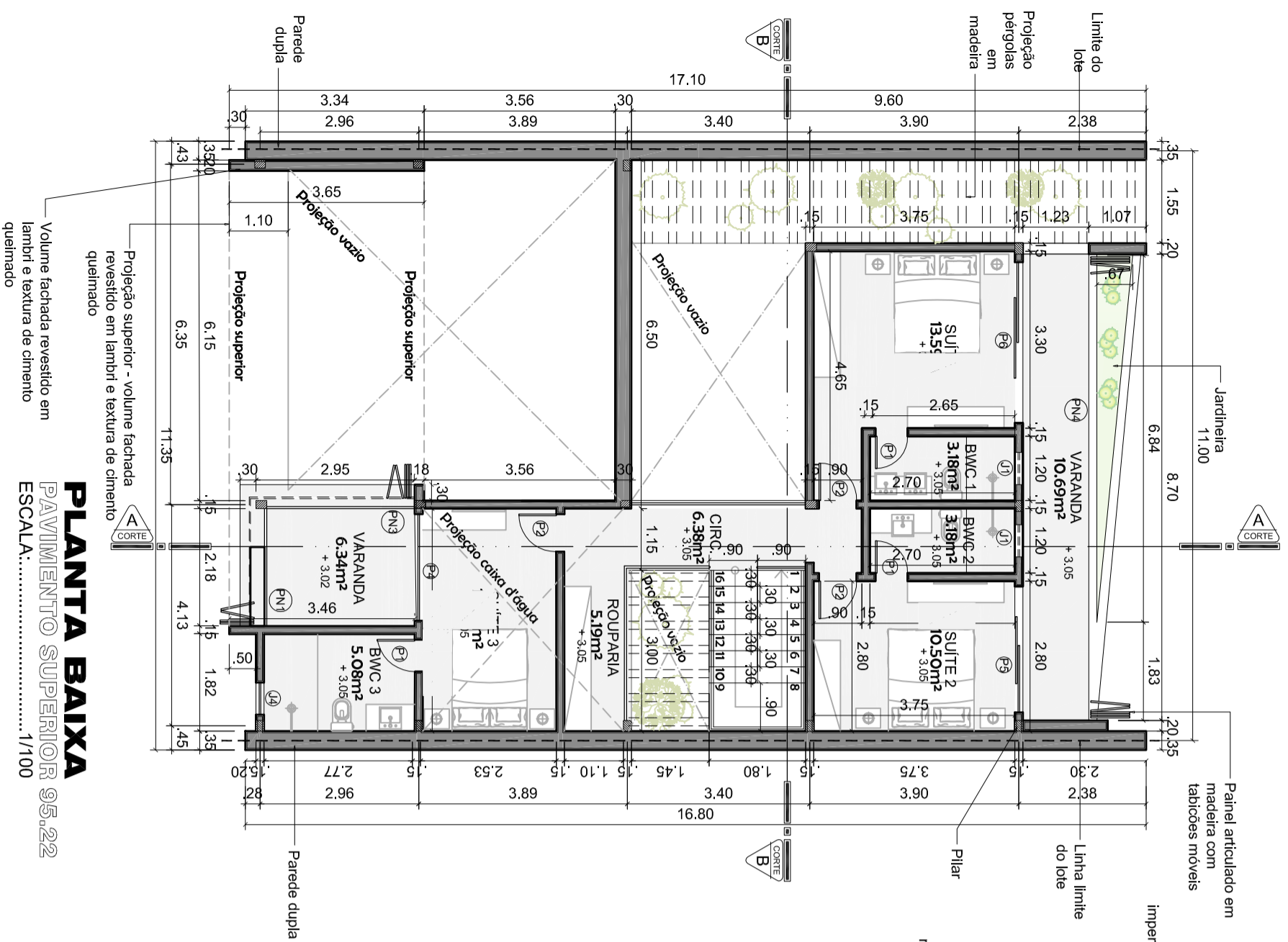
PLANTA BAIXA

TÉRREO - 165,58m²

ESCALA:.....1/100

 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>			
<p>APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRADO POTIGUAR</p>			
<p>AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO</p>		<p>FRANCHA 04</p>	
<p>ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARÇA Goulart</p>		<p>PLANTA 13</p>	
<p>COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	
<p>ASSUNTO UH TIPO 2 - PLANTA DE COBERTURA E PLANTA BAIXA</p>		<p>MAIO/2017</p>	
<p>ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m²</p>			

UH TIPO 2



<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>			
<p>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR</p>			
<p>AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO</p>		<p>PRANCHA</p>	
<p>ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart</p>		<p>05</p>	
<p>COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA</p>		<p>13</p>	
<p>ASSUNTO UH TIPO 2 - PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR, CORTES E FACHADAS</p>		<p>MAIO/2017</p>	
<p>ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m²</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	

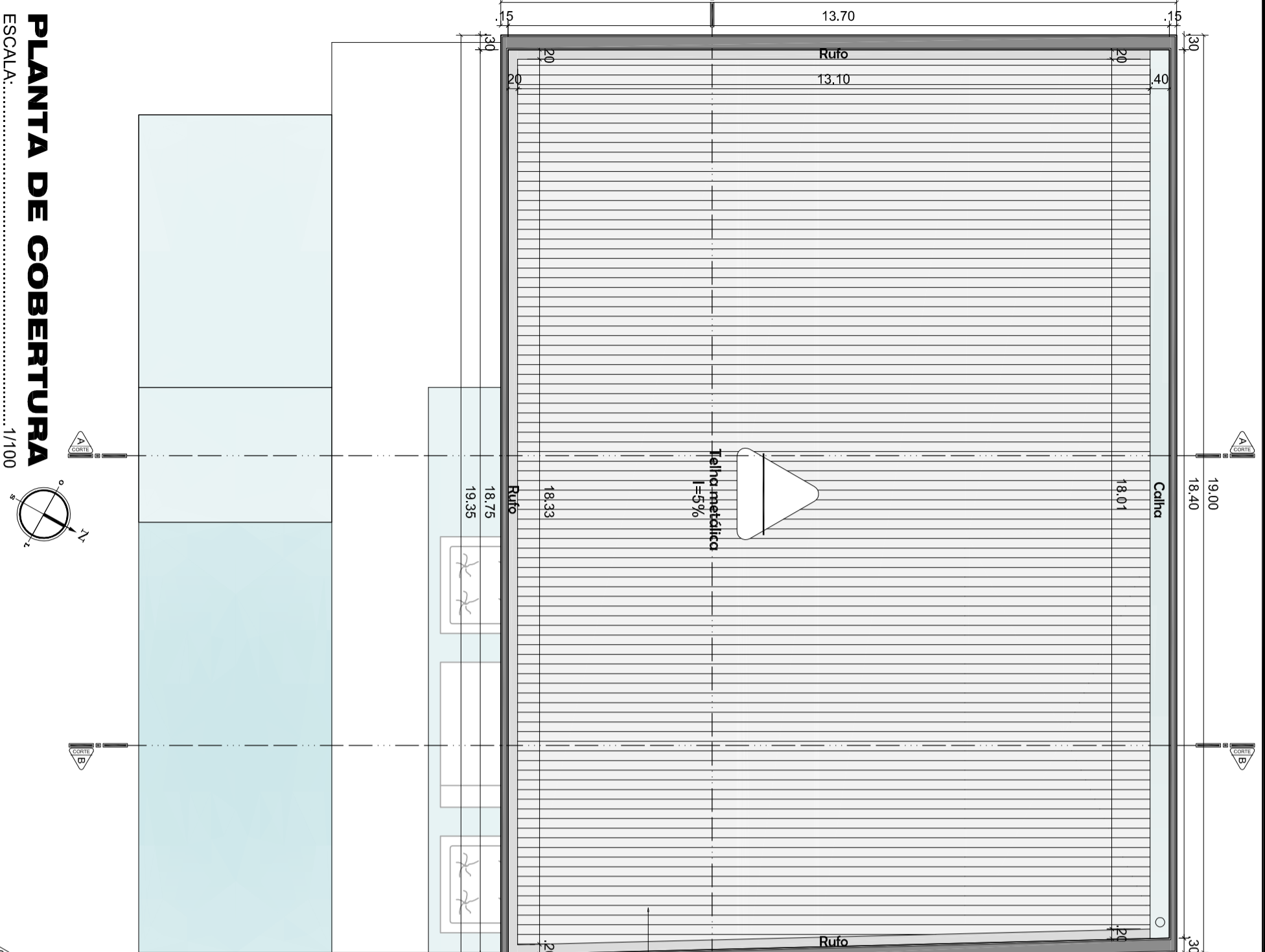
QUADRO DE ESQUADRIAS

PORTAS				JANELAS									
ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PETITUM	MATERIAL	QUANT.	AMBIENTE	ESQ.	ABERTURA	DIMENSÃO VÃO	PETITUM	MATERIAL	QUANT.	AMBIENTE
P1	Giro	0,60 x 2,10	--	Madeira	02	BWC Funcionários e DMIL	J1	Boca de Ião	0,60 x 0,50	2,10	Madeira e Vidro	02	BWC Funcionários e DMIL
P2	Giro	0,70 x 2,10	--	Madeira/MDF	03	Cozinha, Depósito e Reservatório	J2	Boca de Ião	0,60 x 0,50	2,10	Madeira e Vidro	03	BWC's adaptados e Depósito
P3	Giro	0,80 x 2,10	--	Vidro	02	Sauna e Academia	J3	Boca de Ião	0,70 x 0,50	2,10	Madeira e Vidro	01	Cozinha
P4	Giro	0,90 x 2,10	--	MDF	03	BCW's Adaptados e Spa	J4	Correr' Fixa	4,69 x 1,80	0,30	Alumínio e Vidro	01	Academia
P5	Pivoteante	1,90 x 2,10	...	Madeira	01	Sala de festas	J5	Correr' Fixa	8,78 x 4,85	0,75	Madeira	01	Dep. Empregada e BWC 3

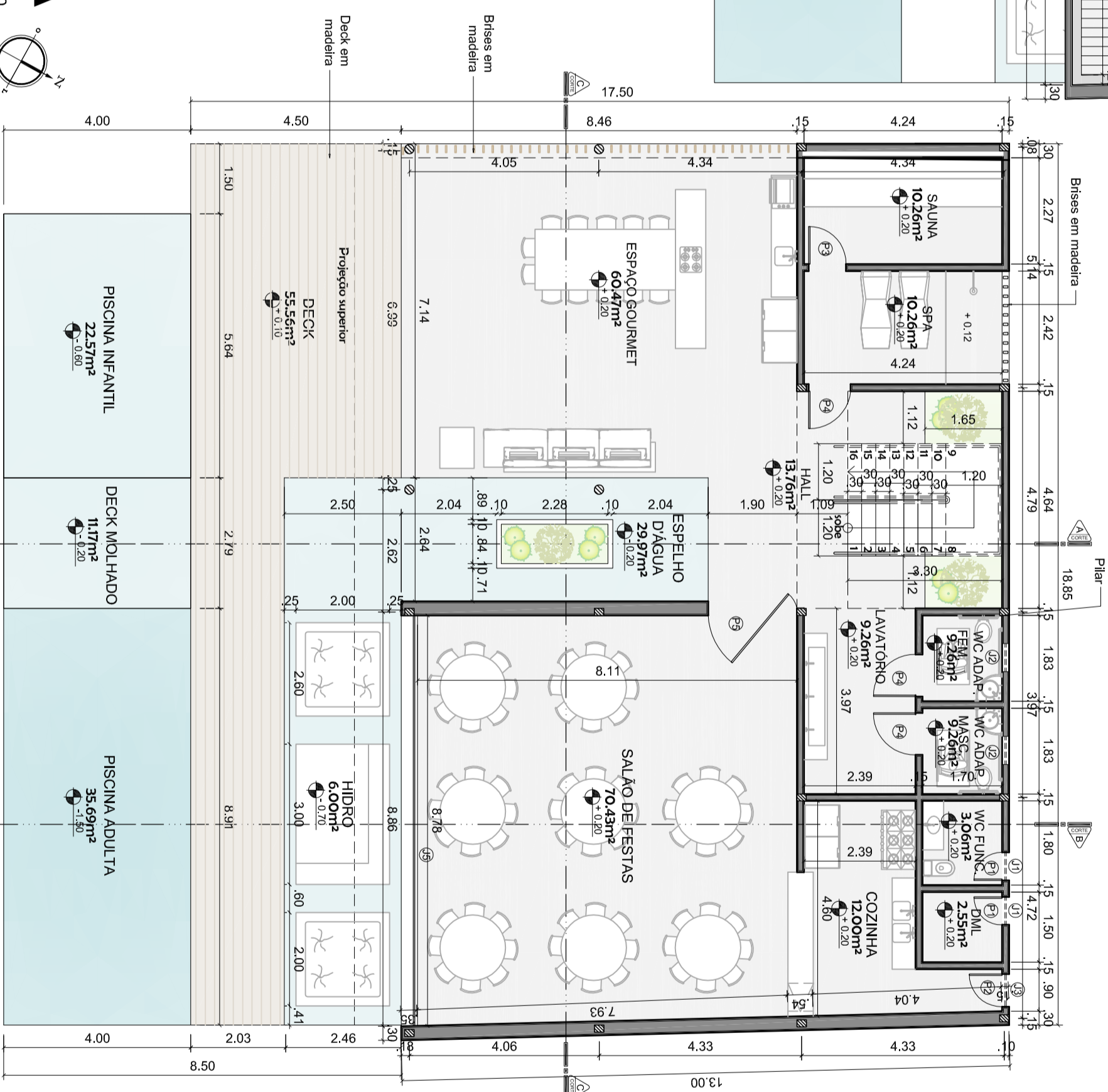
QUADRO DE ÁREAS

ÁREA CONSTRUIDA	
PAVIMENTO TÉRREO	247,15m²
PAVIMENTO SUPERIOR	71,22m²
ÁREA TOTAL	318,38m²

Telha metálica ondulada pintada na cor branca - Inc.=5%



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA:.....1/100



PLANTA BAIXA
TÉRREO = 247,15m²
ESCALA:.....1/100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart
COORDENADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

ASSUNTO
ÁREA DE LAZER -PLANTA DE COBERTURA E PLANTA BAIXA
PAVIMENTO TÉRREO

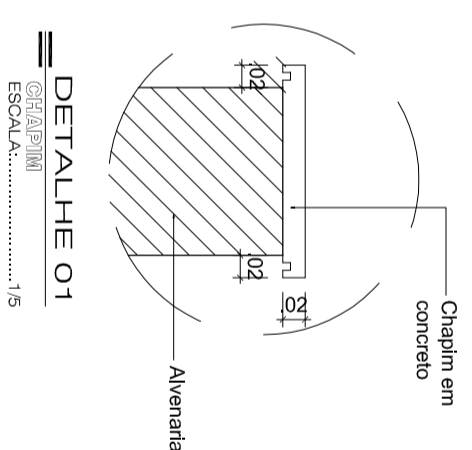
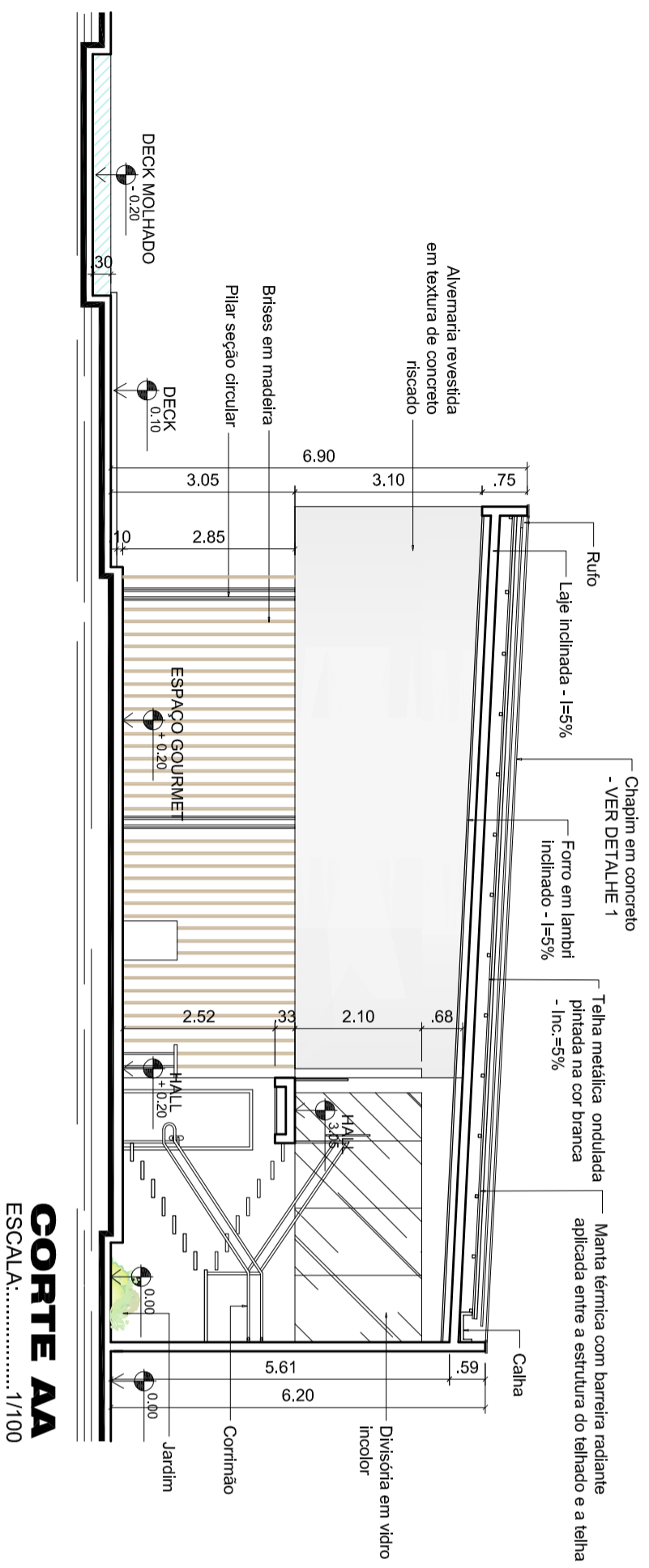
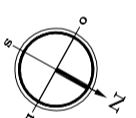
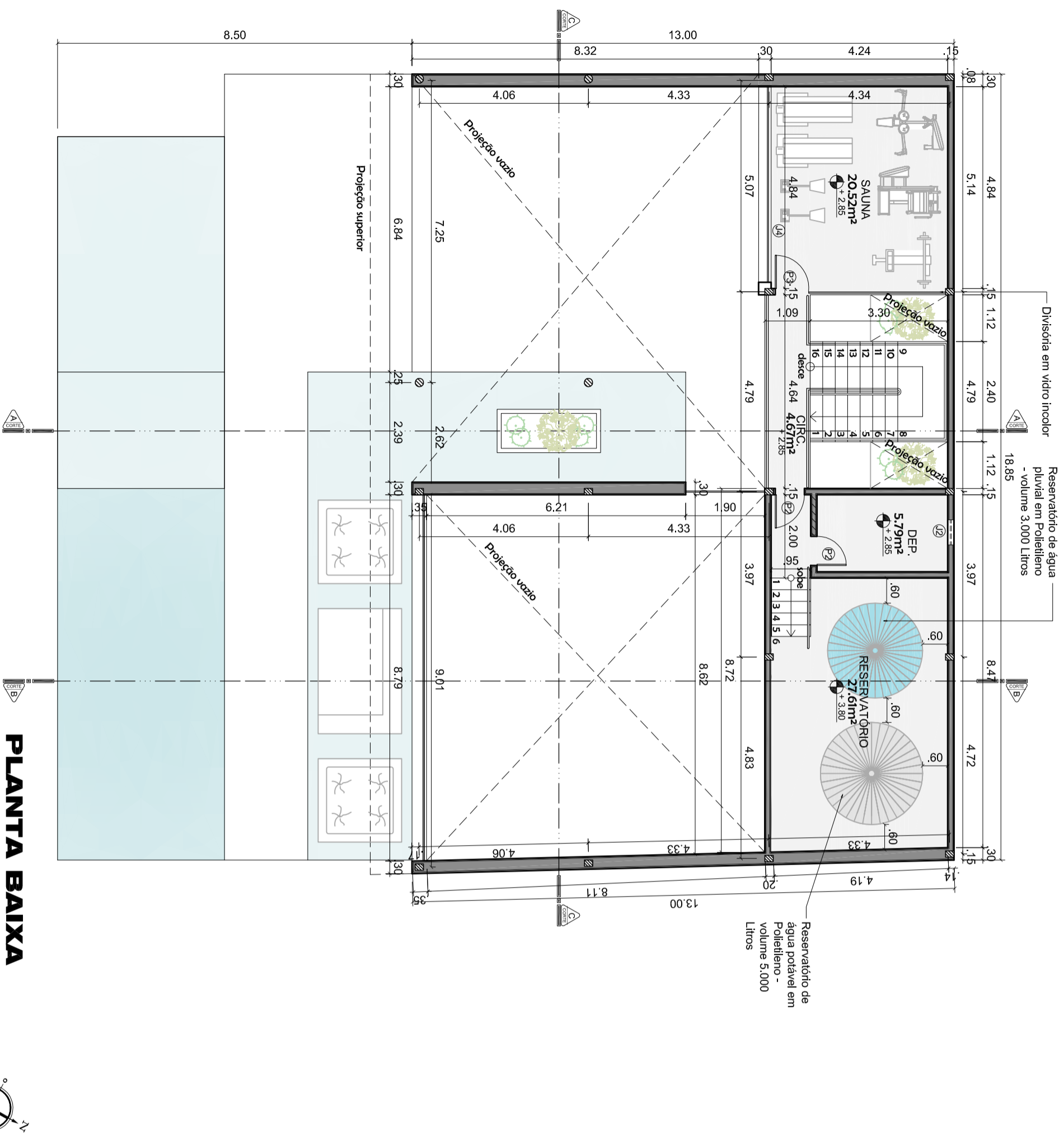
FRANCHA



06
13

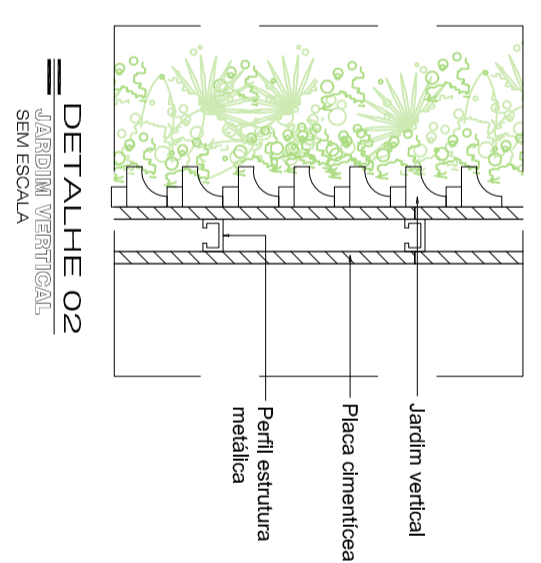
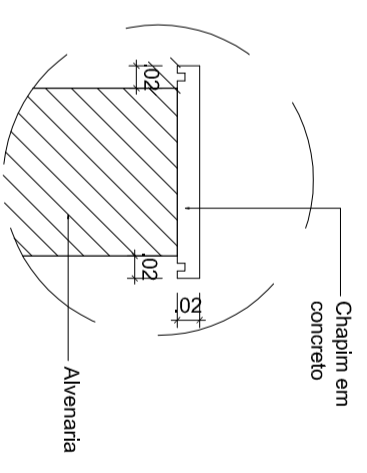
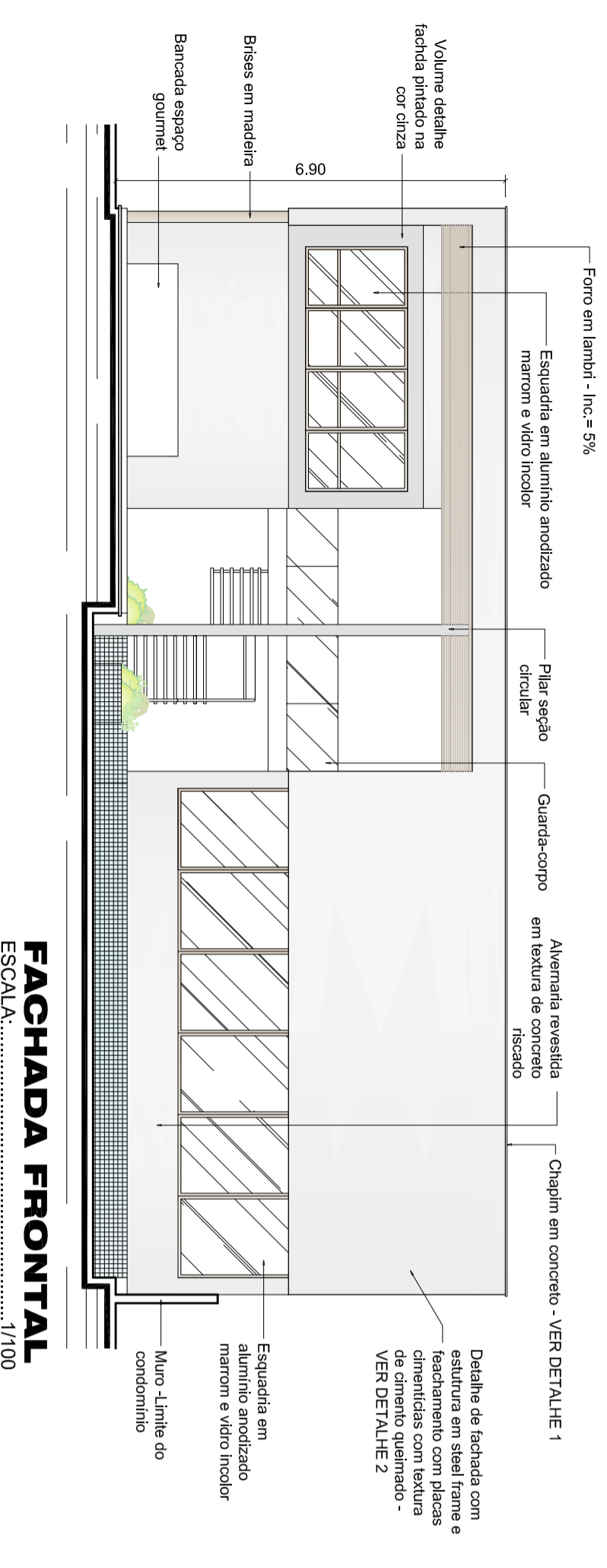
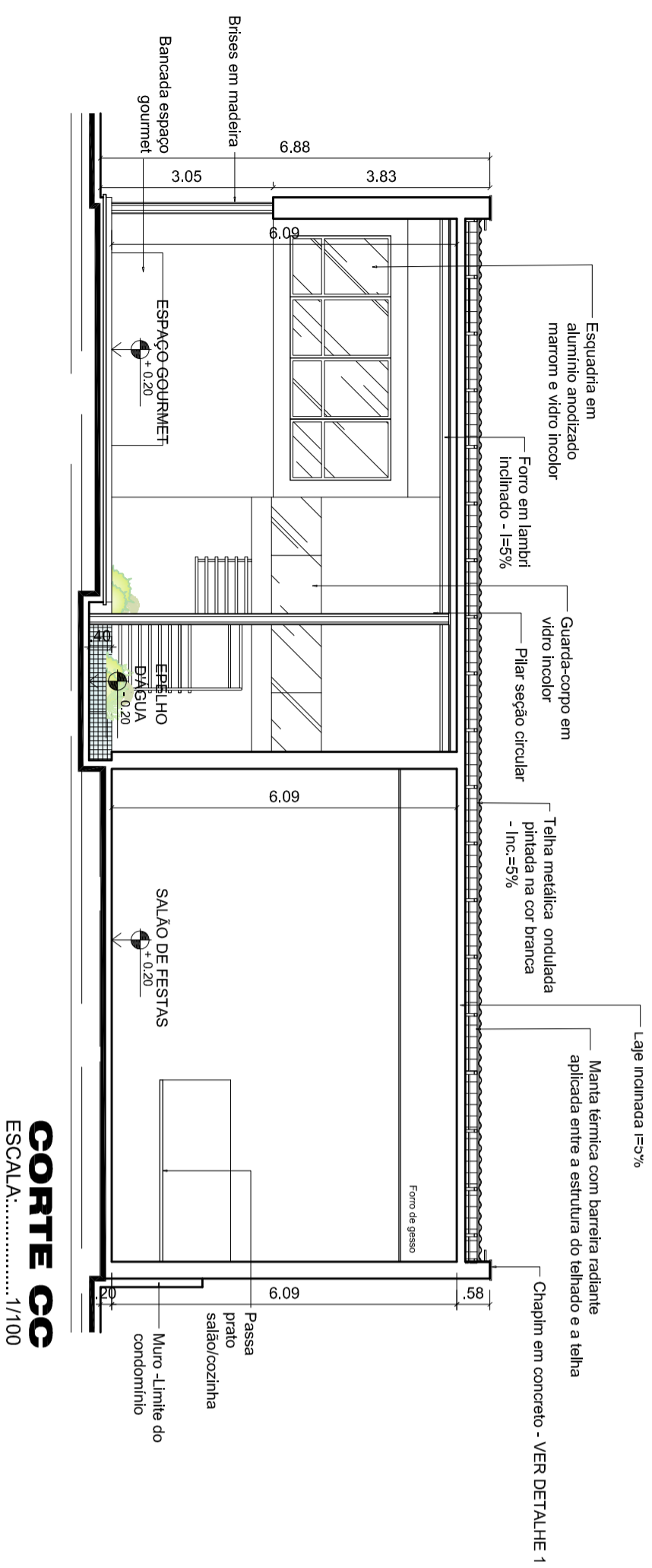
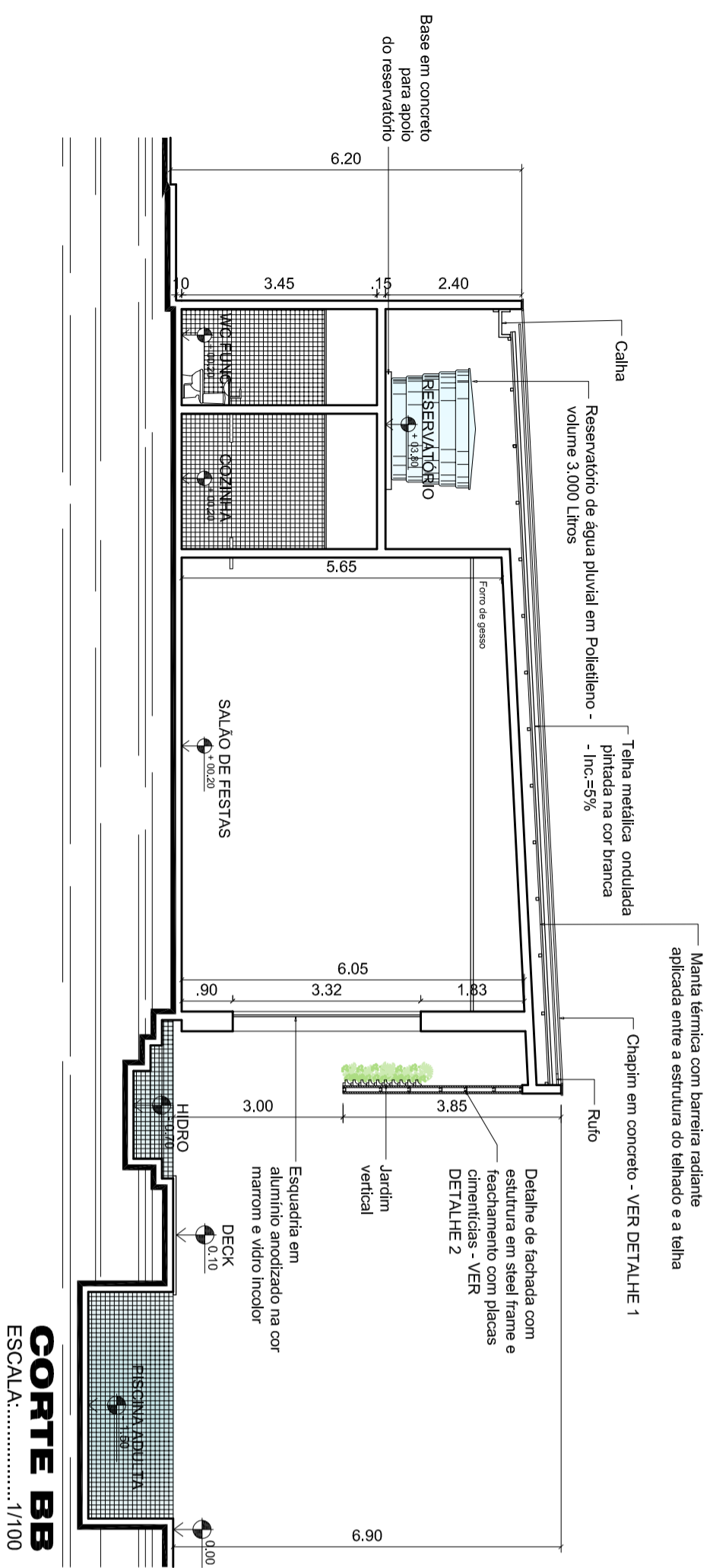
ÁREA DO TERRENO:
13.382,41 m²

ESCALA:
1/100

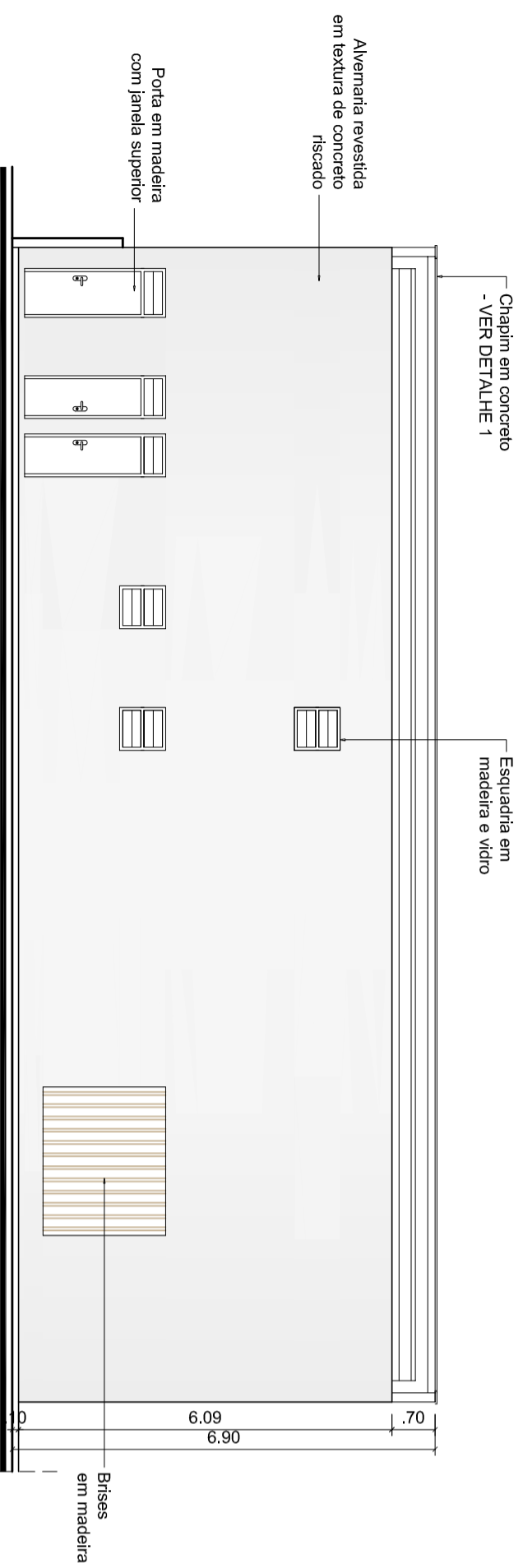
MAIO/2017



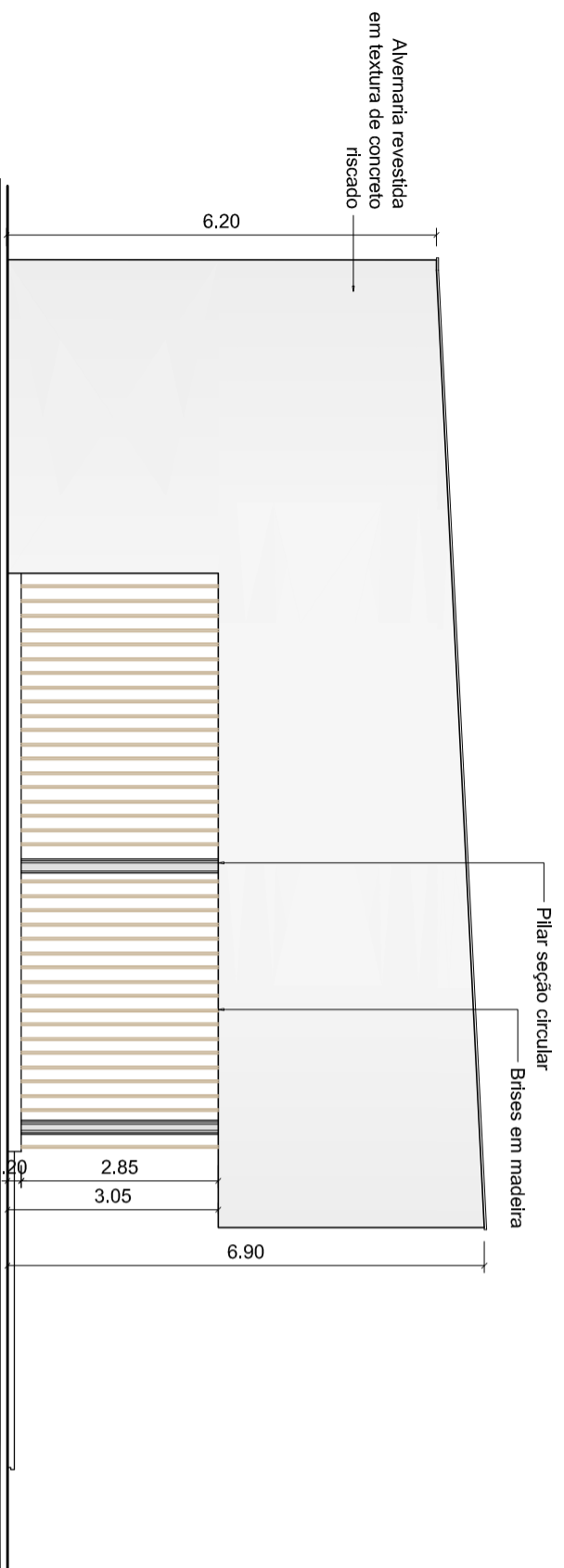
 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>			
<p>APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR</p>			
<p>AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO</p>		<p>FRANCHA</p>	
<p>ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart</p>		<p>07</p>	
<p>COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA</p>		<p>13</p>	
<p>ASSUNTO ÁREA DE LAZER - PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR E CORTE AA</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	
<p>ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m²</p>		<p>MAIO/2017</p>	



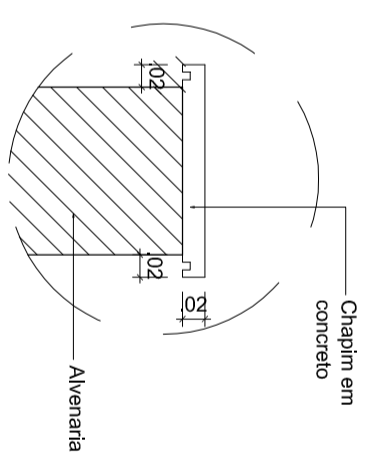
<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>		<p>PPCAU UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</p>	
<p>HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIO DO POTIGUAR</p>			
<p>AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO</p>			
<p>ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARÇA Goulart</p>			
<p>COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA</p>			
<p>ASSUNTO ÁREA DE LAZER - CORTES E FACHADAS</p>			
<p>ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m²</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	
<p>08</p>		<p>PRANCHA</p>	
<p>13</p>		<p>MAIO/2017</p>	



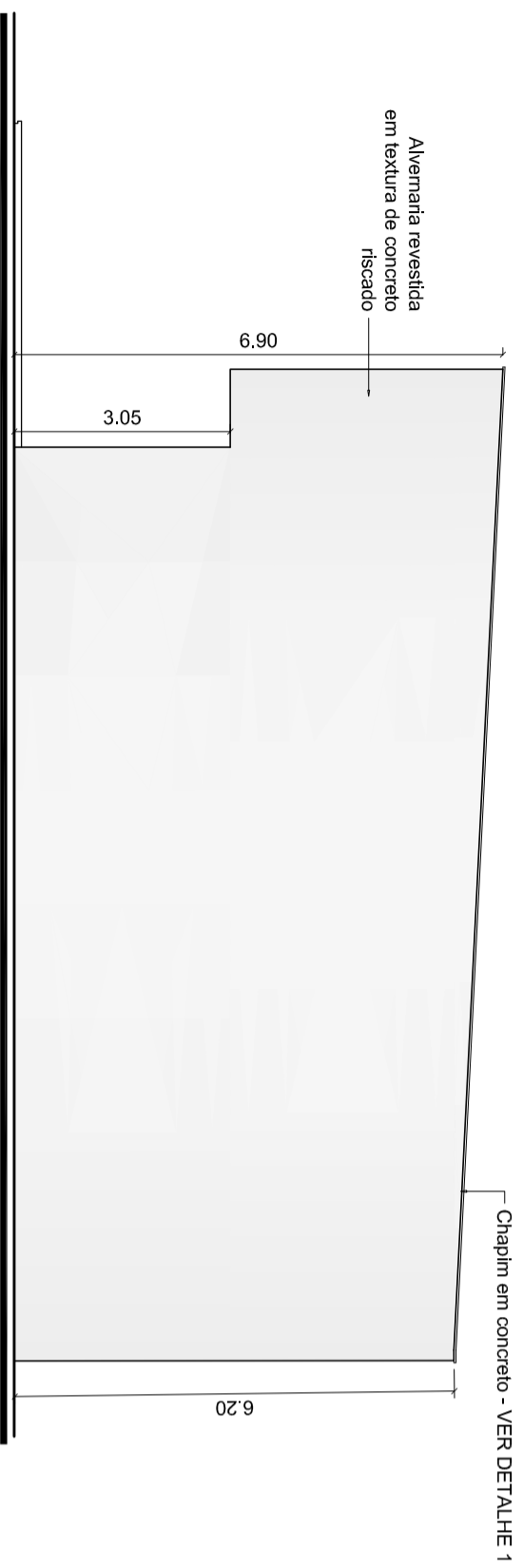
FACHADA POSTERIOR
ESCALA:..... 1/100



FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA:..... 1/100

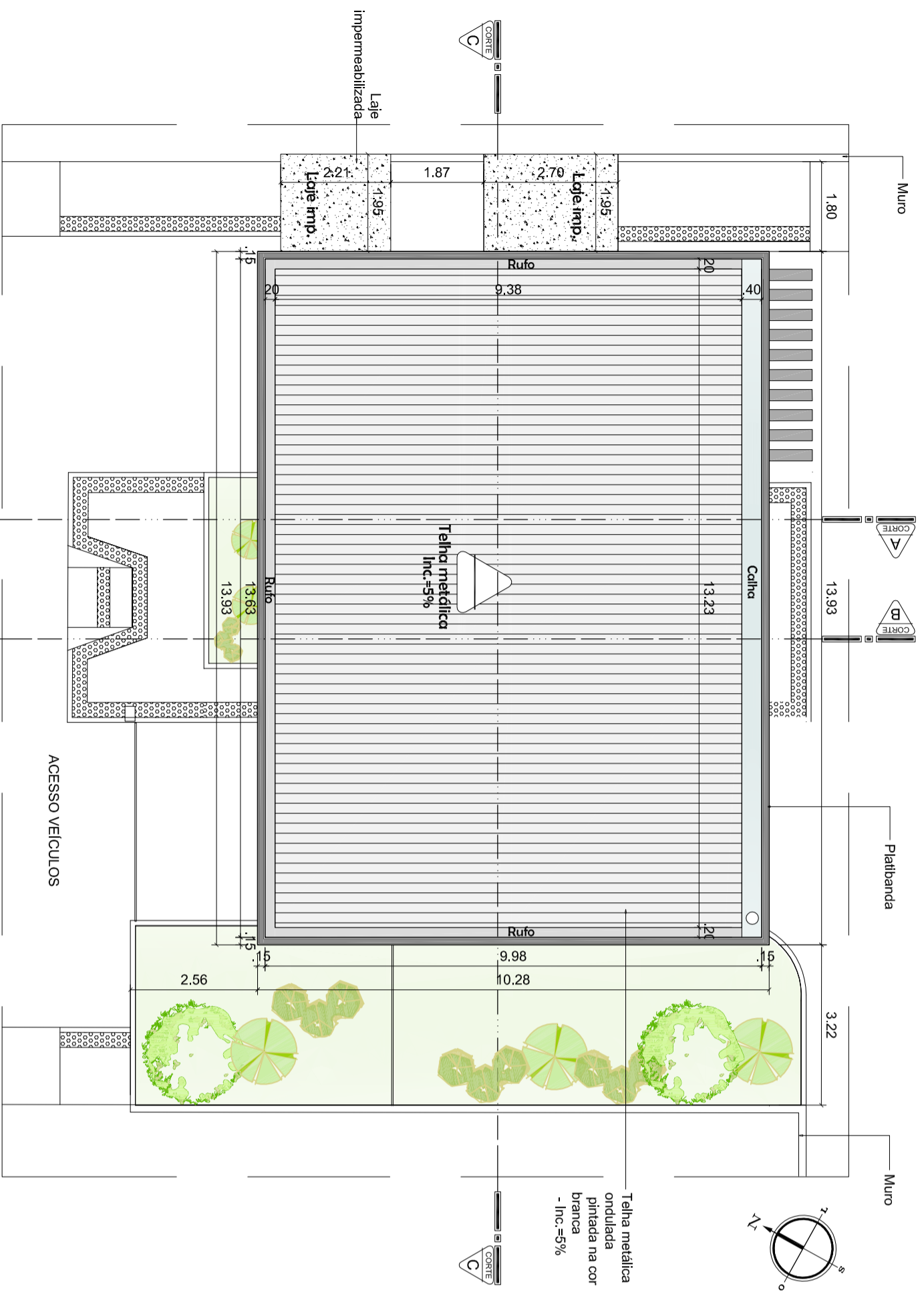


DETALHE 01
ESCALA:..... 1/5



FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA:..... 1/100

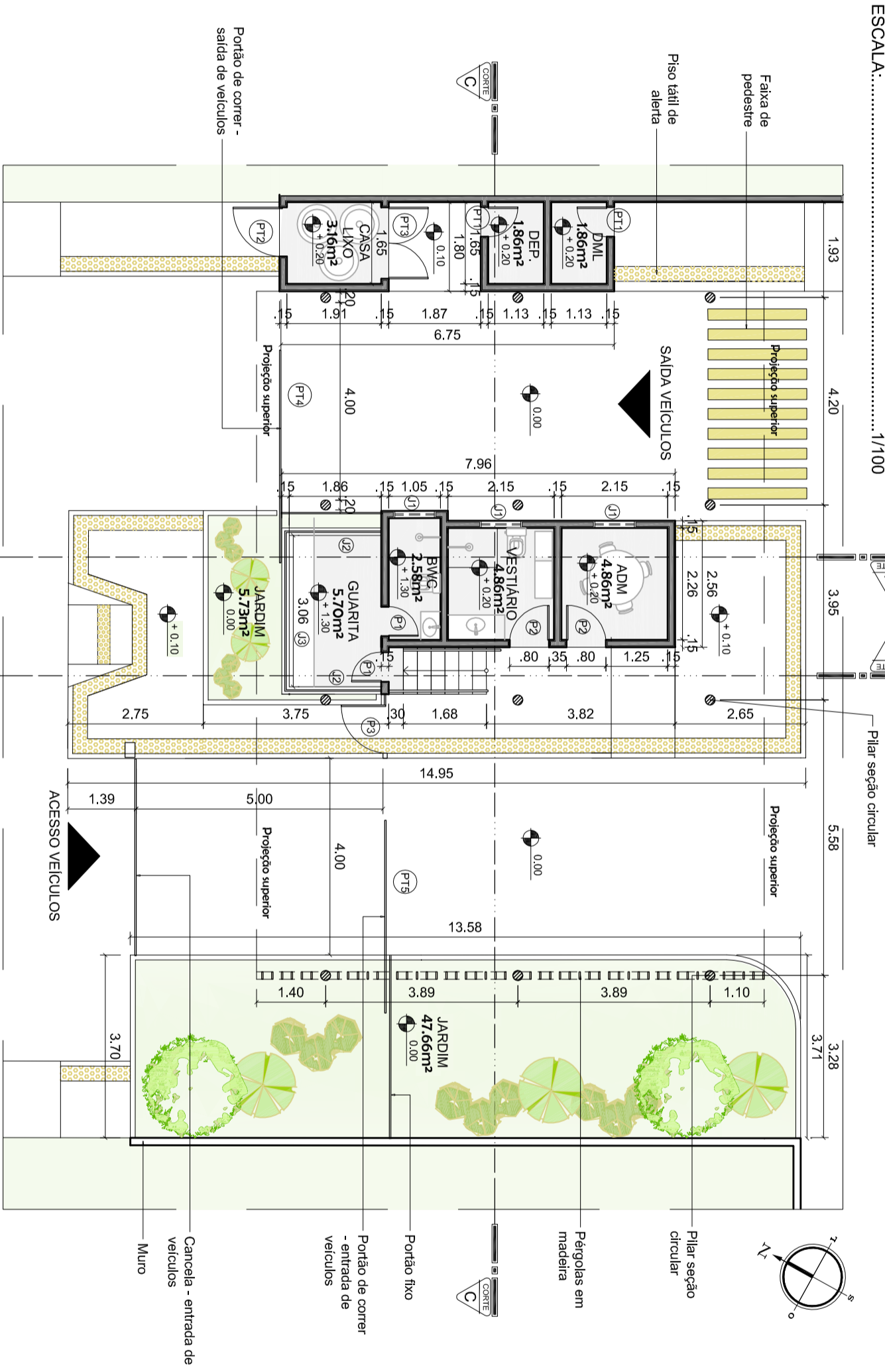
<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO MESTRADO PROFISSIONAL</p>		<p>FAU FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO</p>	
<p>APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR</p>			
<p>AUTORA: LARISSA LOPES DE CASTRO</p>		<p>FRANCHA 09</p>	
<p>ORIENTADOR: SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	
<p>COORDENADOR: RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA</p>		<p>MAIO/2017</p>	
<p>ASSUNTO ÁREA DE LAZER - FACHADAS</p>		<p>ÁREA DO TERRENO: 13.382,41 m²</p>	




PLANTA DE COBERTURA
ESCALA:..... 1/100

QUADRO DE ESQUADRIAS						
ESO.	ABERTURA	DIMENSÃO (X) (Y)		MATERIAL	QUANT.	AMBIENTE
		LONG.	ALC.			
P1	Giro	0,60	2,10	Madeira	01	BWC Guarita
P2	Giro	0,80	2,10	Madeira/MDF	02	ADM e Vestiário
P3	Vidro	1,70	1,80	Vidro	01	Guarita
PT1	Giro	0,60	2,10	Alumínio	02	Dep. e DML
PT2	Giro	1,00	2,10	Alumínio	01	Casa de lixo
PT3	Giro	1,45	2,10	Alumínio	01	Casa de lixo
PT4	Correr	4,70	1,70	Alumínio	01	Saída de veículos
PT5	Corre/Fixa	7,70	1,70	Alumínio	01	Entrada de veículos


QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA CONSTRUIDA	32,00m²
PAVIMENTO TÉRREO	32,00m²
ÁREA TOTAL	32,00m²



PLANTA BAIXA
ESCALA:..... 1/100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart

COORIENTADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

ASSUNTO
QUARTO -PLANTA DE COBERTURA E PLANTA BAIXA

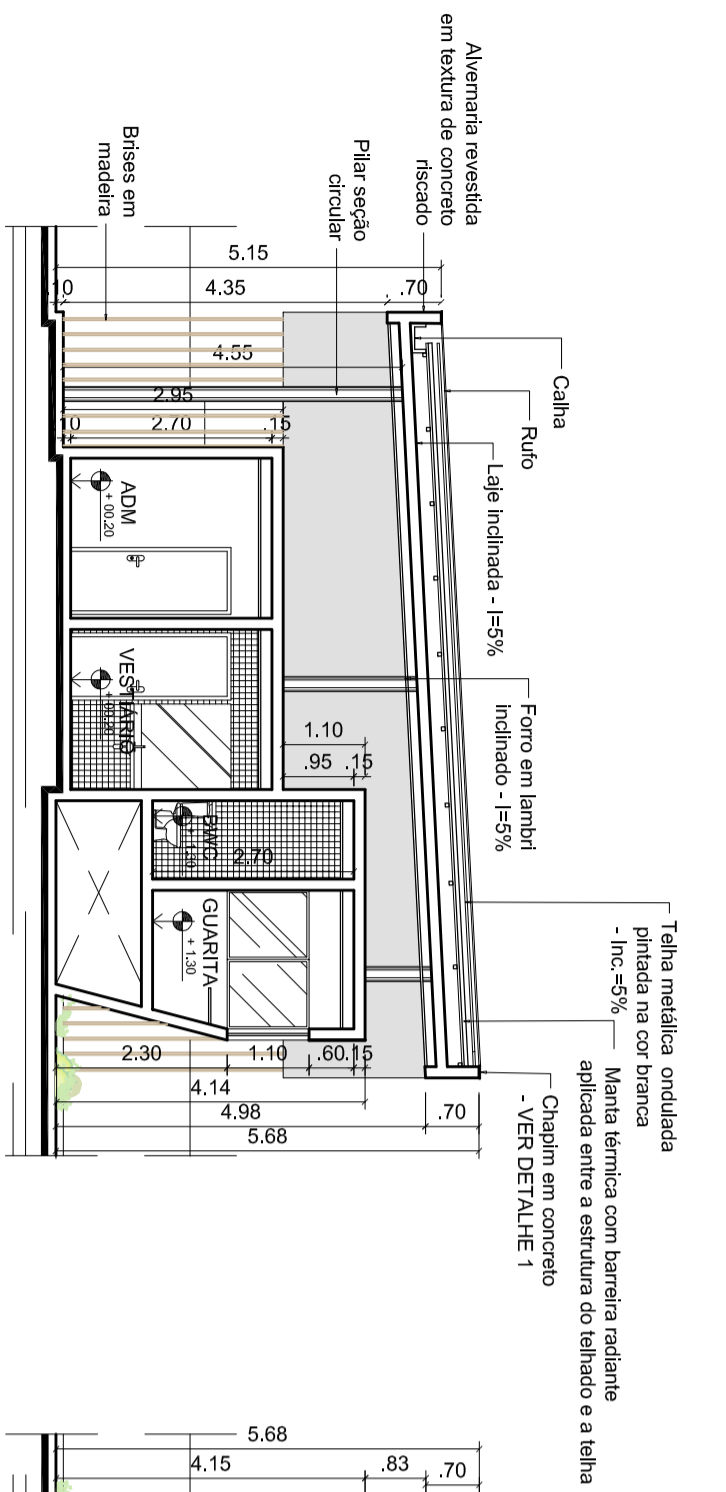
ÁREA DO TERRENO:
13.382,41 m²

FRANCHA

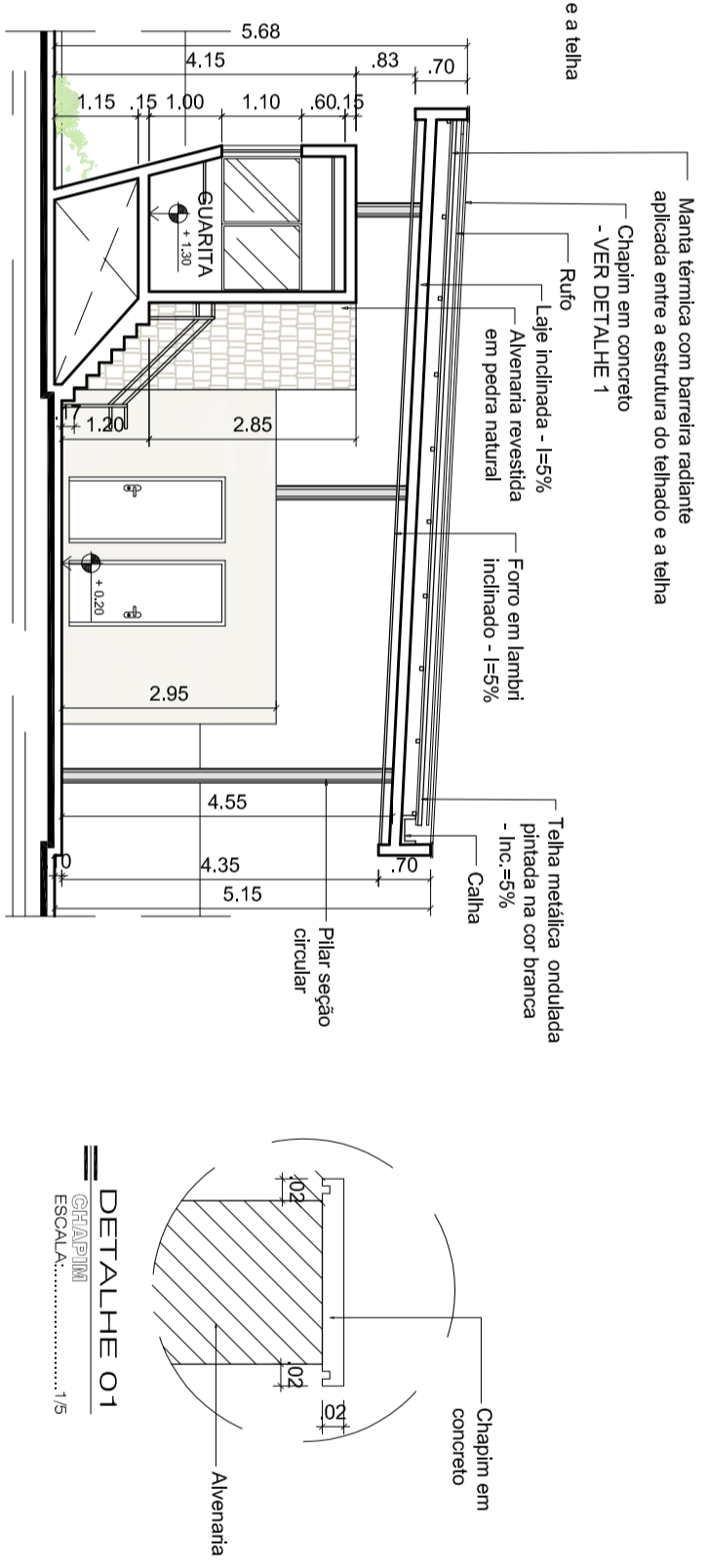
10

ESCALA:
1/100

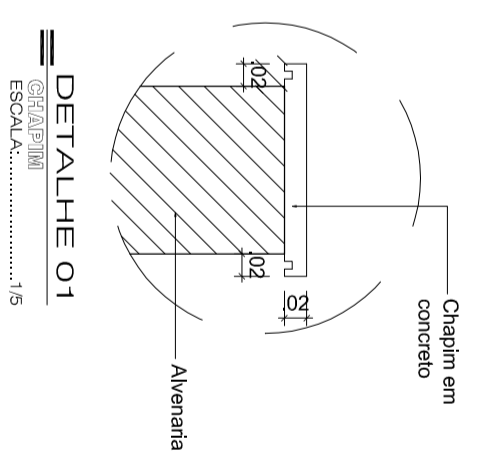
MAIO/2017



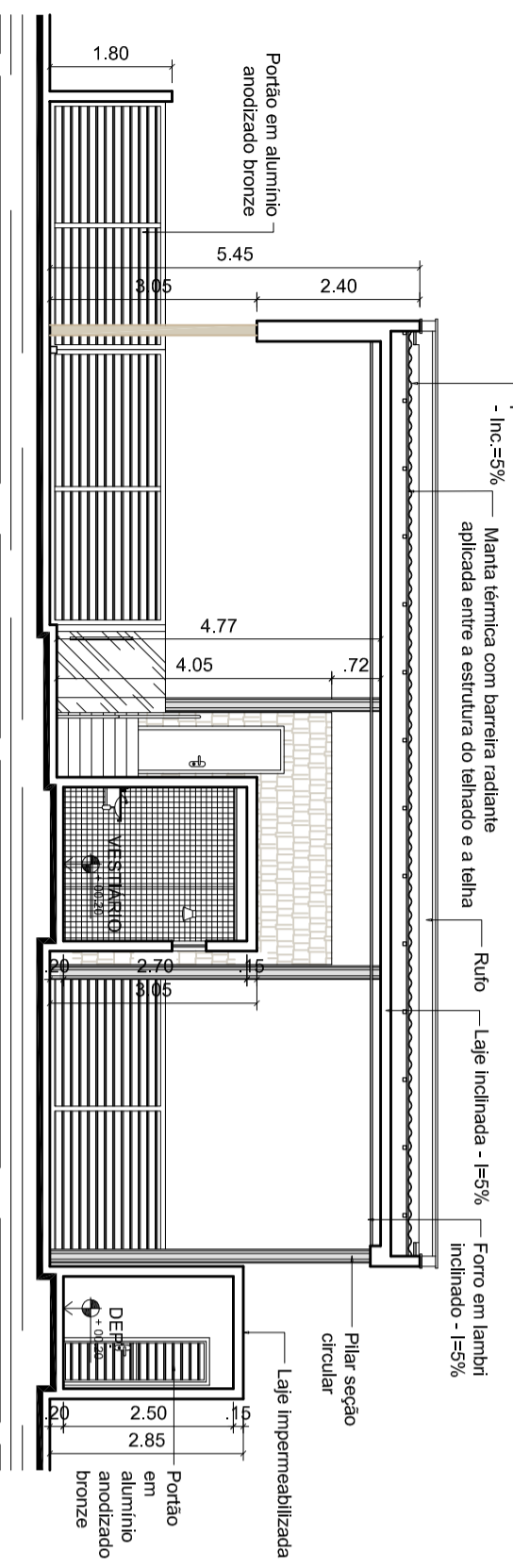
CORTE AA
ESCALA:..... 1/100



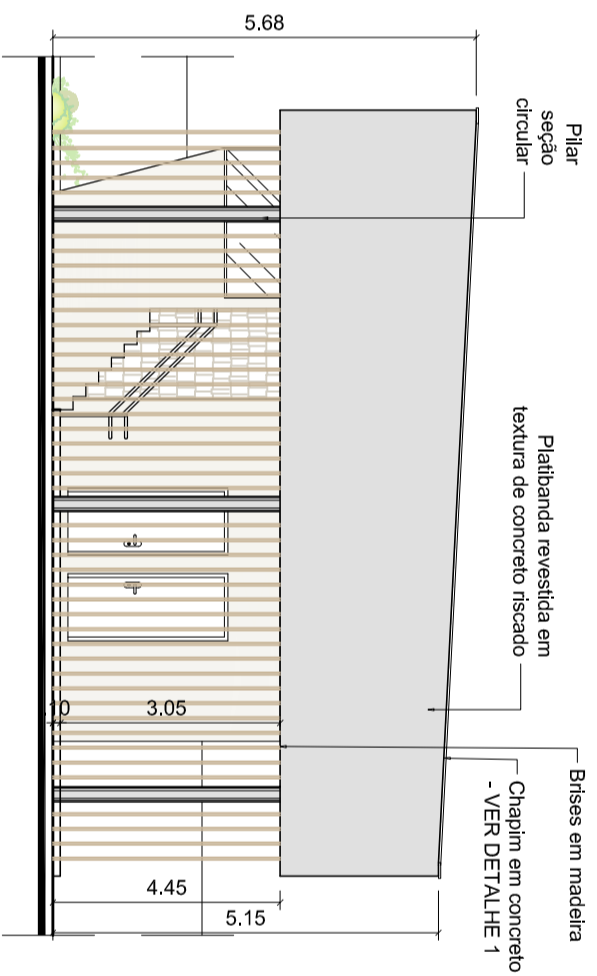
CORTE BB
ESCALA:..... 1/100



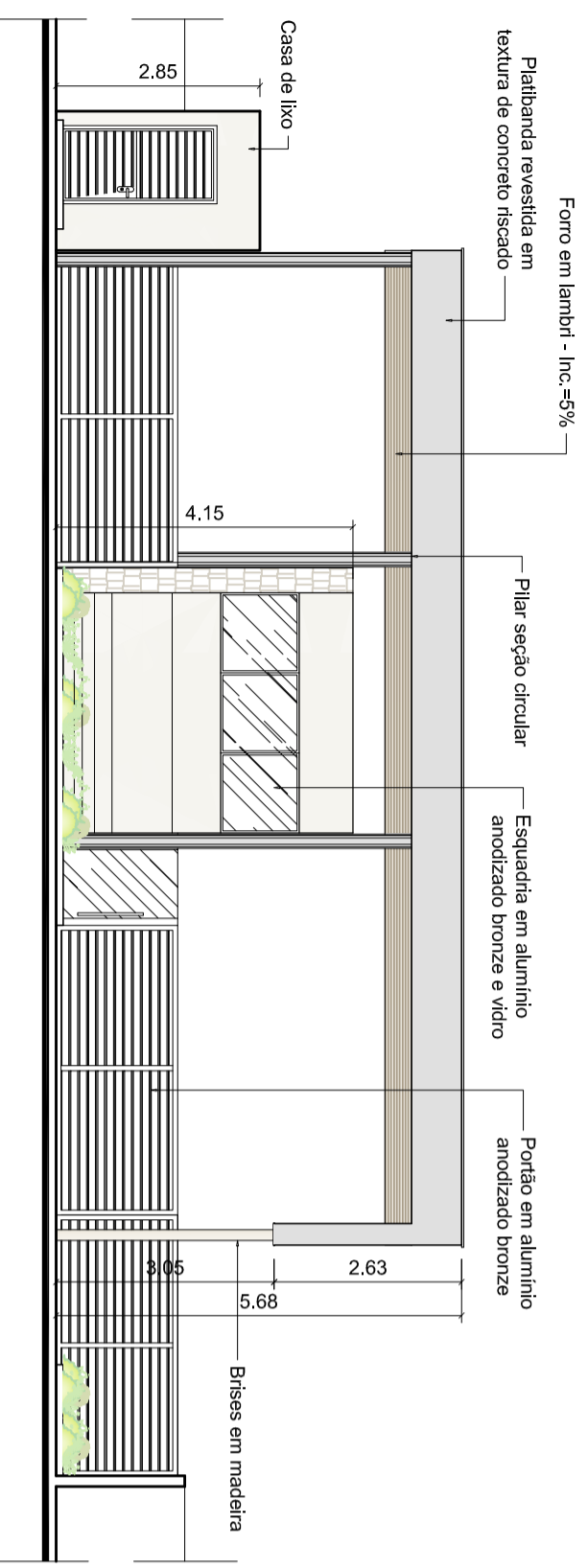
DETALHE O1
ESCALA:..... 1/5



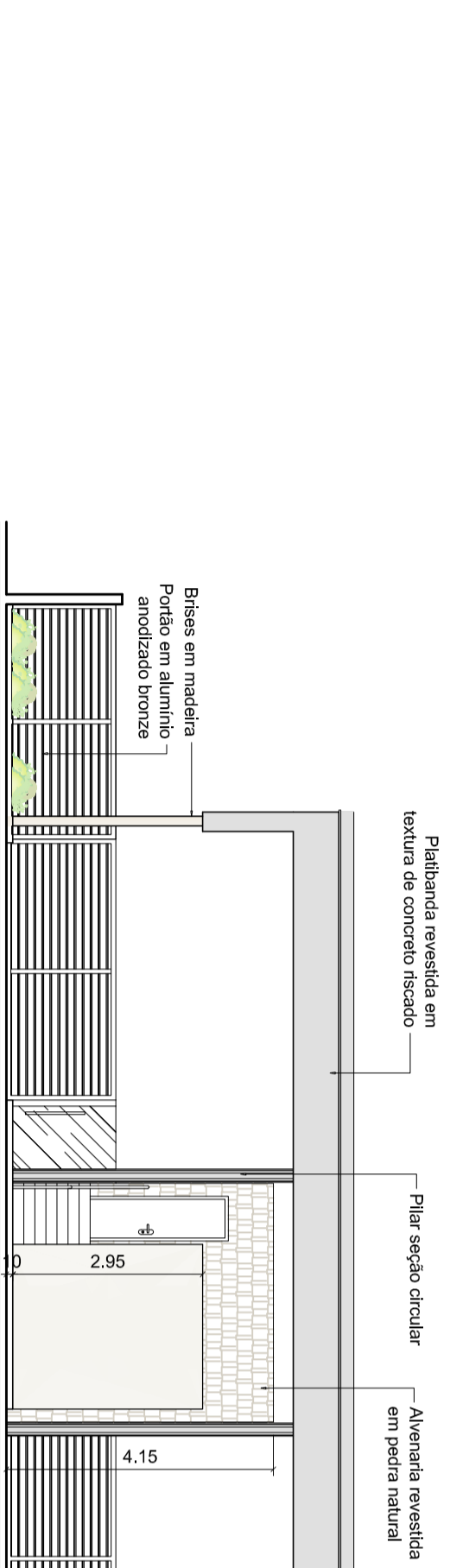
CORTE CC
ESCALA:..... 1/100



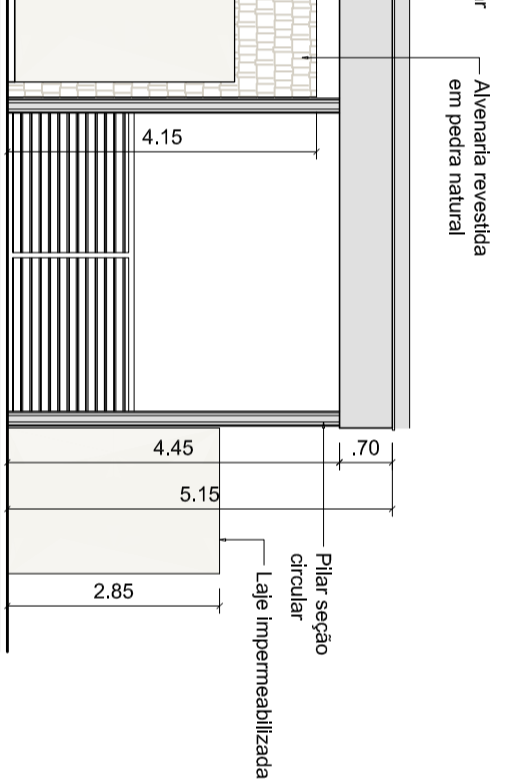
FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA:..... 1/100



FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA:..... 1/100



FACHADA FRONTAL
ESCALA:..... 1/100



FACHADA POSTERIOR
ESCALA:..... 1/100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARÇA GOULART
COORDENADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

ASSUNTO
GUARITA - CORTES E FACHADAS

ÁREA DO TERRENO:
13.382,41 m²

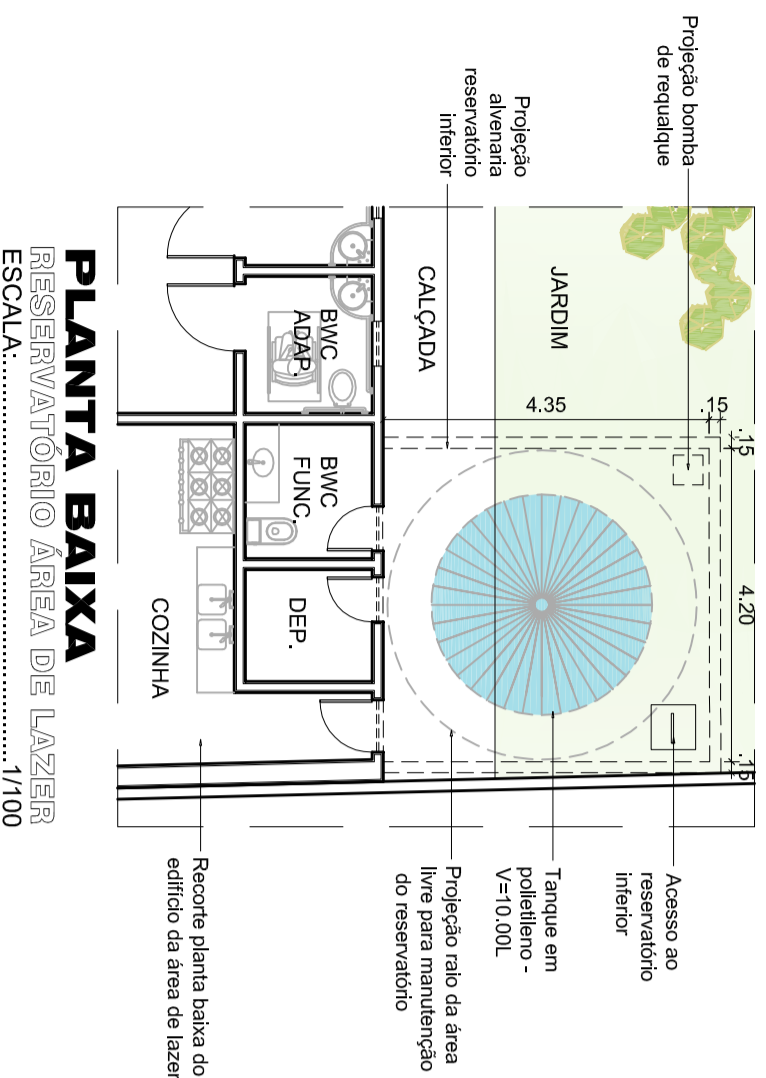
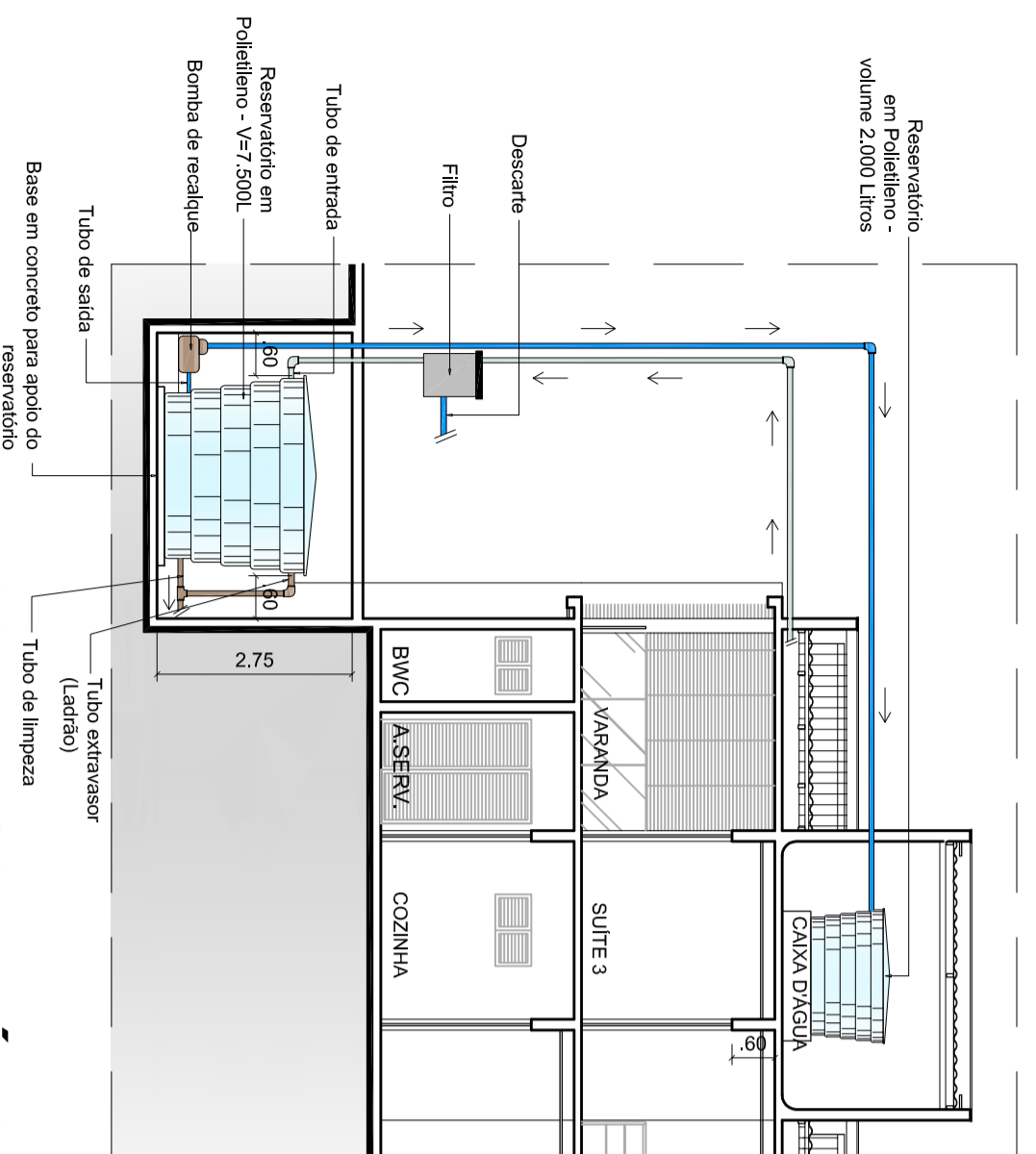
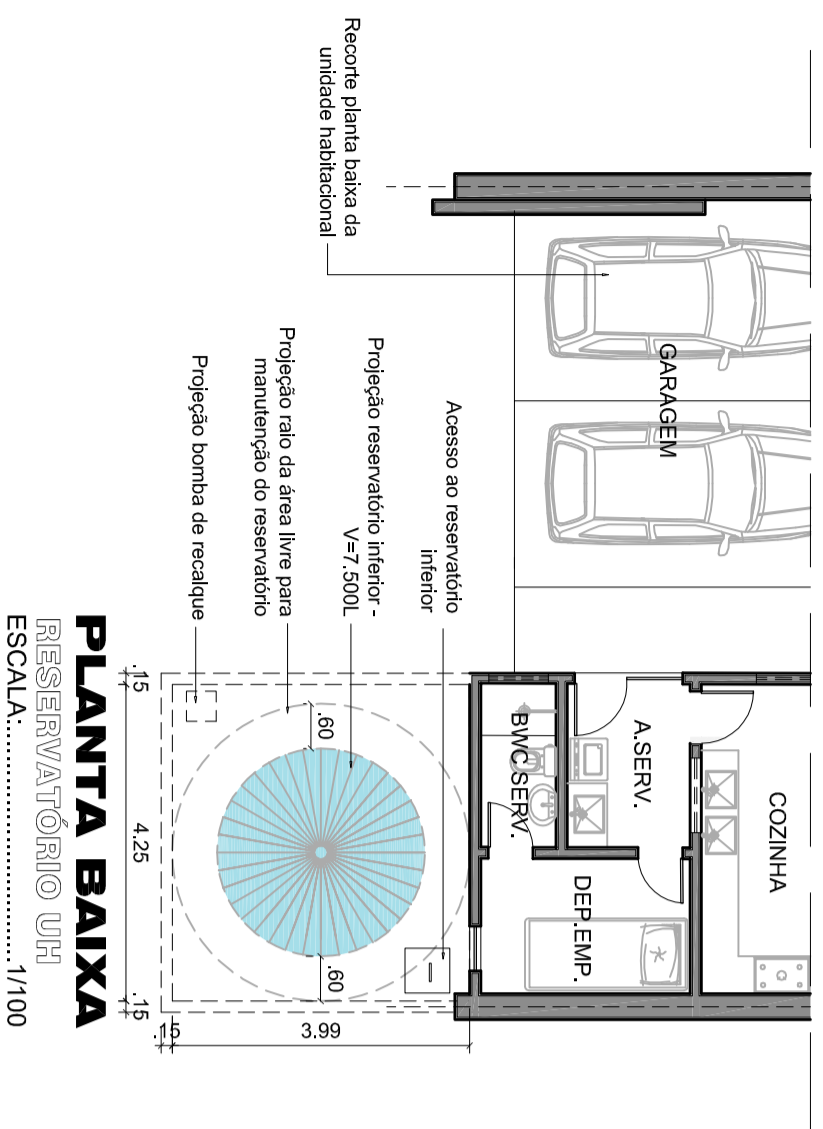
FRANCHA
11

13

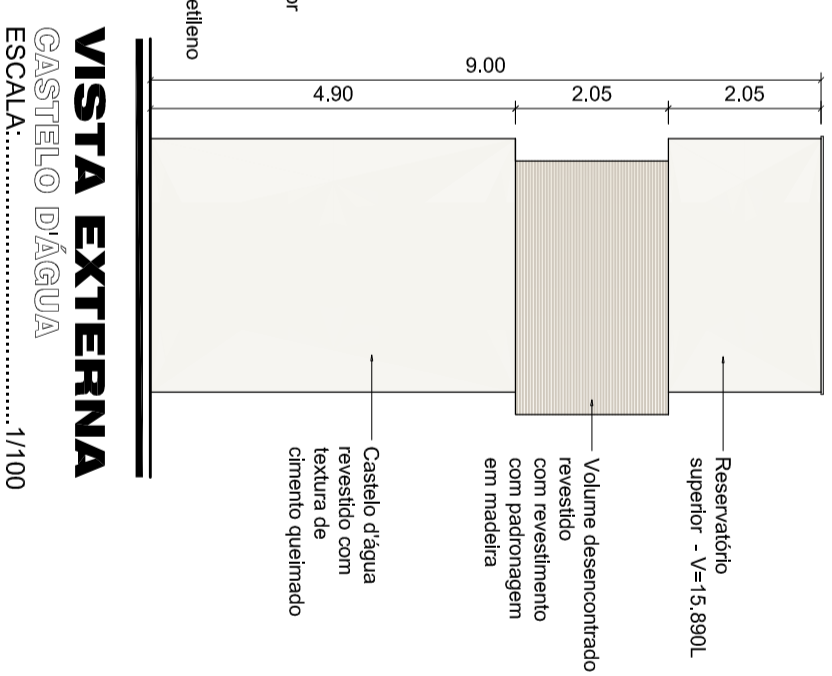
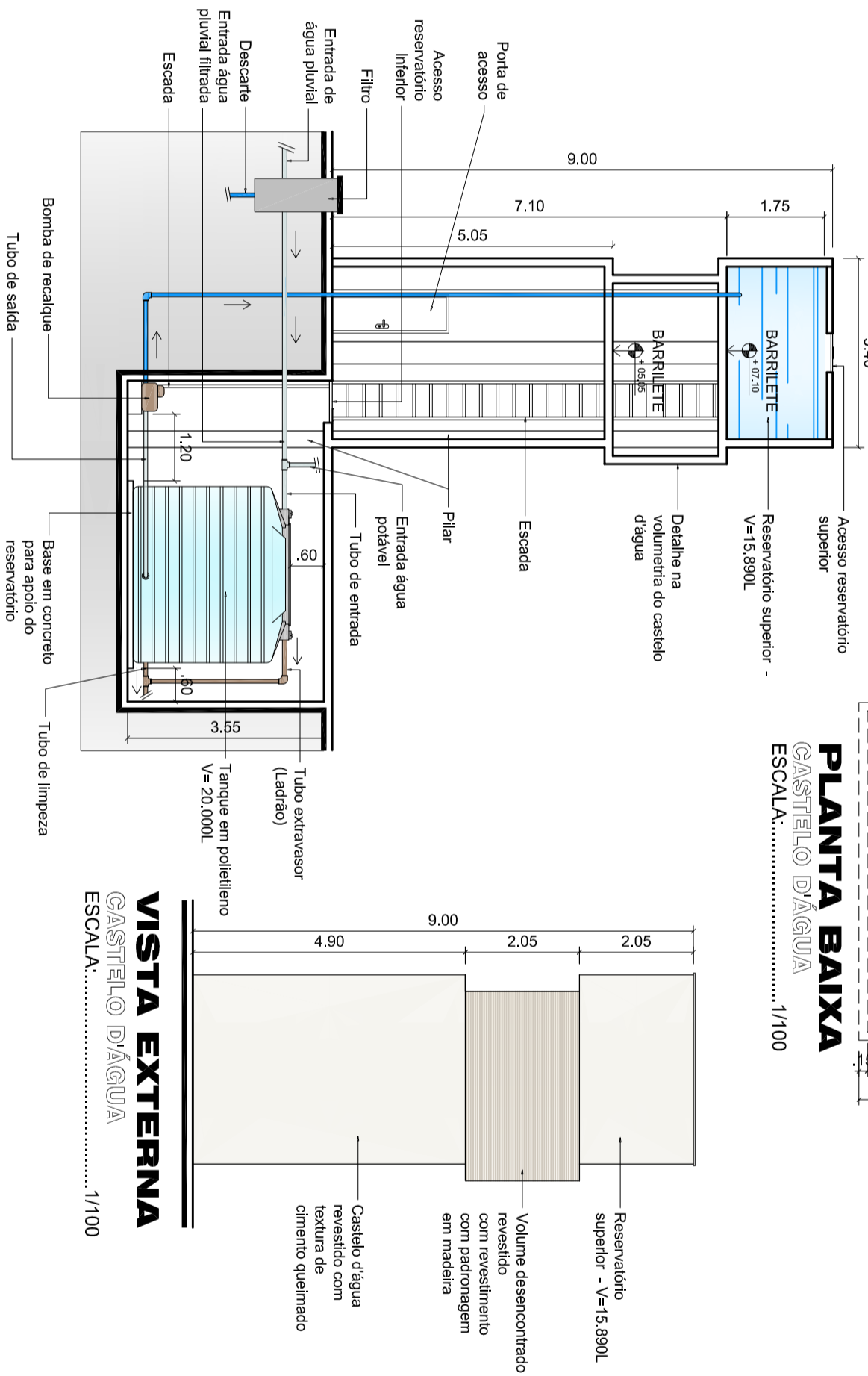
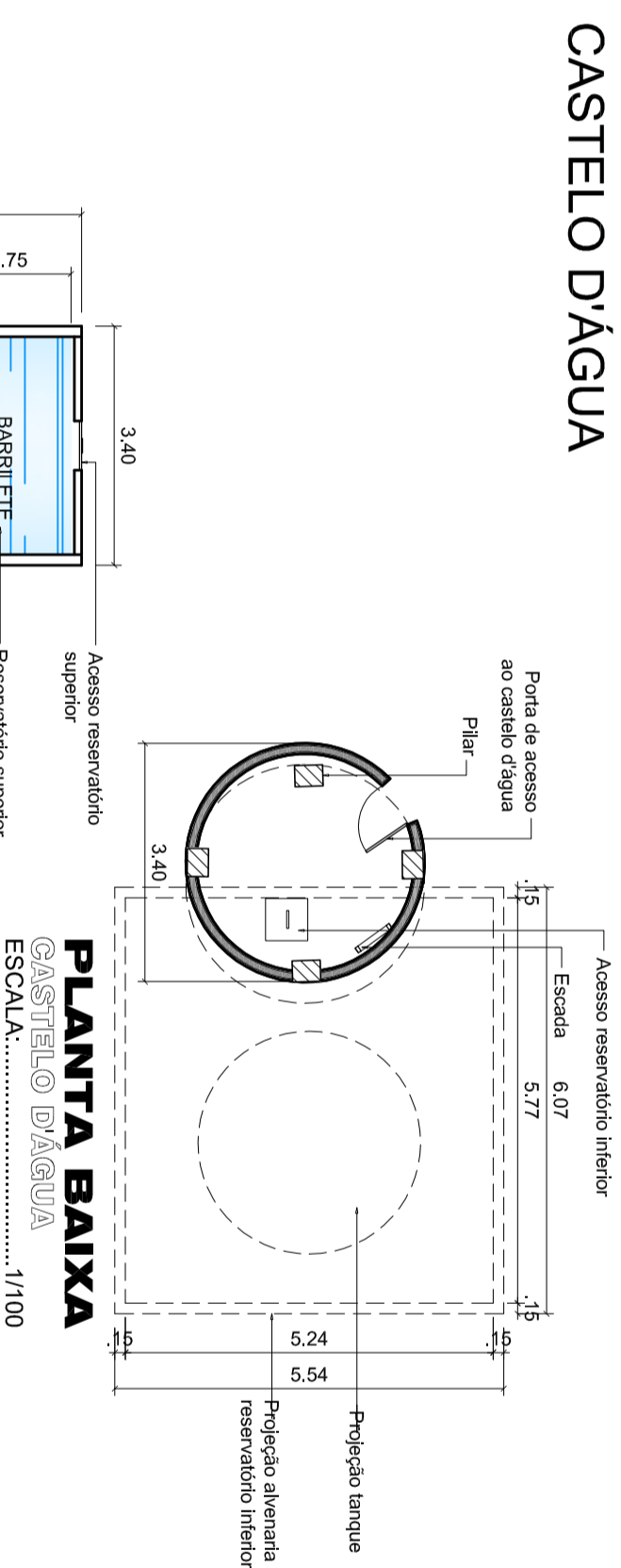
ESCALA:
1/100

MAIO/2017

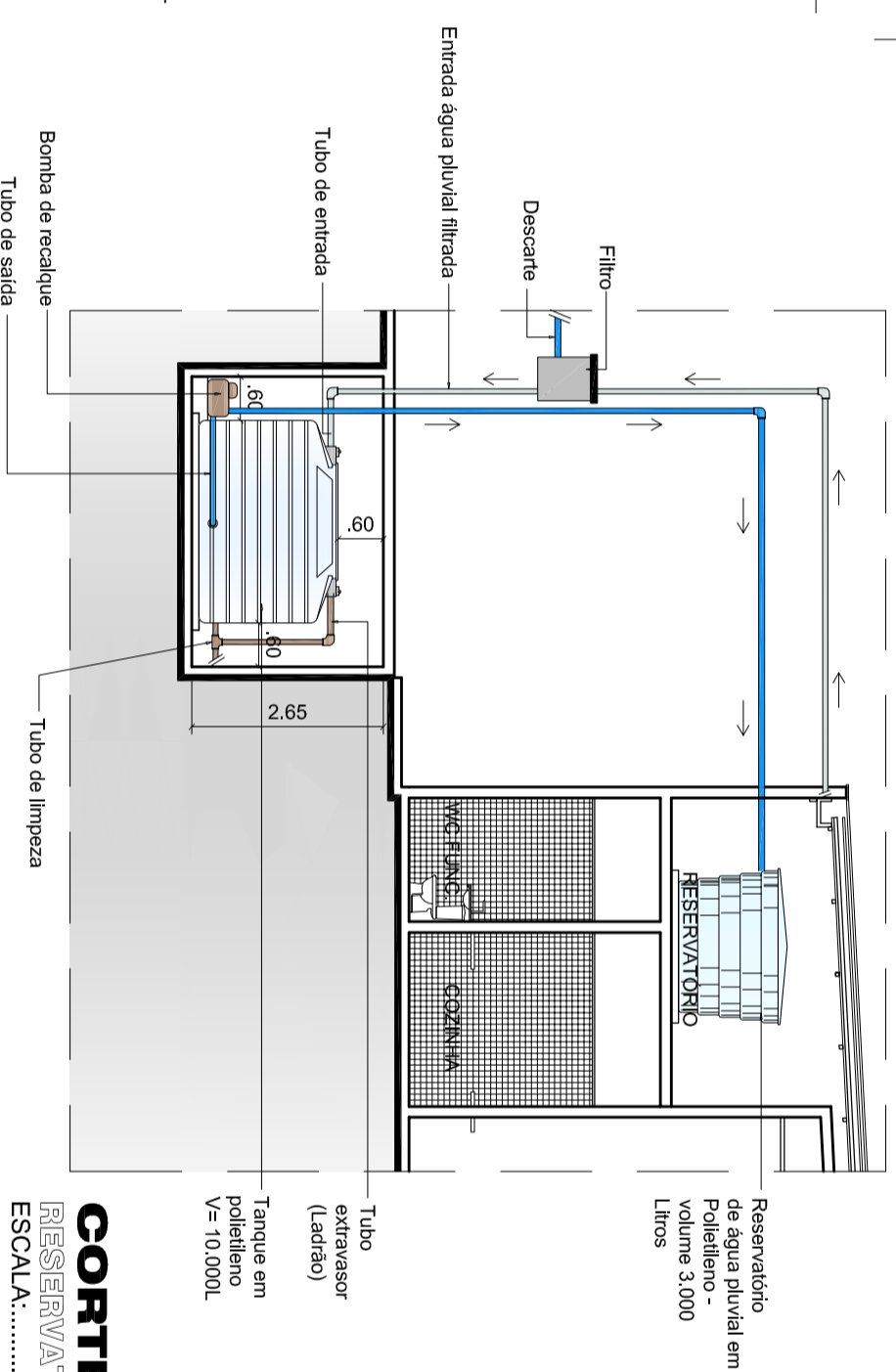
RESERVATÓRIO UH



CASTELO D'ÁGUA



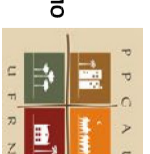
RESERVATÓRIO ÁREA DE LAZER



CORTE ESQUEMÁTICO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMARADO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARÇA Goulart
COORIENTADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

ASSUNTO
DETALHES SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

FRANCHA

12
13

MAIO/2017

ÁREA DO TERRENO:
13.382,41 m²

ESCALA:
1/100

PERSPECTIVAS



PERSPECTIVA PÁTIO INTERNO



PERSPECTIVA PÁTIO INTERNO



PERSPECTIVA PÁTIO INTERNO



PERSPECTIVA FACHADA FRONTAL UH



PERSPECTIVA ÁREA DE LAZER



PERSPECTIVA GUARITA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR NO SEMÁRIDO POTIGUAR

AUTORA:
LARISSA LOPES DE CASTRO

ORIENTADOR:
SOLANGE VIRGINIA GALARCA Goulart
COORDENADOR:
RUBENILSON BRAZÃO TEIXEIRA

FRANCHA

ASSUNTO
PERSPECTIVAS

13

ÁREA DO TERRENO:
13.382,41 m²

ESCALA:
1/100

MAIO/2017