



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SABRINA SIMÕES LEITE DE CALDAS

**PROTÓTIPO DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL VOLTADO PARA POPULAÇÃO
DE BAIXA RENDA DA MICRORREGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Caruaru

2018

SABRINA SIMÕES LEITE DE CALDAS

**PROTÓTIPO DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL VOLTADO PARA POPULAÇÃO
DE BAIXA RENDA DA MICRORREGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Centro Acadêmico de Agreste da Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE, em
cumprimento às exigências para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof^o Dr José Moura Soares

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Marcela Porfírio - CRB/4 - 1878

C145p Caldas, Sabrina Simões Leite de.
Protótipo de habitação sustentável voltado para população de baixa renda da microrregião do agreste pernambucano. / Sabrina Simões Leite de Caldas. – 2018. 112f. ; il. : 30 cm.

Orientador: José Moura Soares.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2018.
Inclui Referências.

1. Habitação popular. 2. Sustentabilidade. 3. Habitações – Projetos e construções. I. Soares, José Moura (Orientador). II. Título.

CDD 620 (23. ed.) UFPE (CAA 2018-280)

SABRINA SIMÕES LEITE DE CALDAS

**PROTÓTIPO DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL VOLTADO PARA POPULAÇÃO
DE BAIXA RENDA DA MICRORREGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Centro Acadêmico de Agreste da Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE, em
cumprimento às exigências para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Professor Doutor José Moura
Soares.

Caruaru, PE _____ de _____ de _____

Aprovado por:

Dr José Moura Soares – Orientador
Universidade Federal de Pernambuco

Dra Marília Neves Marinho
Universidade Federal de Pernambuco

Dr Flávio Eduardo Gomes Diniz
Universidade Federal de Pernambuco

Dr Elder Alpes de Vasconcelos – Coordenador da Disciplina
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser minha principal fonte de força ao longo de toda caminhada.

À minha mãe, Maria Aparecida Simões, por todo amor a mim ofertado, por ter sido sempre o meu porto seguro e por ter colocado a minha educação como prioridade. Essa conquista é dela.

Ao meu padrasto, Silvano Medeiros, por todo apoio e ajuda oferecida nos momentos de necessidade.

Agradeço em memória aos meus avós, Osiro e Angélica, por sua grande participação na realização desse sonho.

Ao meu orientador, Professor José Moura Soares, por tornar possível o desenvolvimento deste projeto.

Às minhas amigas, Alciele Alves e Anna Letícia Medeiros, por terem sido as melhores companheiras de apartamento e por me ofertarem calma nos momentos tempestuosos.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo companheirismo e amizade ao longo do ciclo acadêmico.

“Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é ter a garantia de colhermos um futuro fértil e consciente.”

Sivaldo Filho

RESUMO

O melhoramento das condições de moradia e da situação socioeconômica de famílias atendidas pelo sistema de habitações populares da região Agreste Pernambucana tem se mostrado um desafio para o setor responsável por esses projetos. Esse trabalho apresenta uma análise comparativa orçamentária entre um projeto previamente executado no município de Jataúba-PE e um protótipo desenvolvido ao longo do mesmo de forma a garantir sustentabilidade e acessibilidade a esse tipo de edificação. O protótipo foi desenvolvido com base em modelos de projetos sustentáveis realizados em diferentes regiões brasileiras e a ele foram adicionados os projetos complementares para elaboração do orçamento. Verificou-se que apesar dos dois projetos se tratarem de habitações populares voltados à população de baixa renda, o protótipo apresentou maior custo de execução. A partir desse resultado pode-se concluir que construir com sustentabilidade na região ainda é sinônimo de maiores custos, no entanto, apesar da disparidade no orçamento ser considerada significativa, em torno de 20%, não se deve descartar os possíveis benefícios econômicos para a família residente, além dos benefícios ao meio ambiente, os quais não podem ser mensurados economicamente.

Palavras-Chave: Habitação Popular. Habitação de Interesse Social. Sustentabilidade. Acessibilidade. Protótipo de Edificação.

ABSTRACT

The improvement of housing conditions and the socioeconomic situation of families served by the popular housing system in the Agreste region of the state of Pernambuco has been a challenge for the sector responsible for these projects. This paper work presents a comparative budget analysis between a project previously executed in the municipality of Jatauba in the state of Pernambuco and a prototype developed throughout this paper in order to guarantee sustainability and accessibility to this type of construction. The prototype was developed based on models of sustainable projects carried out in different Brazilian regions and complementary projects were developed in order to elaborate the budget. It was verified that although the two projects regard popular housing for the low income's population, the prototype had a higher execution cost. From this result, it can be concluded that sustainable construction in the region is still synonymous with building in higher costs. However, although the budget disparity is considered significant, around 20%, the possible economic benefits for the resident family should not be ruled out, as well as the benefits to the environment, which cannot be economically measured.

Keywords: Popular Housing. Social Interest Housing. Sustainability. Accessibility. Edification Prototype.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Planta baixa do protótipo habitacional Alvorada (com sua versão de ampliação à direita)	24
Figura 02 - Maquete de implantação dos modelos.....	28
Figura 03 - Planta Baixa da unidade de habitação popular de Santa Rosa - antes.....	31
Figura 04.- Planta Baixa da unidade de habitação popular de Santa Rosa - depois.....	32
Figura 05 - Esquema de lançamento do sistema de aquecimento solar.....	38
Figura 06 - Esquema de instalação do sifão.....	40
Figura 07 - Esquema do projeto da tecnologia básica da mini cisterna.....	42
Figura 08 - Superfície plana inclinada.....	53
Figura 09 - Dimensionamento dos condutores verticais para calha com saída em aresta viva.....	55
Figura 10 - Esquema TT.....	63
Figura 11 - Representação tridimensional do protótipo.....	65
Figura 12 - Fachada oeste.....	68
Figura 13 - Kit mini cisterna.....	70
Figura 14 - Esquema vertical com captação de água pelo reservatório inferior.....	71
Figura 15 - Esquema vertical com captação de água diretamente pelo reservatório superior.....	71
Figura 16 - Detalhamento do sistema de bombeamento.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Consumo médio diário de água quente.....	41
Tabela 2 -	Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.....	45
Tabela 3 -	UHC dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal dos ramais de descarga.....	49
Tabela 4-	Dimensionamento dos ramais de esgoto.....	50
Tabela 5 -	Fator de demanda para iluminação e TUGs.....	61
Tabela 6 -	Fator de demanda para TUEs.....	62
Tabela 7 -	Comprimento equivalente da tubulação.....	74
Tabela 8 -	Diâmetro nominal e inclinação dos ramais de descarga.....	76
Tabela 9 -	Diâmetro nominal e inclinação dos ramais de esgoto.....	77
Tabela 10 -	Diâmetro nominal das tubulações de ventilação.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Dimensões mínimas por cômodo da edificação.....	35
Quadro 2 -	Dimensionamento dos coletores e subcoletores.....	51
Quadro 3 -	Dimensionamento dos ramais de ventilação.....	51
Quadro 4 -	Dimensionamento do sistema de iluminação.....	80
Quadro 5 -	Dimensionamento das tomadas de uso geral.....	81
Quadro 6 -	Dimensionamento das tomadas de uso específico.....	82
Quadro 7 -	Detalhamento dos circuitos elétricos.....	83
Quadro 8 -	Circuitos elétricos.....	83
Quadro 9 -	Condutores.....	84
Quadro 10 -	Queda de tensão.....	85
Quadro 11 -	Dimensionamento dos eletrodutos.....	86
Quadro 12 -	Dimensionamento dos disjuntores.....	87
Quadro 13 -	Disjuntor geral.....	88
Quadro 14 -	Resumo do quadro geral de distribuição.....	88
Quadro 15 -	Entrada de serviço.....	89
Quadro 16 -	Comparação orçamentária.....	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	MOTIVAÇÃO.....	18
1.3	OBJETIVOS.....	18
1.3.1	Objetivo geral.....	18
1.3.2	Objetivos específicos.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	HISTÓRICO DAS HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL.....	20
2.2	CONCEITOS.....	21
2.2.1	Habitações Populares.....	21
2.2.1.1	Programa “Minha Casa, Minha Vida”	21
2.2.2	Sustentabilidade.....	22
2.3	O PROJETO ALVORADA	23
2.4	MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR EM VITÓRIA - ES.....	26
2.4.1	Proposta 1	26
2.4.2	Proposta 2	27
2.4.3	Propostas 3 e 4.....	28
2.4.4	Proposta 5	28
2.4.5	Proposta 6.....	29
2.5	USO EFICIENTE DOS CÔMODOS DE UMA EDIFICAÇÃO.....	31
2.6	ANÁLISE COMPARATIVA DAS ABORDAGENS.....	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1	ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	34
3.1.1	Disposição dos ambientes e janelas.....	34
3.1.2	Materiais.....	35
3.1.3	Sistema de cobertura.....	35
3.1.4	Fundação.....	36

3.2	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS.....	36
3.2.1	Reservatório superior.....	37
3.2.2	Reservatório inferior.....	37
3.3	SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR.....	37
3.3.1	Distância mínima entre componentes.....	38
3.3.2	Inclinação da placa solar.....	38
3.3.3	Respiro.....	39
3.3.4	Tubulações de água fria.....	39
3.3.5	Sifão.....	39
3.3.6	Dimensionamento do sistema de coletores.....	40
3.3.6.1	Reservatório térmico (boiler).....	40
3.3.6.2	Número de placas solares.....	41
3.4	SISTEMA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA.....	41
3.5	PROJETO HIDRÁULICO.....	43
3.5.1	Ramal e alimentador predial.....	43
3.5.2	Hidrômetro e cavalete.....	44
3.5.3	Barrilete.....	45
3.5.4	Colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.....	46
3.5.5	Dimensionamento do conjunto elevatório.....	46
3.5.5.1	Vazão horária de recalque.....	46
3.5.5.2	Tempo de funcionamento da bomba.....	47
3.5.5.3	Diâmetro da tubulação de recalque e sucção.....	47
3.5.5.4	Escolha da bomba.....	47
3.6	PROJETO SANITÁRIO.....	49
3.6.1	Dimensionamento das tubulações de esgoto.....	49
3.6.1.1	Ramais de descarga.....	49
3.6.1.2	Ramais de esgoto.....	50
3.6.1.3	Coletores e sub-coletores.....	50

3.6.1.4	Ramais de ventilação e coluna de ventilação.....	51
3.6.2	Caixa de gordura.....	52
3.6.3	Caixa de inspeção.....	52
3.7	PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	52
3.7.1	Intensidade da precipitação.....	52
3.7.2	Área de contribuição.....	53
3.7.3	Vazão de projeto.....	53
3.7.4	Dimensionamento das calhas.....	54
3.7.5	Dimensionamento dos condutores verticais.....	54
3.8	PROJETO ELÉTRICO.....	55
3.8.1	Iluminação.....	55
3.8.2	Levantamento de número e carga de tomadas.....	56
3.8.2.1	Tomadas de uso geral (TUGs).....	56
3.8.2.2	Tomadas de uso específico (TUEs).....	56
3.8.3	Circuitos.....	56
3.8.4	Condutores.....	57
3.8.4.1	Seção mínima.....	57
3.8.4.2	Capacidade de condução de corrente.....	58
3.8.4.3	Queda de tensão.....	59
3.8.5	Eletrodutos.....	60
3.8.6	Disjuntores.....	60
3.8.6.1	Disjuntor geral.....	60
3.8.7	Potência demandada na fase.....	61
3.8.8	Quadro de distribuição.....	62
3.8.9	Aterramento.....	62
3.9	ORÇAMENTO.....	64
4	RESULTADOS.....	65
4.1	PROJETO ARQUITETÔNICO.....	65

4.1.1	Disposição dos ambientes e janelas.....	65
4.1.2	Material de estrutura e vedação.....	66
4.1.3	Piso.....	66
4.1.4	Sistema de coberta.....	67
4.1.5	Fundação.....	67
4.1.6	Paisagismo.....	67
4.2	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS.....	68
4.2.1	Reservatório superior.....	68
4.2.2	Reservatório inferior.....	69
4.3	SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR.....	69
4.4	SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	69
4.5	PROJETO HIDRÁULICO.....	70
4.5.1	Ramal e alimentador predial.....	72
4.5.2	Barriletes.....	72
4.5.3	Colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.....	72
4.5.4	Dimensionamento do conjunto elevatório.....	73
4.5.4.1	Vazão de recalque.....	73
4.5.4.2	Diâmetro da tubulação de recalque e sucção.....	73
4.5.4.3	Escolha da bomba hidráulica.....	73
4.6	PROJETO SANITÁRIO.....	76
4.6.1	Ramais de descarga.....	76
4.6.2	Ramais de esgoto.....	76
4.6.3	Coletores e sub-coletores.....	77
4.6.4	Ramais e colunas de ventilação.....	77
4.6.5	Caixa de gordura.....	78
4.6.6	Caixa de inspeção.....	78
4.7	PROJETO DE ÁGUAS PLUVAIS.....	78
4.7.1	Calha.....	78

4.7.2	Intensidade da precipitação.....	78
4.7.3	Área de contribuição.....	79
4.7.4	Vazão de projeto.....	79
4.7.5	Dimensionamento das calhas.....	79
4.7.6	Dimensionamento dos condutores verticais.....	80
4.8	PROJETO ELÉTRICO.....	80
4.8.1	Iluminação.....	80
4.8.2	Tomadas de uso geral (TUGs).....	81
4.8.3	Tomadas de uso específico (TUEs).....	82
4.8.4	Circuitos elétricos.....	82
4.8.5	Condutores.....	84
4.8.6	Eletrodutos.....	85
4.8.7	Disjuntores.....	87
4.8.8	Quadro geral.....	88
4.8.9	Aterramento.....	89
4.9	ORÇAMENTO.....	89
4.10	ANÁLISE COMPARATIVA DOS ORÇAMENTOS.....	90
5	CONCLUSÃO.....	92
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
	REFERÊNCIAS.....	94
	APÊNDICE A – PLANTA BAIXA.....	97
	APÊNDICE B – AMBIENTES E COTAS.....	98
	APÊNDICE C – CORTES.....	99
	APÊNDICE D – PLANTA DE COBERTA.....	100
	APÊNDICE E – PROJETO HIDRÁULICO.....	101
	APÊNDICE F – PROJETO SANITÁRIO.....	102
	APÊNDICE G – PROJETO ELÉTRICO.....	103
	APÊNDICE H – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA.....	104

ANEXO A – PLANTA BAIXA DO PROJETO DE JATAÚBA.....	110
ANEXO B – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO PROJETO DE JATAÚBA.....	111
ANEXO C – ORÇAMENTO TOTAL DO PROJETO DE JATAÚBA.....	112

1 INTRODUÇÃO

No contexto histórico, as habitações de interesse social surgiram paralelamente ao advento da Revolução Industrial, no século XVIII. Nesse período, segundo Keller (2009), com a consolidação do capitalismo, iniciou-se o processo de migração denominado êxodo rural, o qual provocou uma maior concentração de pessoas nos arredores dos grandes centros industriais, gerando assim, conglomerados populacionais que receberam o nome de colônias operárias.

As colônias operárias eram verdadeiras cidades construídas pela parte contratante (as empresas) para abrigar seus trabalhadores e mantê-los vivendo em um ambiente de infraestrutura adequada, próximo aos canteiros de obras. Durante a Revolução Industrial tais vilas eram perfeitamente funcionais, pois além de representarem uma solução para o problema habitacional da classe operária, funcionavam como uma forma de imobilização dos trabalhadores. (Keller, 2009)

No Brasil, as moradias populares representam hoje uma solução conveniente para o déficit habitacional que se instaurou no país devido, principalmente à desigualdade social. Dessa forma, o processo de aquisição das habitações de interesse social tem sido intermediado pelo setor público, como citado por Larcher (2005) em Abreu (2012) o qual é responsável pelo financiamento dos imóveis, exigindo que as moradias sejam destinadas à famílias com renda média de até três salários mínimos, que são consideradas de baixa renda, ou ainda, à famílias que estão em situação de risco ambiental ou cuja cultura pode ser comprometida.

Com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população atendida pelo sistema de habitações populares, o conceito de sustentabilidade vem sendo introduzido nos projetos de concepção das residências. O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como um processo que busca estimular a igualdade econômica e garantir a igualdade humana, reestabelecendo ou mantendo a harmonia entre os ambientes natural e construído. (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008, p. 15 apud CECCHETO, 2015). Desse modo, esse tipo de construção busca integrar aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais à edificação, além de explorar a redução dos impactos ambientais provenientes da construção civil.

1.1 JUSTIFICATIVA

Existem atualmente, diversos modelos de habitações populares que buscam empregar visões de sustentabilidade tanto ecológicas quanto de eficiência hidráulica e energética. No entanto, a maioria dos projetos arquitetônicos e de engenharia voltados para esse fim não busca enquadrar soluções para a geração de energia, ou mesmo para a redução do consumo das famílias atendidas. Além disso, segundo Takeda (2005) apud Cecchetto (2015), a maioria dos projetos de moradias voltados para famílias de baixa renda não leva em consideração um possível aumento da produtividade da população, as características regionais na escolha dos materiais e tampouco as peculiaridades ambientais na ocupação do espaço.

De modo a desenvolver projetos de habitações de interesse social sustentáveis, não se deve considerar o baixo custo atrelado ao mesmo como o principal fator do planejamento. A proteção do meio ambiente, a busca por alternativas regionais, a implementação de técnicas que minimizem os desperdícios e a utilização de energias não renováveis e que acarretem em um melhoramento no bem-estar dos moradores devem ser consideradas peças fundamentais para a elaboração do projeto de uma moradia popular sustentável.

1.2 MOTIVAÇÃO

Estudar alternativas construtivas para as classes menos favorecidas é importante, pois a população brasileira tem enfrentado um período de crise econômica que acarreta em instabilidade financeira e aumento de desemprego, fatores que contribuem para a ampliação da crise habitacional. Desse modo, incluir essa parcela da sociedade em projetos sustentáveis, além de trazer benefícios ambientais, traz também benefícios socioeconômicos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto habitacional sustentável para população de baixa renda da microrregião do Agreste Pernambucano.

1.3.2. Objetivos específicos

- Desenvolver o projeto utilizando materiais que gerem menor impacto ambiental;
- Aproveitamento das condições naturais locais e redução do consumo energético e de água;
- Projetar a habitação de modo a haver adaptação das necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Realizar comparação do projeto desenvolvido com o projeto de casas populares realizado nos padrões exigidos pela Caixa Econômica Federal, já implantado no município pernambucano de Jataúba.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Assim como qualquer outro tipo de moradia existente desde os primórdios da humanidade, as habitações de interesse social têm por objetivo abrigar e proteger o ser humano das intempéries e dos perigos do meio externo.

É sabido que os empreendimentos imobiliários voltados para a população de baixa renda apresentaram grande crescimento na última década, com isso, vários modelos e projetos foram concebidos por diferentes arquitetos e engenheiros. Muitos deles apresentam ainda preocupação com elementos que proporcionem sustentabilidade para a habitação, fazendo com que seus usuários experimentem uma melhor qualidade de vida.

Serão apresentados, neste tópico, os conceitos gerais referentes aos projetos de moradias populares sustentáveis, bem como os principais parâmetros considerados na execução dos mesmos.

2.1 HISTÓRICO DAS HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL

De acordo com Sachs (1990) o marco principal da implantação de habitações populares no Brasil se deu no início do regime militar, em 1964, quando foi criado o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), cujo principal financiador era o Banco Nacional da Habitação (BNH). O sistema implantado nessa época foi considerado um modelo de mobilização eficiente de poupança para a construção de moradias. Cerca de 4,5 milhões de habitações foram construídas entre 1964 e 1985 no Brasil, no entanto apenas um terço delas foram destinadas à famílias cuja renda era inferior a cinco salários mínimos.

Apesar da grande quantidade de moradias construídas nesse período, Sachs (1990) relata que a desigualdade social se mostrou ainda mais aparente. Com a maior parte da população sem acesso a esse tipo de financiamento, os loteamentos irregulares na periferia das grandes cidades tomaram proporções consideráveis e agravaram a situação de moradias no Brasil.

Ainda segundo Sachs (1990) as dificuldades enfrentadas pelas classes mais baixas da população na aquisição da casa própria perduram até hoje, desde 1964 houve avanços nas políticas públicas para incentivo ao financiamento de imóveis nos padrões populares. Visintainer, Cardoso e Vagheti (2012) citam o programa “Minha casa, minha vida”, inaugurado em 2009, como um dos principais incentivos do governo federal para produção e aquisição de moradia por parte da população de baixa renda. Mas esse esforço por parte dos

órgãos públicos tem sido insuficiente e está longe de resolver o problema de moradias no país. No âmbito da sustentabilidade, Visintainer, Cardoso e Vaghetti (2012) apontam que há pouquíssimo investimento em habitações de interesse social que usam o meio ambiente a seu favor.

No próximo tópico serão apresentados conceitos das denominações utilizadas ao longo desse trabalho.

2.2 CONCEITOS

2.2.1 Habitações Populares

Cecchetto et al. (2015) apontam que a única diferença entre as habitações populares e as demais está associada apenas a condição financeira dos seus residentes. O fato de serem habitações voltadas para a população de baixa renda faz com que os ambientes sejam reduzidos e os materiais utilizados diferentes.

Esse tipo de habitação desperta o interesse tanto da população contemplada quanto dos órgãos governamentais. Destes últimos devido aos benefícios sociais trazidos pela implantação de empreendimentos do tipo, ao proporcionar à população menos favorecida a oportunidade de aquisição de um imóvel com padrões de qualidade em local adequado.

As formulações mais recentes de governo apresentam proposições acerca da necessidade de investimentos, não só na proposição de ofertas, mas também na melhoria das habitações já construídas e do seu entorno, e na modificação das condições mais gerais de vida e dos moradores, como emprego e renda. (PROCEL, 2005, p.21).

2.2.1.1 Programa “Minha Casa, Minha Vida”

Como citado anteriormente e ressaltado pela Caixa Econômica Federal (2011), o principal programa do Governo Federal voltado para a problemática habitacional é o “Minha casa, minha vida”, o qual foi lançado no ano de 2009, durante o governo Lula, com o intuito de minimizar o déficit habitacional brasileiro. O agente escolhido para execução das políticas do programa foi a Caixa Econômica Federal, que desde a extinção do BNH, em 1986 tornou-se a principal instituição a realizar financiamentos imobiliários no país.

De acordo com o Ministério das Cidades existem 4 faixas de renda contempladas pelo

programa, as quais são listadas abaixo:

- Faixa 1: Renda Familiar de até R\$ 1800,00 (as habitações são subsidiadas em até 90% e apenas 10% do valor do imóvel é pago pelos beneficiários).
- Faixa 1,5: Renda familiar de até R\$ 2600,00 (com taxa de juros de 5% a.a).
- Faixa 2: Renda Familiar de até R\$ 4000,00 (com taxa de juros variando entre 5,5 e 7% a.a).
- Faixa 3: Renda familiar de até R\$ 9000,00 (com taxa de juros de 9,6% a.a).

Vale ressaltar que apenas na Faixa 1 o beneficiário paga apenas parte do imóvel, nas demais faixas o valor é pago integralmente pelas famílias.

2.2.2 Sustentabilidade

De acordo com a ONU, através do Relatório Brundland (1987), citado em Boff (2012), a sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, é uma forma de garantir a inovação, atendendo às necessidades atuais do ser humano, mas sem que haja comprometimento das necessidades das gerações futuras.

Mikhailova (2004) acrescenta que uma atividade sustentável é aquela que não põe em risco os elementos da natureza, sendo, assim, uma atividade que pode ser mantida ao longo do tempo. Dessa forma, além de proporcionar um melhoramento na qualidade de vida do homem, o desenvolvimento sustentável respeita a capacidade de produção dos ecossistemas terrestres.

Preocupar-se com sustentabilidade na construção de habitações de interesse social é pensar no futuro dos seus residentes e também no meio ambiente. Nesse contexto, Fittipaldi (2008) enfatiza que na fase de concepção de um projeto de habitação popular sustentável deve-se visar a inclusão social de forma ambientalmente correta e econômica.

A necessidade de se buscar alternativas de construção de moradia de baixo custo para a população carente é uma realidade atual. Propor uma arquitetura voltada para o meio ambiente, utilizando-o para prover materiais alternativos para a construção, que podem ser encontrados na região, além de escolher materiais industrializados que não interferem na saúde do ser humano, é a alternativa mais consciente para sobreviver no futuro. Esta é uma das metas da pesquisa científica, contribuir para um projeto maior de inclusão social. (FITTIPALDI, 2008, p.2)

2.3 O PROJETO ALVORADA

O projeto Alvorada, desenvolvido entre os anos de 1997 e 1999, trata-se de um estudo para posterior implantação de materiais ecológicos e de baixo custo em moradias populares no município gaúcho de Alvorada, visando a execução de um protótipo de habitação sustentável. Segundo Sattler (2007), o estudo foi realizado por professores e alunos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Prefeitura Municipal de Alvorada.

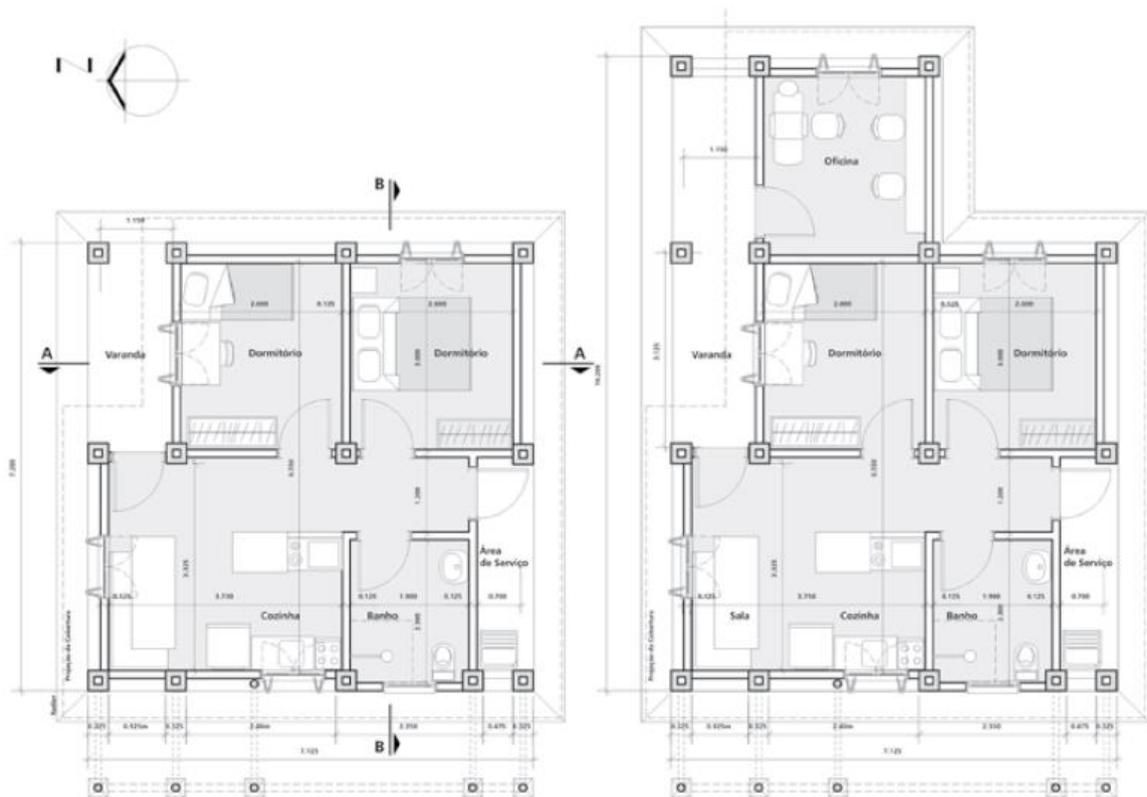
Além da unidade habitacional, esse projeto contemplou o paisagismo e uma proposta de execução voltada para o conforto e a gestão de resíduos, de água e dos recursos energéticos. Quanto aos materiais empregados, houve uma preocupação com a utilização de recursos locais, os quais foram avaliados partindo dos seguintes pressupostos:

- Integração da unidade com o meio ambiente;
- Otimização da sua capacidade funcional;
- Compatibilização da proposta de habitação com as condições financeiras dos seus futuros ocupantes;
- Utilização de recursos renováveis;
- Redução de perdas no processo de construção.

Sattler (2007) aponta ainda, que a busca da integralização habitação – meio ambiente se deu pela inclusão de elementos externos, como a orientação solar e do vento, na elaboração do projeto. Esse processo foi desenvolvido com a absorção de técnicas ecológicas ao projeto, como, por exemplo, a utilização de coletores solares de baixo custo (para aquecimento de água) e os coletores de água da chuva para reutilização tanto em descarga de vaso sanitário como na irrigação do jardim. Além disso, foram considerados os fatores climáticos para garantir níveis de isolamento térmico para os telhados, paredes e pisos; e ainda foi proposto o uso de vegetação para garantir sombreamento para a habitação.

O protótipo conta ainda com os requisitos de acessibilidade para idosos e portadores de deficiências físicas e com espaço que possibilite o desenvolvimento de atividades geradoras de renda, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Planta baixa do protótipo habitacional Alvorada (com sua versão de ampliação à direita)



Fonte: Sattler (2007)

Tendo em vista os elementos supracitados, foi projetada a habitação voltada para uma família de poucos integrantes, com aproximadamente 50 m² de área construída, conforme a Figura 1, incluindo sala e cozinha integradas, dois dormitórios, banheiro, área de serviço e varanda. A versão ampliada à direita da Figura 1, mostra ainda o projeto de uma futura ampliação da residência.

Sattler (2007) ressalta que a localização das janelas, bem como a orientação da fachada principal, foi definida considerando dados como trajetória solar e direção dos ventos. Já a cobertura foi orientada de forma a diminuir a densidade dos raios incidentes, dessa forma foram projetadas duas águas, uma com menor proporção voltada para o norte (onde foi implantado o sistema de aquecimento de água através dos coletores solares) e a outra orientada para o sul, com maior área útil para permitir melhor captação da água da chuva.

Os idealizadores do projeto enfatizam que este estilo de telhado permite ainda a ventilação cruzada nos meses de verão, e a ventilação higiênica nos meses de inverno permitindo uma boa qualidade do ar e abrandando as temperaturas elevadas.

Para reduzir os ganhos de calor através da cobertura optou-se por um sistema de isolamento térmico e ventilação convectiva entre as camadas de isolamento [...]. O sistema consiste na introdução de uma chapa de offset, usada em processos de impressão e normalmente comercializadas como “sucata” pela indústria gráfica, entre o forro e a cobertura de telhas. O sistema é complementado pela construção de uma portinhola móvel no beiral inferior e de uma grelha aberta, para a saída de ar aquecido na parte mais alta da cobertura (cumeeira). Durante o período de verão, a portinhola deve permanecer aberta, promovendo ventilação no espaço entre o forro e o telhado, o que reduz os ganhos de calor através da cobertura. (SATTLER, 2007, p. 103)

Sattler (2007) detalha também o sistema de captação da água da chuva, mostrando que este é composto pelo telhado (de área efetiva de 53 m²), por uma calha e por um sistema de canalização que conduz a água até um reservatório com capacidade de armazenamento para 1000 litros. A nível de projeto, a seção calculada para a calha foi de 15 x 15 (cm), com inclinação de 0,5%, garantindo assim o escoamento da água da chuva (considerando uma descarga de 6 litros e 4 descargas por dia por pessoa, em uma casa com 5 residentes, foi estimado que o volume armazenado no reservatório tem capacidade para 8 dias). Os autores enfocam ainda a utilização de uma tela que impeça o acúmulo de folhas e outros elementos que possam comprometer a utilização do sistema.

A acessibilidade fica garantida pela não utilização de degraus em toda a área de utilização da residência, pelas dimensões adotadas para as portas (mínimo de 0,8 m) e pela adaptação da área do banheiro para garantir a livre circulação de uma cadeira de rodas.

Partindo-se dos pressupostos citados anteriormente, referentes aos materiais empregados, o material utilizado para vedação do protótipo foi o tijolo cerâmico maciço. A escolha se deu devido ao elevado número de olarias presentes no município e em seu entorno, fato este que diminui a distância de transporte dos materiais e ainda contribui com as atividades econômicas da região. Na cobertura, foi utilizada madeira de reflorestamento serrada (*Eucaliptus citriodora*) nas terças, caibros e ripas. As telhas que foram adotadas são do tipo romana.

Para que se possa substituir a madeira roliça pela serrada no telhado é necessário que duas condições sejam obedecidas:

- 1) A área da seção substituída deve ser igual à do quadrado inscrito na peça circular
- 2) O lado desse quadrado deve ser maior ou igual à menor dimensão da seção transversal da peça original.

Baseado nos critérios pré-estabelecidos para escolha dos materiais, os autores consideraram a utilização de entulho triturado, proveniente da construção civil, como agregados para concreto e argamassas da unidade habitacional. A reciclagem desse material, além de trazer benefícios ambientais, contribui também para a economia na edificação.

Para a iluminação artificial, Sattler (2007) afirma que foram especificadas lâmpadas que possibilitem a redução de energia entre 10 e 15%, com capacidade de luminância entre 70 e 95 lm/W, as quais garantem maior eficiência energética.

2.4 MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR EM VITÓRIA – ES

A cidade de Vitória, no Espírito Santo, apresenta características físicas, ambientais, econômicas e sociais muito diversificadas. Visando a necessidade de proporcionar melhores condições de vida para a população carente da cidade, Soares et. al. (2003) desenvolveram um projeto de habitação popular ecológica que leva em consideração aspectos como ventilação, orientação solar, inserção urbana, topografia, entre outros, sendo, assim, um projeto de edificação que apresenta respeito ao usuário, à sua segurança e ao meio ambiente.

A proposta de Soares et. al. (2003) foi o desenvolvimento de 6 projetos de habitações em diferentes locais da cidade de Vitória, considerando as peculiaridades da localização de cada um deles, bem como a relação custo econômico x custo ambiental e os materiais utilizados. A seguir estão listadas as propostas de cada projeto.

- Proposta 1: Estrutura em madeira roliça com vedação em solo-cimento;
- Proposta 2: Alvenaria em bloco Isopet;
- Propostas 3 e 4: Estrutura em frame metálico com painéis de vedação;
- Proposta 5: Alvenaria tijolo de terra crua;
- Proposta 6: Palafita com estrutura em bambu.

2.4.1 Proposta 1

Na primeira proposta, o projeto é de uma habitação de dois pavimentos, em área de declividade fictícia de 45%, orientada para o sul. A utilização do tijolo de solo-cimento como material de vedação traz benefícios ecológicos no sentido de não consumir energia em seu processo de fabricação, diferentemente dos tijolos de barro. Além disso, esse tipo de tijolos

pode ser reaproveitado no caso de elementos defeituosos, sendo assim um material que não agride o meio.

[...], além disso, diminuem o custo da construção de uma casa em até 50%, pois utiliza solo pré-selecionado, triturado ou peneirado e eventualmente corrigido, cimento (5 a 10%) e água. Possuem dimensões mais regulares e superfícies mais planas que os convencionais, o que resulta num melhor acabamento, potencializando seu uso aparente. (SOARES et. al. 2003, p.4).

A estrutura em eucalipto foi escolhida por se tratar de um material renovável, de rápido crescimento e pelo fato de a utilização do mesmo diminuir a utilização e conseqüente extração de outras espécies nativas.

Para um melhor desempenho da edificação, os autores optaram por beirais (que proporcionam sombreamento para a casa), elementos que possibilitam a ventilação cruzada, utilização de telhas cerâmicas não vitrificadas (permitindo a “respiração” da cobertura), além do uso de painéis solares para aquecimento de água e painéis fotovoltaicos para obtenção de energia. Foi ainda implantado um sistema de captação de água pluvial para utilização em atividades menos nobres, como irrigação do jardim.

2.4.2 Proposta 2

Esse projeto foi realizado em dois níveis, por se tratar de um terreno fictício com declividade de 35%, nele optou-se por estrutura em concreto leve e vedação em alvenaria de blocos de garrafas PET, tipo de vedação denominada isopet. Com relação ao sistema construtivo Soares et. al. (2003) explicam o seu funcionamento.

Os blocos possuem encaixes laterais do tipo macho e fêmea que geram o seu intertravamento, dispensando o uso de argamassa, exceto na primeira fiada. No encontro das paredes (esquinas), há a necessidade do emprego de pilaretes, de forma a estabilizar o conjunto. A vedação é executada antes da estrutura, deixando no encontro das paredes as esperas dos pilares. Esse sistema ainda racionaliza o uso de fôrmas para concreto, pois os próprios blocos servem para esse fim. Além disso, por possuírem superfície porosa, eliminam o chapisco, emboço e reboco da parede, sendo necessário somente a aplicação de uma argamassa colante de finalização. (SOARES et. al. 2003, p.6)

Além de garantir um destino mais adequado para o material PET e promover sustentabilidade ao diminuir esse tipo de resíduo no meio ambiente, assim como na primeira

proposta, Soares et. al. (2003) afirma que o projeto dispõe de implantação de placas solares e fotovoltaicas para aquecimento de água e geração de energia, respectivamente. Do mesmo modo, conta também com sistema de captação de água da chuva através de calhas instaladas no telhado.

2.4.3 Propostas 3 e 4

A proposta de utilização de materiais pré-moldados na construção de um complexo habitacional leva em consideração parâmetros sustentáveis somente na arquitetura, havendo utilização de materiais ecologicamente corretos.

Dessa forma, Soares et. al. (2003) propõem que a sustentabilidade se dê através de um sistema de ventilação cruzada nas unidades habitacionais, na instalação de um sistema de calhas para captar água da chuva e de placas fotovoltaicas e solares.

Ainda segundo Soares et. al. (2003), o principal diferencial dessa proposta é a quebra da monotonia arquitetônica habitual dos complexos de habitação popular, a Figura 2 ilustra a maquete desse complexo.

Figura 2 - Maquete de implantação dos modelos



Fonte: Alvarez et. al, 2012, p.65 apud Soares et al, 2003, p.7

2.4.4 Proposta 5

A quinta proposta de Soares et. al. (2003) consiste na construção de uma habitação

unifamiliar para aproximadamente quatro pessoas. Foi desenvolvida em dois pavimentos e considerando terreno plano. As paredes internas, como pré-estabelecido no projeto, não são rebocadas, apenas pintadas de branco, tornando o ambiente rústico e ao mesmo tempo proporcionando uma diminuição nos gastos da edificação. Já no exterior da casa, algumas paredes serão rebocadas e outras seguem o padrão das paredes interiores. A vedação proposta foi o tijolo de terra crua.

O modelo de habitação foi desenvolvido utilizando o tijolo prensado idealizado por Barbosa e Mattone (2002), do Politécnico di Torino. Esse tijolo de dimensões 14cm x 28cm x 9,5cm, de peso variando entre 6,6 a 7 quilos, possui saliências tipo macho e fêmea e encaixes nas partes superior e inferior. Esses encaixes conferem à parede uma rigidez considerável. A argamassa a ser usada é composta por uma mistura de terra peneirada em malha de cerca de 2mm e cimento na proporção de 8 a 10%, numa consistência pastosa, quase fluida. Segundo Barbosa e Mattone (2002), com esse tijolo “é possível se fazerem construções de até três pavimentos com os blocos tendo função estrutural”. Os tijolos são estabilizados com cimento em condições adequadas de solo, umidade e pressão e apresentam como benefícios: disponibilidade; propriedades térmicas superiores (sendo porosos, controlam melhor a umidade do ambiente); geração mínima de poluição; baixo consumo energético no seu processo de fabricação; e facilidade de gerar tecnologias apropriadas. Tipo de terra, umidade de moldagem, tipo de prensa, tipo e porcentagem de estabilizante e cura são quesitos fundamentais para a qualidade dos tijolos. (SOARES et. al, 2003, p.9)

A casa foi projetada para que ambientes como sala de estar e jantar, quartos e cozinha ficassem direcionados para o leste, garantindo assim uma maior incidência dos raios solares apenas pela manhã, quando estes são menos intensos. Soares et al. (2003) afirmam que a edificação será também rodeada por uma área não pavimentada para melhor conforto térmico, esse benefício se dá através da absorção dos raios solares pelo terreno, impedindo assim que estes sejam refletidos para as paredes da moradia.

Assim como as demais propostas investiu-se em sustentabilidade através da geração de energia pela edificação e pela captação de águas pluviais.

2.4.5 Proposta 6

Esta proposta, desenvolvida por Soares et. al (2003), busca integrar uma unidade habitacional à área de um mangue, através da implantação de um projeto que não agrida ou que agrida minimamente o ambiente do local de sua implantação. Por esse motivo o tipo de edificação escolhida foi a palafita.

Geralmente a fundação das palafitas é feita de concreto por promover boa resistência e durabilidade, aumentando a segurança da edificação e diminuindo os gastos com manutenção. O material escolhido para as vigas de sustentação do piso foi eucalipto. As demais vigas são de madeira serrada, também oriunda de reflorestamento, proporcionando sustentabilidade ao projeto. Já os pilares foram pensados em bambu tratado naturalmente, sem a adição de produtos químicos. O qual também será empregado em painéis de vedação.

Os fechamentos internos e externos serão em painéis duplos de madeirite, subdivididos a partir das dimensões originais das placas comerciais de 2,20m x 1,10m, que servirão de parâmetro de composição para toda a casa. As fixações entre os painéis serão em bambu, adotando soluções próprias para cada situação. As juntas expostas à umidade devem ser vedadas com material estanque, como a manta asfáltica. O piso será em madeira tratada (eucalipto ou similar) e serrada em pranchas de 2,50 cm (espessura) por 7,5 cm (largura). De acordo com o Grupo Bambu Brasil, 2002, a fixação será efetuada sobre o eucalipto das vigas sem costaneiras e posteriormente selada com material de proteção. A cobertura terá a estruturação em bambu, associado a painéis de madeirite como sub-base para fixação da cobertura. As terças e caibros em bambu se justificam pelo baixo custo do material e por sua resistência à compressão e à flexão, superior à maioria das madeiras. (SOARES et. al, 2003, p.12)

De acordo com Soares et. al. (2003), o material escolhido para a cobertura foi o Tetra Pak (caixas de leite reutilizadas), que oferece propriedades anti-calor e anti-luz. Esse tipo de material é mais comumente utilizado como subcobertura, mas estudos têm mostrado sua eficiência em coberturas quando aplicada ao mesmo uma camada impermeabilizante. Além de contribuir com a diminuição de resíduos que agridem o meio ambiente, a utilização do Tetra Pak reduz significativamente a passagem de calor devido à superfície reflexiva das caixas de leite, mostrando ser um excelente material para construções sustentáveis.

O bambu possui características térmicas adequadas devido ao vazio dentro dele e por esse motivo sua utilização é tida como medida para o conforto térmico, além disso as paredes foram projetadas em dois painéis de Madeirite dispostos paralelamente, formando um colchão de ar entre eles, o que reduz a condutividade térmica, proporcionando melhor conforto térmico à unidade habitacional

Para o abastecimento de água, foram previstos três sistemas independentes no projeto de Soares et. al (2003):

- 1) Sistema de água fria: possui conexão com a rede de distribuição local;
- 2) Sistema de água quente: conectado à rede pública e aquecido por meio de um sistema

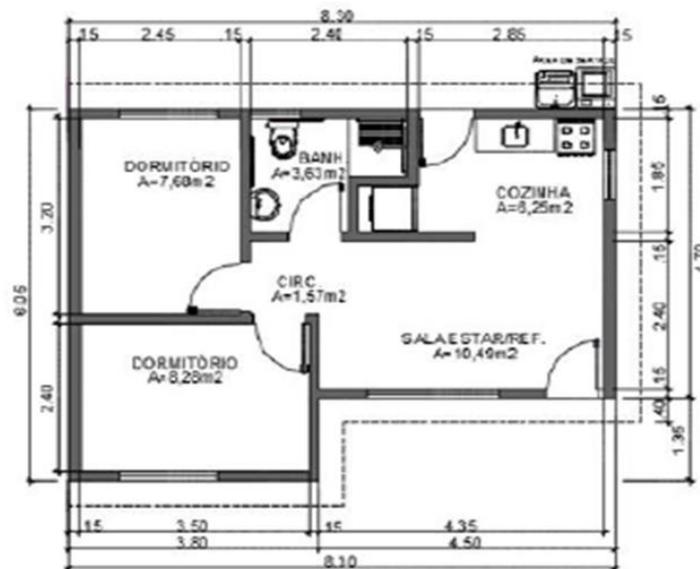
- de 8 tubos pretos alocados no telhado da residência;
- 3) Sistema de água salgada: captada do manguezal e utilizada para higienização do vaso sanitário.

2.5 USO EFICIENTE DOS CÔMODOS DE UMA EDIFICAÇÃO

Em seu estudo, intitulado “Alternativas para o uso eficiente dos cômodos em uma habitação de interesse social no município de Santa Rosa – RS”, Rossi et. al. (2017) elaboraram um projeto arquitetônico de reforma, com o intuito de tornar a edificação já existente mais eficiente no quesito sustentabilidade.

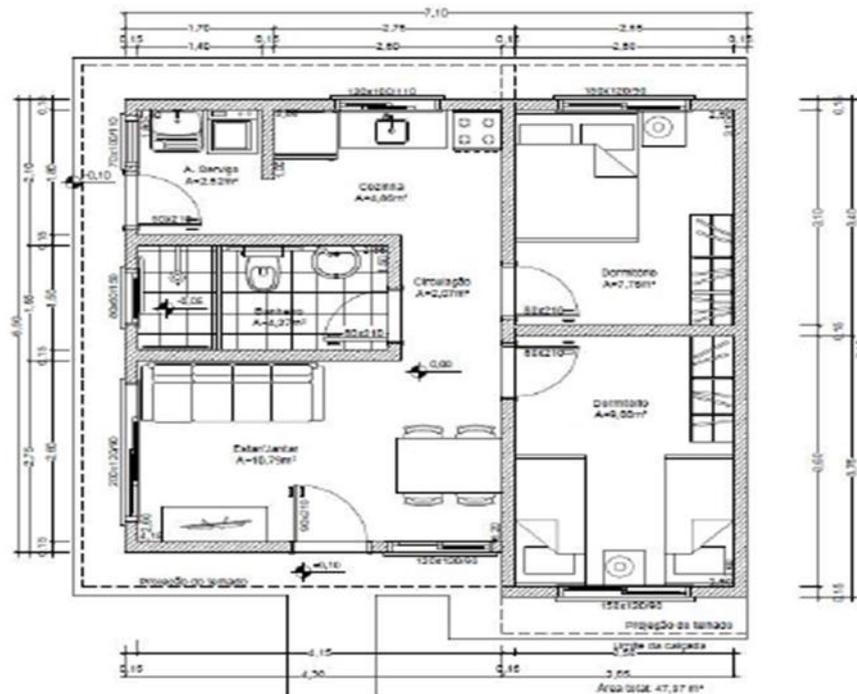
Por se tratar de um projeto de reforma, a proposta do trabalho era incluir sustentabilidade não através dos materiais utilizados, mas sim através de uma redistribuição dos cômodos da residência de forma a proporcionar uma melhor iluminação e ventilação natural. As Figuras 3 e 4 representam a habitação estudada antes e depois da reforma, respectivamente.

Figura 3 - Planta baixa da unidade de habitação popular de Santa Rosa – antes



Fonte: Rossi et. al. (2017)

Figura 4 - Planta baixa da unidade de habitação popular de Santa Rosa - depois



Fonte: Rossi et. al. (2017)

Os espaços foram projetados para garantir a acessibilidade de cadeirantes, em frente as portas há espaço livre de 1,2 metros para garantir a movimentação das cadeiras de rodas, como exigido pela Caixa Econômica Federal.

Para garantir a eficiência da residência, Rossi et. al. (2017) propôs que as aberturas de janelas fossem ampliadas e o material escolhido para as mesmas foi o vidro, possibilitando abertura mais eficiente para garantir máxima iluminação e ventilação. Além disso, foram posicionadas janelas em locais estratégicos para promover ventilação cruzada. O pé-direito variável da casa permitiu que fossem instaladas janelas à 3,70 metros de altura, na divisão entre as duas águas do telhado, isso garante que o ar entre para dentro da casa pelas janelas inferiores, se aqueça no interior da habitação, suba e saia pelas janelas superiores, deixando a casa mais fresca.

2.6 ANÁLISE COMPARATIVA DAS ABORDAGENS

Com base na análise dos trabalhos supracitados puderam-se notar inúmeras similaridades entre eles. Soares et.al (2003), Rossi (2017) e Sattler (2007) aplicaram em seus

respectivos projetos artificiais para garantir uma melhor eficiência das edificações em questão.

Todos os projetistas se depararam com a necessidade de utilização de água da chuva para diminuir os gastos das famílias com abastecimento de água. Nesse contexto, enquanto todos os autores fizeram uso de um sistema de captação através de calhas nos telhados das habitações, Soares et. al. (2003) acrescentaram em uma de suas propostas a utilização de água do mar em atividades higiênicas. Essa diferença na abordagem dos projetos se deu pelo fato de as habitações estarem localizadas em ambientes diferentes, dessa forma, cada autor trabalhou com os recursos oferecidos pelo meio.

Outro fator abordado pelos três autores está relacionado com a eficiência térmica das edificações. Cada autor utilizou materiais locais para garantir isolamento e conseqüentemente um melhor conforto térmico para os futuros ocupantes da unidade. No entanto, uma medida em específico foi adotada em todas os projetos: a chamada ventilação cruzada, medida simples e puramente arquitetônica que garante melhor qualidade do ar e conforto térmico. Vale ressaltar que a ventilação cruzada é recomendada para residências em qualquer tipo de clima e por esse motivo foi adotada por Soares (2003), Rossi (2017) e Sattler (2007).

Uma distribuição adequada dos cômodos da casa foi utilizada na maioria dos projetos, isso para garantir uma melhor iluminação e ventilação. Além disso, Sattler (2007) optou por incluir parâmetros de acessibilidade ao projeto, para garantir que idosos e deficientes físicos pudessem se locomover livremente por toda a unidade habitacional. Parâmetros amplamente abordados nos estudos foram a utilização de placas solares para aquecimento de água e de painéis solares para geração de energia de forma a promover uma diminuição nas despesas mensais da família.

Em suma, Soares (2003), Rossi (2017) e Sattler (2007) buscaram desenvolver projetos habitacionais sustentáveis voltados à população de baixa renda. Suas propostas de modelos apresentam peculiaridades e diferenças que dependem, principalmente, do local de implantação da habitação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Ao longo deste trabalho foi desenvolvido um projeto de habitação unifamiliar, padrão popular, em conformidade com as normas técnicas vigentes, todos os passos para o desenvolvimento do mesmo serão apresentados nos tópicos que se seguem.

O orçamento deste projeto será comparado com o de um projeto similar, porém sem propostas de sustentabilidade e acessibilidade, realizado pela empresa FA Lustosa Engenharia e Consultoria, na Cidade de Jataúba, no Agreste Pernambucano. O projeto arquitetônico e o orçamento desenvolvidos pela empresa estão dispostos nos Anexos A, B e C. É importante observar que o valor final desse orçamento está distribuído entre 200 unidades habitacionais e também inclui o valor de aquisição dos terrenos. Assim, o valor comparado deve ser resultado da divisão do total do orçamento por 200 e, subtraído deste, o valor de cada terreno.

3.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico da edificação foi utilizado o software Revit, cuja principal vantagem é a maior rapidez na elaboração do mesmo. O software permite a extração de diversos tipos de informação, cortes e vistas automáticas e perspectivas eletrônicas de alta qualidade.

3.1.1 Disposição dos ambientes e janelas

As dimensões dos ambientes foram determinadas de forma a não ser inferior àquelas estabelecidas pela Caixa Econômica Federal. O Quadro 1 apresenta um resumo de tais medidas.

Quadro 1 – Dimensões mínimas por cômodo da edificação

Cômodo	Dimensões Mínimas (m)	Área Mínima (m²)
Quarto Casal	2,9 x 2,4	7
Quarto para 2 pessoas	4,1 x 2,4	10
Cozinha	1,8 x 2,5	4,5
Sala de Estar / Jantar	2,40	..
Banheiro	1,50	..
Área de Serviço

Fonte: Caixa Econômica Federal (2011)

Para a alocação adequada das janelas, foi feita uma análise da direção dos ventos, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Observou-se que na região Agreste do Estado de Pernambuco predominam os ventos na direção sudeste, o que foi confirmado por Silva et. al. (2002).

3.1.2. Materiais

Os materiais escolhidos para compor a estrutura e o sistema de vedação do protótipo representam as opções de menor custo dentre os materiais que não agredem o meio ambiente, ou o fazem minimamente. Além disso, é importante salientar que foram adotados materiais que podem ser encontrados na região.

3.1.3. Sistema de cobertura

O sistema de cobertura de uma edificação, além de exercer impacto direto no conforto térmico e acústico dos seus usuários, também é um elemento fundamental para a utilização de outras técnicas sustentáveis, como placas solares e sistemas de captação de água da chuva. Assim, a cobertura da edificação foi projetada de maneira a facilitar a instalação desses sistemas secundários.

3.1.4. Fundação

O tipo de fundação da edificação deve ter, como base de escolha, as características geotécnicas da região. Por se tratar de um protótipo sem um local definido dentro da região na qual está inserido, a fundação escolhida levou em consideração que o solo da região é predominantemente rochoso. Ainda, partiu-se do pressuposto de que, por se tratar de uma edificação de apenas um pavimento, as tensões no solo são reduzidas e técnicas de fundação menos custosas podem ser adotadas.

3.2 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

Para o cálculo da capacidade de armazenamento total dos reservatório levou-se em consideração que a residência abrigue até quatro pessoas. Para determinar a quantidade de água per capita utilizada em um dia adotou-se o valor de 120 litros estabelecido pela ABNT-NBR 5626/1998 para habitações de interesse social. Assim, a expressão utilizada para o cálculo do volume total necessário para um dia de uso é a seguinte:

$$Cd = Cp \times n \quad (1)$$

Na qual,

Cd = Consumo diário;

Cp = Consumo per capita;

n = Número de pessoas vivendo na edificação.

A partir do resultado obtido através da Equação 1 e considerando um sistema de abastecimento indireto e com intervalo de abastecimento de 4 dias (valor razoável para a região agreste pernambucana), pode-se determinar a capacidade total de armazenamento de água.

$$Ct = Cd \times d \quad (2)$$

Na qual,

Ct = Consumo total;

C_d = Consumo diário;

d = número de dias sem abastecimento.

3.2.1. Reservatório superior

Para o cálculo do volume restrito ao reservatório superior, novamente fez-se uso das determinações da ABNT-NBR 5626/1998, a qual indica que 40% do volume total calculado seja destinado ao mesmo.

3.2.2. Reservatório inferior

Como forma complementar ao volume retido no reservatório superior a ABNT-NBR 5626/1998 recomenda que 60% do volume total calculado seja destinado ao reservatório inferior.

3.3 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

Um sistema de aquecimento solar, instalado em uma residência da região Nordeste brasileira, torna-se viável devido à alta disponibilidade de radiação solar durante todos os meses do ano, o que possibilita uma redução nos gastos com energia elétrica.

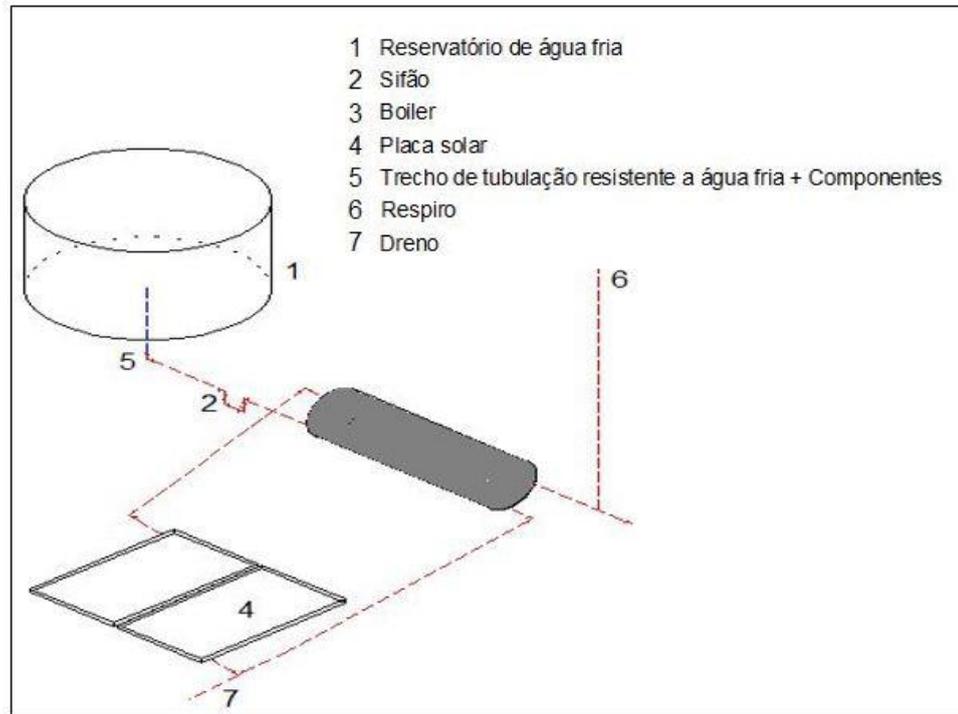
De maneira sucinta, o princípio de funcionamento de tal sistema consiste na conversão de irradiação eletromagnética em energia térmica através da incidência dos raios solares na superfície negra do coletor. Este, por sua vez, transmite o calor através dos dutos preenchidos pelo fluido. Por fim, a água é conduzida até o reservatório térmico, onde é armazenada até ser utilizada em algum ponto de consumo.

Esse tipo de sistema pode funcionar de duas maneiras, sendo a primeira delas através da circulação forçada do fluido no coletor, ou ainda através de termossifão. Por se tratar de um protótipo de habitação de interesse social, o tipo de coletor mais recomendado é o termossifão, pois além de seu sistema não necessitar de bombeamento para funcionar e de exigir menos manutenção, este tipo de coletor é o mais recomendado para instalações de pequeno porte (volume de armazenamento de até 1000 litros de água).

A Figura 5 esquematiza um sistema termossifão de coletor solar e destaca cada um de

seus elementos.

Figura 5: Esquema de lançamento do sistema de aquecimento solar



Fonte: Hidrel (2018)

Para a instalação correta de um sistema termossifão de aquecimento solar, algumas restrições devem ser atendidas, como determinado pela ABNT-NBR 15569/2008, tais exigências estão descritas nos itens que se seguem.

3.3.1. Distância mínima entre componentes

O Boiler deve estar distante do reservatório superior em no mínimo 15 cm para garantir que esteja sempre cheio. Ainda, a distância entre o boiler e as placas coletoras não deve ser inferior a 20 cm, nem exceder o valor de 400 cm, para que possam estar o mais próximo possível sem que ocorra o fluxo reverso.

3.3.2. Inclinação da placa solar

A ABNT-NBR 15569/2008 recomenda que as placas estejam direcionadas para o

norte geográfico, com variação máxima de 30° para ambas as direções. Para obter uma maior eficiência do sistema, a inclinação do painel solar deve variar de acordo com a latitude local da edificação, como mostra a seguinte equação:

$$I = \text{Latitude do Local} + 10^\circ \quad (3)$$

Vale ressaltar ainda, que o valor mínimo permitido por norma para tal inclinação é de 15°.

3.3.3 Respiro

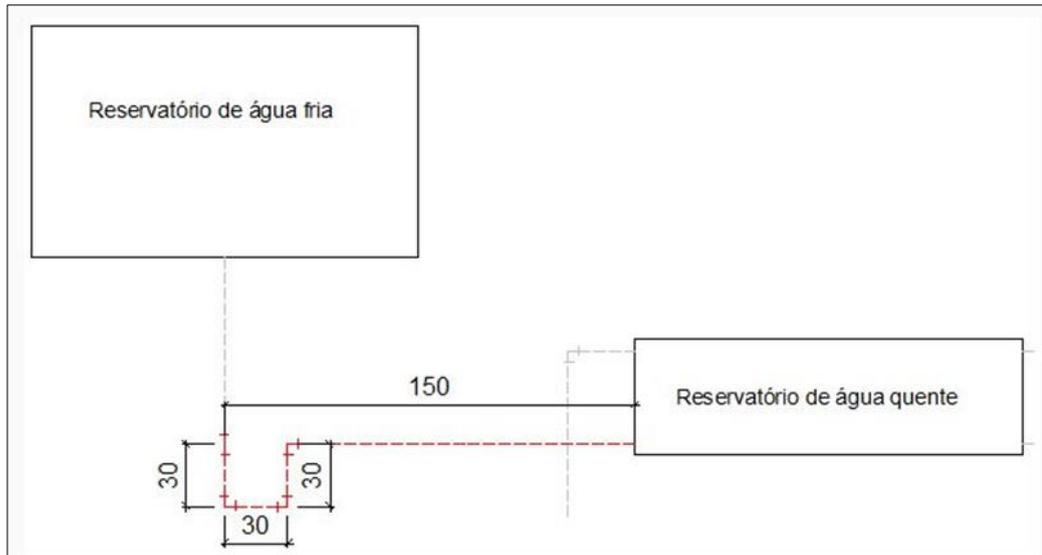
O respiro consiste em uma tubulação vertical ligada à atmosfera, cuja função é permitir a saída do vapor, aliviando a pressão no sistema. Ele precisa estar posicionado na tubulação a partir do ponto mais alto de saída do reservatório térmico. Sua abertura, ou seja, seu ponto máximo deve ultrapassar no mínimo 30 centímetros o nível de água máxima do reservatório superior. É estabelecido ainda que seu diâmetro não deve ser inferior a 15 milímetros.

3.3.4 Tubulações de água fria

Para o duto de transporte de água fria do reservatório superior para o térmico, a norma estabelece que este faça parte de uma tubulação exclusiva com saída abaixo do nível inferior de tomada de água do reservatório superior. Seu diâmetro deve ser igual ou superior ao diâmetro dos dutos de água quente.

3.3.5 Sifão

A função do sifão é evitar um retorno de água aquecida para o reservatório superior, por isso, deve ser posicionado entre os reservatórios superior e térmico. Sua altura deve ser igual ou superior a 30 centímetros e a distância do início do sifão até o reservatório térmico deve ser de 150 centímetros, como indicado na Figura 6.

Figura 6: Esquema de instalação do sifão

Fonte: Hidrel (2018)

3.3.6 Dimensionamento do sistema de coletores

3.3.6.1 Reservatório térmico (Boiler)

Para determinar a capacidade do reservatório de água quente é necessário conhecimento prévio do número de usuários do sistema e os tipos de atividades envolvendo esse recurso. A Tabela 1 a seguir indica o consumo médio diário de água quente em diferentes localidades.

Tabela 1 - Consumo Médio Diário de Água Quente

Alojamento Provisório de Obra	24	Litros por Indivíduo
Casa Popular ou Rural	36	Litros por Indivíduo
Residência	45	Litros por Indivíduo
Apartamento	60	Litros por Indivíduo
Quartel	45	Litros por Indivíduo
Escola (Internato)	45	Litros por Indivíduo
Hotel (Sem inclui cozinha o lavanderia)	36	Litros por Indivíduo
Hospital	125	Litros por Leito
Restaurante e Similares	12	Litros por Refeição
Lavanderia	15	Litros por Kg de Roupa Seca

Fonte: ABNT-NBR 7198/1993

3.3.6.2 Número de placas solares

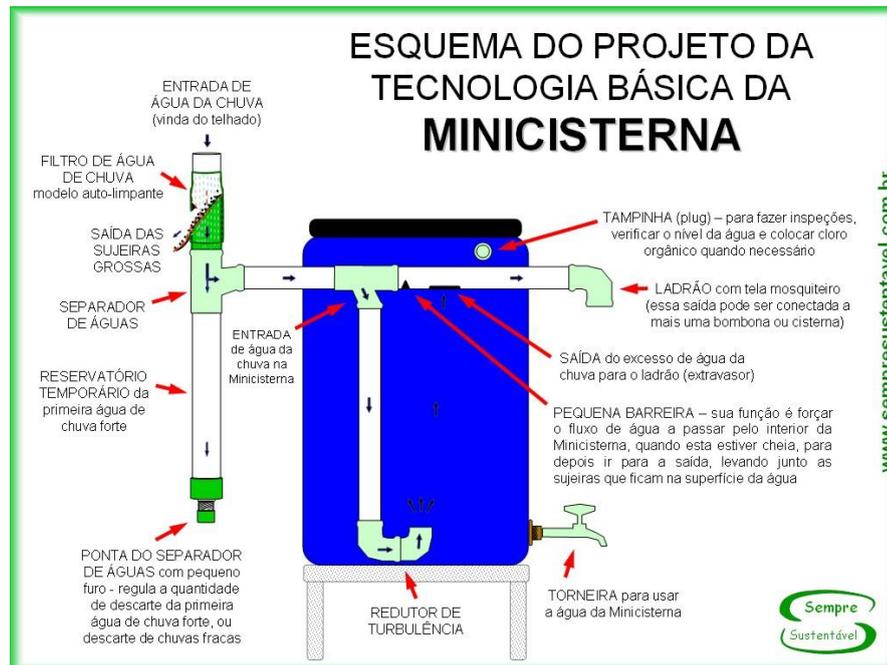
O número de placas solares usada no sistema de aquecimento solar varia de acordo com a capacidade de armazenamento do reservatório térmico e também pode variar de acordo com o fornecedor, neste projeto, além da avaliação do volume necessário será escolhido o que apresentar o melhor custo benefício.

3.4 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

O projeto de reúso de águas pluviais visa a utilização desse recurso em atividades como limpeza de pisos, irrigação de jardins, lavagem de veículos e/ou utilização no vaso sanitário. O projeto é de simples execução e consiste em um sistema integrado entre o telhado, calha e um reservatório de baixo custo que armazenará a água captada.

O modelo aqui apresentado é experimental e foi desenvolvido pela Sociedade do Sol, nele a água da chuva é conduzida pelo telhado até a calha e esta a transporta até o início do sistema da mini cisterna representado na Figura 7.

Figura 7: Esquema do projeto da tecnologia básica da mini cisterna



Fonte: Sempre Sustentável (2010)

Nesse sistema a água passa por um filtro de limpeza de impurezas grosseiras que consiste em uma tela de retenção. Logo após, essa água é conduzida, através do separador, para o sistema de descarte das primeiras águas e de águas fracas, ou, nos demais casos, é transportada para o interior do reservatório.

Em se tratando dos componentes hidráulicos presentes no interior do reservatório, sua instalação pode seguir a seguinte ordem: após a instalação do filtro e do separador pode-se instalar a tubulação do extravasor, para dar vazão a água excedente. Ainda, é importante salientar a necessidade de dispositivos que diminuam a turbulência ocasionada pela água que chega ao reservatório..

Por fim, pode-se instalar a torneira um pouco acima da base do reservatório para evitar que detritos decantados no fundo do mesmo possam obstruir a passagem da água. Nessa instalação pode-se utilizar um flange ou fixar a torneira diretamente no reservatório.

Deverá ser prevista também a instalação de uma tubulação saindo do reservatório em direção à descarga do vaso sanitário, para que haja o escoamento por gravidade, o reservatório deverá estar situado em local elevado e próximo a parede do banheiro de modo a diminuir o custo do sistema.

É necessário ainda fazer um pequeno orifício no topo do reservatório por onde possa ser injetado cloro no sistema, para tratamento da água armazenada. Além disso, é interessante

instalar uma mangueira no fundo do reservatório e fixar sua outra extremidade no topo externo do mesmo, podendo assim utilizá-la como medidor de nível de água.

A depender da demanda de água de reúso, os usuários podem optar por acoplar nesse mesmo sistema outros reservatórios e assim garantir um maior volume de armazenagem. Isso pode ser feito através de mangueiras que conectam os tanques e efetuam a transferência da água pelo princípio dos vasos comunicantes.

É importante ressaltar que em caso de ampliação do sistema é recomendado que as mangueiras de transferência estejam localizadas na metade superior dos reservatórios e que em cada um deles seja instalado o mesmo sistema hidráulico.

3.5 PROJETO HIDRÁULICO

O projeto hidráulico foi realizado em acordância com a ABNT-NBR 5626/1998 de modo a garantir o fornecimento contínuo de água aos usuários e em quantidade suficiente, assegurando também valores de pressões e velocidades aceitáveis para bom funcionamento da instalação.

Neste Projeto, o sistema de distribuição escolhido foi o indireto, onde o fornecimento de água aos pontos de consumo é dado por gravidade. Nesse sistema a distribuição é feita através de um reservatório superior alimentado tanto pela rede pública quanto pelo sistema de bombeamento desde o reservatório inferior, o que minimiza o consumo de energia elétrica quando a pressão do sistema público de distribuição for suficiente para abastecer o reservatório superior.

3.5.1 Ramal e Alimentador Predial

O ramal predial é uma fonte que liga uma fonte de abastecimento pública ao hidrômetro da residência. Já o alimentador predial é a tubulação que liga uma fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico.

Admitindo-se apenas para fins de projeto um abastecimento contínuo e que a vazão que abastece o reservatório seja suficiente para atender ao consumo diário da edificação em um dia tem-se:

$$Q_{RP} = \frac{Cd}{86400} \quad (4)$$

Na qual,

Q_{RP} = vazão do ramal predial;

C_d = Consumo diário.

Para determinar o diâmetro da tubulação tanto do ramal quanto do alimentador predial, pode-se dispor da seguinte relação:

$$D_{RP} = \sqrt{\frac{4 Q_{RP}}{\pi V_{RP}}} \quad (5)$$

Na qual,

V_{RP} = velocidade de alimentação do ramal e pode variar entre 0,60 e 1,0 m/s. Para este projeto adotou-se 0,6 para garantir abastecimento do reservatório mesmo na hora de maior consumo;

Q_{RP} = Vazão do ramal predial;

D_{RP} = Diâmetro do ramal predial

O diâmetro do ramal e do alimentador predial D_{RP} adotado deve ter o diâmetro comercial imediatamente superior ao encontrado pela Eq. 5.

3.5.2 Hidrômetro e cavalete

O cálculo do hidrômetro e do cavalete, e também do seu abrigo, devem ser projetados seguindo às exigências da norma ABNT-NBR 5626/1998. Para a localização do ponto de instalação do hidrômetro, é indicado que este esteja em local de fácil acesso, na posição horizontal e acima do solo. Para o cavalete, é executado um abrigo que deve ter uma distância do alinhamento da caixa em que se encontra o hidrômetro, de no máximo 1,50 m.

3.5.3 Barriletes

Barriletes são tubulações que se originam rente ao fundo do reservatório superior, dos quais derivam as colunas de distribuição. São colocados na saída do reservatório, registros gaveta para que seja possível a manutenção das células, e na saída dos barriletes, cada coluna de distribuição possui um registro gaveta com o mesmo propósito.

Para o dimensionamento dos barriletes, primeiramente foram contabilizados os pesos relacionados com cada coluna de distribuição e também o somatório de todos os pesos envolvidos na edificação. Os pesos foram obtidos a partir da Tabela A.1 da norma ABNT-NBR 5626/1998 e estão resumidamente apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

APARELHO SANITÁRIO	PEÇA DE UTILIZAÇÃO	PESO
Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	0,3
Chuveiro	Misturador (água fria)	0,4
Lavadora de Roupas	Registro de pressão	0,1
Lavatório	Torneira (água fria)	0,3
Pia	Torneira (água fria)	0,7
Tanque	Torneira	0,4
	TOTAL	2,2

Fonte: ABNT-NBR 5626 (1998) editado pelo Autor

O somatório total dos pesos é convertido na demanda simultânea total do grupo de peças sanitárias, e é expressa como uma estimativa da vazão a ser considerada para o dimensionamento do barrilete através da equação abaixo:

$$Q_{barrilete} = 0,3 \sqrt{\sum P} \quad (6)$$

Na qual,

$Q_{barrilete}$ = vazão estimada na seção considerada do barrilete.

ΣP = soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Com a vazão do barrilete, pode-se calcular o diâmetro desta tubulação por meio da Eq. 7. Para isso, foi adotada velocidade máxima do fluido de 3 m/s, como estabelecido por norma.

$$D_{barrilete} = \sqrt{\frac{4 Q_{barrilete}}{\pi v}} \quad (7)$$

Na qual,

$D_{barrilete}$ = Diâmetro do barrilete;

$Q_{barrilete}$ = Vazão estimada na seção considerada do barrilete;

v = Velocidade máxima do fluido.

3.5.4 Colunas de distribuição, ramais e sub-ramais

O dimensionamento das demais tubulações que conduzem água do barrilete para os pontos de consumo segue o mesmo padrão do dimensionamento do próprio barrilete, mudando apenas o somatório de pesos.

3.5.5 Dimensionamento do conjunto elevatório

O conjunto elevatório é responsável pelo bombeamento da água do reservatório inferior ao superior. Para que isso ocorra de forma eficiente foram dimensionadas as tubulações de recalque e sucção e o conjunto motor-bomba, como descrito nos tópicos a seguir. Vale ressaltar que este projeto está em conformidade com as recomendações da ABNT-NBR 5626/1998 a qual estabelece que duas bombas deverão estar devidamente instaladas no sistema, para que em caso de mal funcionamento exista um equipamento reserva.

3.5.5.1 Vazão horária de recalque

De acordo com Reali et. Al. (2002) a vazão de recalque (Q_r) deverá ser, no mínimo, igual a 15% do Consumo Diário (C_d) previamente calculado, expressa em m^3/h .

3.5.5.2 Tempo de funcionamento da bomba

O período de funcionamento da bomba durante o dia dependerá da disponibilização do recurso pela companhia de águas da região, tendo em vista que em dias de recebimento de água com pressão adequada para alcançar o reservatório superior, a bomba não precisará ser utilizada.

Nos dias de racionamento, o tempo de funcionamento da mesma será função da vazão horária. No caso em que a vazão de recalque é igual a 15% de Cd, esse tempo resulta aproximadamente igual a 6,7 horas.

3.5.5.3 Diâmetro da tubulação de recalque e sucção

Para o cálculo do diâmetro de recalque, a ABNT-NBR 5626/1998 recomenda o uso da Eq. 8

$$Dr = 1,3\sqrt{Q_r^4 X} \quad (8)$$

Na qual,

X = Número de horas de funcionamento por dia dividido por vinte e quatro horas;

Q_r = Vazão de recalque (dado em m³/s).

Conforme estabelecido por norma o diâmetro de sucção deve ser no mínimo o diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro de recalque.

3.5.5.4 Escolha da Bomba

Para a escolha da bomba, deve-se dispor dos parâmetros pré-calculados (Q_r, D_r e D_s) e dos desenhos que fornecem os comprimentos totais das canalizações de recalque e sucção.

Sendo a altura geométrica (Hg) definida como o desnível entre o nível mínimo no reservatório inferior e a saída de água no reservatório superior, e Δh a soma das perdas de carga no recalque e na sucção, a altura manométrica (Hm) será:

$$H_m = H_g + \Delta h \quad (9)$$

Na qual,

$$\Delta h = J * (L + \sum Leq) \quad (10)$$

Na qual,

L= Comprimento total da tubulação (recalque + sucção).

$\sum Leq$ = Comprimento equivalente dos elementos hidráulicos das tubulações.

J = Perda de carga unitária.

Para o cálculo da perda de carga, foi utilizada a Equação de Fair-Whipple-Hsiao (Eq. 11) para tubulações de água fria de cobre ou plástico. Essa equação é referente à perda de carga unitária:

$$J = 0,000859 \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (11)$$

Na qual,

J = Perda de carga unitária;

Q = vazão de escoamento (m^3/s);

D = diâmetro do conduto (m).

Com isso, pode-se enfim calcular a potência da bomba necessária para abastecer o reservatório superior, através da Eq. 12.

$$P = \frac{\gamma Q_r H_m}{75\eta} \quad (12)$$

Na qual,

P = potência (C.V);

γ = peso específico da água (dado em kgf/m^3);

η = rendimento do conjunto elevatório;

Q_r = Vão de recalque;

H_m = Altura Manométrica

3.6 PROJETO SANITÁRIO

3.6.1. Dimensionamento das tubulações de esgoto

O dimensionamento de todos os dutos de escoamento de esgoto da residência foi realizado usando as Unidades Hunter de Contribuição (UHC), seguindo as orientações da ABNT-NBR 8160/1999, cada UHC corresponde à vazão de 28 litros por minuto.

3.6.1.1. Ramais de descarga

Os ramais de descarga foram dimensionados seguindo a Tabela 1 da ABNT-NBR 8160/1999, cujos itens sanitários incluídos neste projeto estão resumidos na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – UHC dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal dos ramais de descarga

Aparelho	Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Descarga (mm)
Chuveiro de Residência	2	40
Lavatório de Residência	1	40
Pia de Residência	3	40
Pia de Serviço	5	75
Máquina de Lavar Roupas	10	75
Vaso Sanitário	6	100

Fonte: ABNT-NBR 8160/1999 modificada pelo Autor

3.6.1.2. Ramais de esgoto

Para o dimensionamento dos ramais de esgoto foram somadas as UHCs dos ramais de descarga que contribuem para o ramal de esgoto, com os resultados obtidos e através do auxílio da Tabela 4 pode-se definir os diâmetros equivalentes dos ramais de esgoto.

Tabela 4 – Dimensionamento dos Ramais de Esgoto

Diâmetro Nominal do Tubo	Número Máximo de UHC
40	1
40	3
50	6
75	20
100	160
150	620

Fonte: ABNT NBR 8160/1999

3.6.1.3. Coletores e sub-coletores

Os coletores e sub-coletores de esgoto sanitário foram dimensionados recorrendo-se ao Quadro 2, presente na ABNT-NBR 8160/1999, o qual, além de fornecer os diâmetros das tubulações equivalentes ao número de UHC, também fornece a inclinação mínima dos dutos.

Quadro 2 – Dimensionamento dos coletores e sub-coletores.

Diâmetro Nominal do tubo - DN	Número Máximo de UHC			
	Declividades Mínimas (%)			
	0,5	1	2	4
100	x	180	216	250
150	x	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000

Fonte: ABNT-NBR 8160/1999

3.6.1.4. Ramais de ventilação e coluna de ventilação

Os diâmetros nominais das tubulações de ventilação podem ser obtidos diretamente do Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Dimensionamento dos Ramais de Ventilação.

Grupo de Aparelhos sem Vaso Sanitário		Grupo de Aparelhos com Vaso Sanitário	
Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação - DN	Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação - DN
até 2	40	até 17	50
3 a 12	40	18 a 60	75
13 a 18	50	-	-
19 a 36	75	-	-

Fonte: ABNT- NBR 9160/1999

A coluna de ventilação manterá o diâmetro nominal do seu respectivo ramal de ventilação devido à inexistência de outras fontes de esgotos, as quais seriam decorrentes de outros pavimentos da edificação.

3.6.2. Caixa de Gordura

De acordo com a ABNT-NBR 8160/1999 a caixa de gordura indicada para uso de apenas uma cozinha é a caixa de gordura pequena (CGP) ou ainda a caixa de gordura simples (CGS), sendo o primeiro caso considerado mais econômico.

3.6.3. Caixa de Inspeção

As caixas de inspeção devem ter uma profundidade máxima de 1 metro, forma prismática, de base quadrada ou retangular, lado interno mínimo de 0,60 metros, ou cilíndrica com diâmetro de 0,60 metros, deve ainda ter tampa de fácil remoção que permita perfeita vedação e seu fundo deve garantir o rápido escoamento, evitando a formação de depósitos de sedimentos

3.7 PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O projeto de águas pluviais seguiu os padrões exigidos pela ABNT-NBR 10844/1989 e tem por objetivo recolher e conduzir a água da chuva até um local adequado e de forma estanque. Vale destacar que seguindo as exigências do sistema separador absoluto, vigente no Brasil, os locais de descarga das águas pluviais não podem ser os mesmos que os pontos de descarga do esgoto sanitário.

3.7.1 Intensidade da precipitação

A intensidade da chuva para a região Agreste pode ser calculada com base na equação desenvolvida para Caruaru (Eq. 13) por Coutinho et. al (2010).

$$i = \frac{445,0122 * T_r^{0,2586}}{(t + 3,797447)^{0,7483}} \quad (13)$$

Na qual,

i = Intensidade da precipitação.

Tr = Tempo de Retorno definido como 5 anos por se tratar de cobertura de área

urbana.

$t = \text{Duração da precipitação} = 5 \text{ min}$ como estabelecido na Norma.

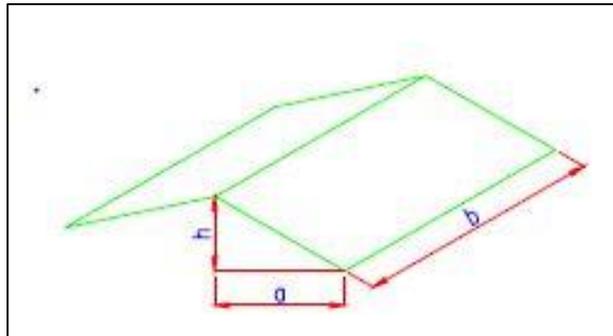
3.7.2 Área de contribuição

A área de contribuição corresponde à área de telhado que contribui para determinada calha. Para as duas águas do telhado deste projeto a equação utilizada para determinação da área é a seguinte:

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) * b \quad (14)$$

Na qual os valores de a , b e h estão representados na Figura 8.

Figura 8: Superfície Plana Inclinada



Fonte: ABNT-NBR 10884/1989

3.7.3 Vazão de projeto

Calculada a área de contribuição e determinada a intensidade pluviométrica, pode-se então determinar a vazão de projeto, informação necessária para o dimensionamento das calhas. Esta vazão pode ser calculada usando a seguinte equação.

$$Q = IA \quad (15)$$

Na qual,

$Q = \text{Vazão de projeto (l/min)}$;

I = Intensidade Pluviométrica (mm/h);

A = área de Contribuição (m^2);

3.7.4 Dimensionamento das calhas

As calhas podem então ser dimensionadas usando a fórmula

$$Q = \frac{K * S * \sqrt[3]{R_h^2 * \sqrt{I}}}{n} \quad (16)$$

Na qual,

Q = Vazão da calha (l/min);

S = Área molhada (m^2);

R_h = Raio hidráulico (m);

I = Declividade da calha (m/m);

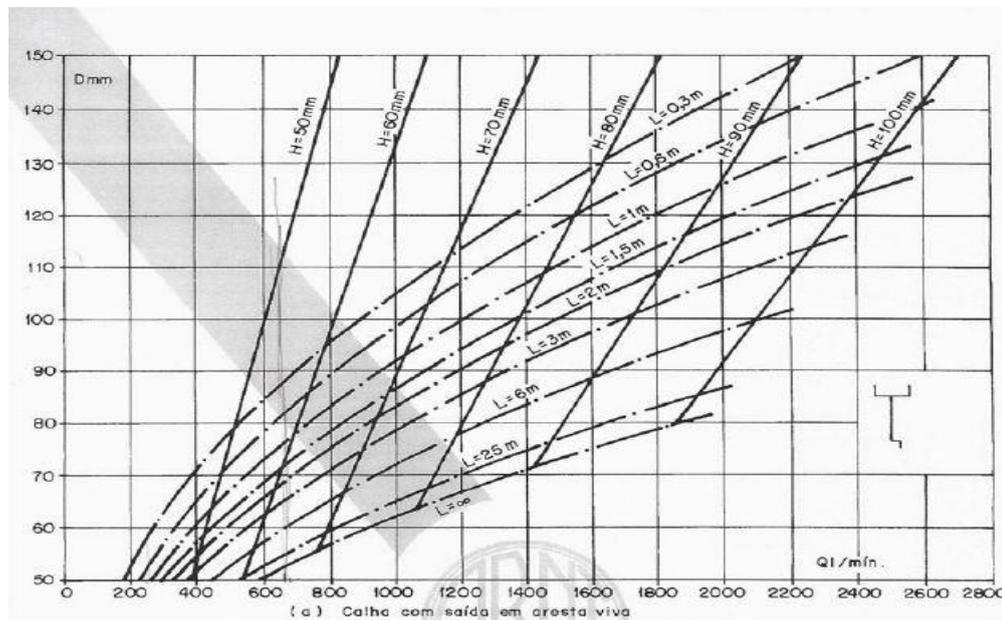
n = Coeficiente de rugosidade (0,011 para calha de PVC ou alumínio);

K = 60000 (coeficiente para transformar a vazão em m^2/s).

3.7.5 Dimensionamento dos condutos verticais

Os condutos verticais devem respeitar o diâmetro mínimo permitido por norma de 75 mm e seus diâmetros nominais foram obtidos através do ábaco da Figura 9 o qual tem como variáveis a vazão de projeto (Q), a altura da lâmina de água na calha (H) e o comprimento do condutor vertical (L).

Figura 9: Dimensionamento dos condutores verticais para calha com saída em aresta viva



Fonte: ABNT-NBR 10844/1989

3.8 PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico é de suma importância para um bom funcionamento do sistema elétrico da residência, pois além de promover maior segurança aos usuários, também acarreta em economia de energia. O dimensionamento da rede elétrica tomou como base as premissas contidas nas normas ABNT-NBR 5410/2004 e da CELPE SM01.00-00.001/14.

3.8.1 Iluminação

A iluminação dos cômodos deve ser disposta de modo a atingir da melhor maneira todas as áreas do local, sendo instalado o mínimo de 1 ponto de iluminação por ambiente, controlado por um interruptor.

Para a determinação das potências de iluminação de cada ambiente foram previstas cargas que consideram a área do ambiente. Fez-se então o cálculo de iluminação através das seguintes recomendações da norma:

- Para área igual ou inferior a 6 m^2 – Atribuir um mínimo de 100 VA;
- Para área superior a 6 m^2 – Atribuir um mínimo de 100 VA para os primeiros

$6 m^2$, acrescido de 60 VA para cada aumento de $4 m^2$ inteiros.

3.8.2 Levantamento de número e carga de tomadas

3.8.2.1 Tomadas de uso geral (TUGs)

A quantidade de tomadas por ambientes foi atribuída em conformidade com item 9.5.2.2.1 da ABNT-NBR 5410/2004. Para determinação da carga das tomadas de uso geral, partiu-se das seguintes recomendações:

- Para banheiros, cozinhas e áreas de serviço deve-se atribuir, no mínimo 600 VA por tomada, até 3 tomadas e atribuir 100 VA para os excedentes.
- Para os demais cômodos ou dependências deve-se atribuir no mínimo 100 VA por tomada

3.8.2.2 Tomadas de uso específico (TUEs)

São consideradas tomadas de uso específico aquelas que demandam uma grande potência por parte do equipamento que irá ser instalado na mesma. Os equipamentos que são comumente encontrados em habitações em geral são chuveiro elétrico, bomba hidráulica, geladeira e máquina de lavar.

As potências são determinadas pelos próprios fabricantes dos equipamentos, no entanto, a rede elétrica deve estar dimensionada para suporta-las. Abaixo estão listadas alguns aparatos com suas respectivas cargas.

- Chuveiro elétrico – 5.600 W.
- Máquina de lavar roupa – 1000 W
- Geladeira – 500 W
- Bomba Hidráulica – 500 W

3.8.3 Circuitos

Uma correta divisão de circuitos elétricos garante que a instalação seja segura e que não haja desperdício de energia elétrica. Além disso uma instalação elétrica adequada facilita

futuras manutenção e diminui sua ocorrência.

A ABNT-NBR 5410/2004 é clara com relação as regras que devem ser seguidas para uma correta distribuição de circuitos e nos quesitos que tangem este projeto ela estabelece o seguinte que os pontos de tomada das cozinhas, áreas de serviço, copas, lavanderias e demais locais análogos devem ser atendidos por circuitos individuais. A norma estabelece ainda que todo ponto de utilização que necessite de corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente

Embora a mesma ABNT-NBR/2004 não especifique potência máxima por circuito elétrico, pode-se concluir, através da análise das informações supracitadas, que essa potência não deve ultrapassar aquela cuja corrente equivalente seja maior que 10 A. Assim, para tensão de 220 V a potência equivalente é de 2200W. Além disso, a limitação da corrente diminui a espessura do eletroduto, resultando em uma redução de gastos.

Com relação ao padrão de entrada da energia na habitação, este consiste em um poste com isolador de roldana, bengala, caixa de medição e haste de terra.

3.8.4 Condutores

Para prosseguir com o dimensionamento dos condutores é necessário determinar as variáveis listadas abaixo, pois o valor adotado para a seção do condutor é tida como o maior valor entre eles

- Seção Mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de Tensão Admissível.

3.8.4.1 Seção mínima

As seções mínimas adotadas no presente projeto foram:

- Para circuito de iluminação, seção de 1,5 mm²;
- Para circuito de tomada, seção de 2,5 mm².

3.8.4.2 Capacidade de condução de corrente

A condição adotada para a capacidade de condução para a temperatura de 30°C e para um circuito por eletroduto é:

$$I_p \leq I_{cc} \quad (17)$$

Na qual,

I_p = Corrente de projeto (razão potência x tensão)

I_{cc} = Corrente corrigida ou corrente de condução.

No entanto, essa desigualdade não é válida para uma temperatura diferente, e para mais de um circuito passando no trecho analisado. Logo, é necessário corrigir a corrente de projeto para que possamos obter o valor de corrente sobre condições reais de temperatura e agrupamento de condutores. Assim, a desigualdade estabelecida por norma está apresentada na Eq. 18.

$$I_p \leq I_{cc} * f_a * f_T \rightarrow \frac{I_p}{f_a * f_T} \leq I_{cc} \quad (18)$$

Na qual,

f_a = Fator de agrupamento, relacionado ao número de circuitos que passa no trecho analisado;

f_T = Fator de ajustamento da temperatura, para temperaturas diferentes de 30°C.

Esses fatores foram determinados utilizando as Tabelas 40 e 42 da ABNT-NBR 5410/2004. Os condutores utilizados para os circuitos são de cobre com isolamento de PVC, assim foi utilizado a tabela 46 da ABNT-NBR 5410/2004 para determinar o número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito. Posteriormente, foi utilizada a Tabela 36, da mesma norma, para determinar a capacidade de condução de correntes.

3.8.4.3 Queda de tensão

Para garantir que no ponto de utilização a tensão disponível não se afaste muito da tensão fornecida pela rede, tem-se que verificar as quedas de tensão máximas para cada circuito. De acordo com o item 6.2.7 da ABNT-NBR 5410/2004, em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

E ainda, em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%. Para o cálculo da queda de tensão máxima utiliza-se a seguinte equação:

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 2 \rho \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot I_i \cdot \cos\phi}{V \cdot S} \quad (19)$$

Na qual,

ρ = resistividade (1,58 Ω mm²/m)

l = comprimento (m)

I = corrente de projeto (A)

V = tensão (V)

S = seção do condutor (mm²)

Vale ressaltar que o cálculo da queda de tensão foi feita para o aparelho em situação mais desfavorável de cada circuito.

3.8.5 Eletrodutos

O dimensionamento dos eletrodutos é função da dimensão dos condutores que passam por ele e do número de condutores. É recomendado que os condutores ocupem um determinado percentual da área do eletroduto conforme indicado abaixo:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Para o dimensionamento dos eletrodutos foi utilizada a Tabela D da ABNT-NBR 5410/2004.

3.8.6 Disjuntores

Para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$I_B < I_n < I_z \quad (20)$$

Na qual,

I_B = corrente de projeto do circuito;

I_z = capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação;

I_n = corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação.

Com isso, pode-se obter as correntes nos disjuntores individuais dos circuitos.

3.8.6.1 Disjuntor geral

Para se obter a corrente do disjuntor geral soma-se a potência ativa da iluminação com a das tomadas de uso geral e multiplica-se pelo fator de demanda, fornecido pela CELPE (Companhia Elétrica de Pernambuco) e representado nas tabelas 6 e 7 da sessão 3.8.7. O

mesmo foi feito com a potência ativa das tomadas de uso específico. Ao final soma-se os resultados obtidos com as multiplicações e obtém-se a corrente do disjuntor geral.

3.8.7 Potência demandada na fase

Com os fatores de demanda apresentados nas Tabelas 5 e 6 a seguir pode ser obtida a potência demandada na fase do circuito fazendo o somatório das multiplicações da potência de cada circuito pelo seu determinado fator de demanda.

Tabela 5 – Fator de demanda para iluminação e TUGs

Potência de iluminação e tomadas de uso geral (kW)	Fator de Demanda (%)
De 0,01 a 1,00	88
De 1,01 a 2,00	75
De 2,01 a 3,00	66
De 3,01 a 4,00	59
De 4,01 a 5,00	52
De 5,01 a 6,00	45
De 6,01 a 7,00	40
De 7,01 a 8,00	35
De 8,01 a 9,00	31
De 9,01 a 10,00	27

Fonte: ABNT-NBR 5410/2004

Tabela 6 – Fator de demanda para TUEs

Potência de iluminação e tomadas de uso geral (kW)	Fator de Demanda (%)
01	1,00
02	1,00
03	0,84
04	0,76
05	0,70
06	0,65
07	0,60
08	0,57
09	0,54
10	0,52
11	0,49
12	0,48

Fonte: ABNT-NBR 5410/2004

3.8.8 Quadro de distribuição

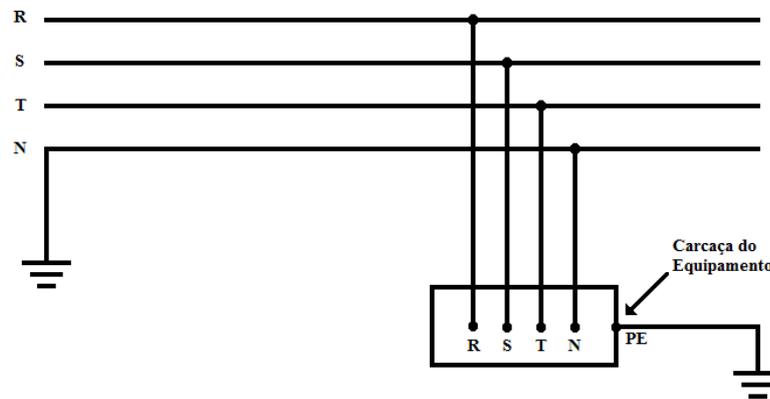
O quadro de distribuição destina-se a receber energia elétrica através da alimentação e distribuí-la a um ou mais circuitos. Além disso, pode desempenhar funções de proteção, seccionamento, controle e/ou medição. O quadro de distribuição deve estar em local de fácil acesso em uma residência para que o manuseio de disjuntores possa ocorrer de forma adequada, quando necessário.

3.8.9 Aterramento

O sistema de aterramento adotado é o TTS, nesse sistema um ponto de utilização é conectado diretamente à terra. Assim, o percurso de uma corrente fase-massa inclui esse receptor, o que limita em muito o valor da corrente devido ao elevado valor da resistência de terra.

Na Figura 10, logo abaixo, pode-se conferir o esquema desse tipo de instalação de aterramento:

Figura 10: Esquema TT



Fonte: ABNT-NBR 5410/2004

Através da Tabela 58 da ABNT-NBR 5410/2004 pode-se dimensionar os condutores de proteção. As hastes de aterramento devem ser dimensionadas de forma que a resistividade equivalente (Eq. 21) não exceda o valor de 5Ω .

$$R_{1haste} = \frac{\rho_a}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{d}\right) \quad (21)$$

$$R_{eq} = KR_{1haste} \quad (22)$$

Nas quais,

R_{1haste} = Resistividade da haste;

R_{eq} = Resistividade equivalente;

ρ_a = Resistividade aparente do solo;

L = Comprimento da haste;

d = Diâmetro do círculo equivalente à área da secção transversal da haste;

K = Índice de redução de sistema de aterramento.

3.9 ORÇAMENTO

O orçamento deste projeto tomou como base o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), por ser referência de preços de insumos e custos de composições de serviços. Vale destacar ainda o seu uso frequente em orçamentos de obras desenvolvidas pela Caixa Econômica Federal.

A tabela utilizada foi a referente ao mês de Setembro de 2018 por apresentar maior compatibilidade com os valores atuais do mercado.

4 RESULTADOS

4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

As plantas arquitetônicas, as quais incluem distribuição dos ambientes e suas respectivas dimensões, corte longitudinal e transversal e planta de cobertura são apresentadas nos Apêndices A, B, C e D. Uma representação tridimensional da habitação projetada está apresentada na Figura 11.

Figura 11: Representação tridimensional do protótipo



Fonte: Do Autor (2018)

4.1.1. Disposição dos ambientes e janelas

Com base na análise bibliográfica, optou-se por uma distribuição dos cômodos mais comumente utilizados na direção leste da edificação, assim, cozinha, sala e um dos quartos foram alocados nesta direção, garantindo uma incidência de raios solares menos intensa. Os demais cômodos foram dispostos nas outras direções sem que houvesse preferências. Cabe destacar a inclusão da garagem no projeto, ambiente que não comumente faz parte desse tipo de habitação, o qual foi pensado devido à atual situação do país, que apesar de não estar economicamente favorável, ainda permite que pessoas de baixa renda sejam capazes de

adquirir um automóvel. Além disso, esse ambiente pode proporcionar uma futura ampliação da edificação para uso em atividades que gerem renda à família, em caso de inutilidade na sua função principal,

Com relação às janelas, estas foram alocadas preferencialmente na fachada oeste da edificação para garantir melhor ventilação, tendo em vista a direção predominante dos ventos na região ser a Sudeste. O material escolhido para essas esquadrias foi uma junção de madeira e vidro, este último garantindo melhor iluminação para os ambientes.

De modo a assegurar os requisitos de acessibilidade para a edificação, foi adotado espaço livre de obstáculos em frente as portas de 1,2 metros e a casa foi planejada de forma que o espaço entre os móveis permita manobra de 180° para cadeiras de rodas.

4.1.2. Material de estrutura e vedação

Para garantir melhor conforto térmico para seus usuários e preencher os requisitos de sustentabilidade, o material escolhido para estrutura e vedação da maior parte da habitação foi a madeira de reflorestamento. A escolha se deu também devido ao mercado desse tipo de madeira vir crescendo significativamente na região Nordeste nos últimos anos, através do cultivo controlado do Eucalipto.

Dentre todos os ambientes, a única exceção foi o banheiro social, cujo material estrutural e de vedação escolhidos foram, respectivamente, o concreto armado e a alvenaria de blocos cerâmicos. O que justifica a escolha dos materiais é a maior resistência estrutural do concreto quando comparado com a madeira, pois acima deste ambiente foram alocados os reservatórios térmico e de água fria.

4.1.3. Piso

Por se tratar de uma habitação de interesse social, o custo dos materiais e de sua aplicação devem ser considerados fatores fundamentais, embora não primordiais, para auxiliar na escolha dos mesmos. Nesse contexto, por se tratar de um material barato, de grande durabilidade e resistência a abrasão, de fácil aplicação e por não necessitar de rejunte, o cimento queimado foi o material escolhido para o piso de praticamente todo o protótipo, com exceção do banheiro e da área de serviço, ambientes que entram em contato com água mais comumente e em maior quantidade.

4.1.4. Sistema de cobertura

Para o protótipo de habitação popular em questão a cobertura é composta por dois elementos, o forro, de PVC e o telhado de estrutura mista de madeira e telhas cerâmicas. Vale ressaltar que o telhado foi dividido em duas águas, as quais além de proteger os usuários e a mesoestrutura da edificação, exercem funções secundárias distintas.

O telhado Norte foi projetado de forma a ter inclinação compatível com a necessária para as placas solares do sistema de aquecimento de água, enquanto o telhado sul, de maior área efetiva, foi projetado para receber as águas pluviais e conduzi-las até o sistema de captação e reserva.

Além disso, na cobertura voltada para o norte, foi desenvolvido um sistema de ventilação cruzada onde o ar entra pela parte mais baixa do telhado e sai por aberturas localizadas na parte mais elevada do mesmo, garantindo uma melhor circulação do ar entre o telhado e o forro e mantendo o interior da casa com temperaturas mais amenas.

4.1.5. Fundação

Para a fundação do protótipo optou-se por radier de concreto armado, a escolha mostra-se coerente para o projeto por se tratar de um protótipo de apenas um pavimento. Além disso, a utilização da madeira de reflorestamento como material vedante e estrutural diminui significativamente o peso da edificação.

4.1.6. Paisagismo

Unindo a preocupação com a preservação do meio ambiente e o conforto da edificação, é previsto o plantio de mudas de árvores nativas de médio porte na fachada oeste da edificação, as quais promoverão sombreamento para amenizar a incidência dos raios solares do poente, considerado mais intensos. A Figura 12 representa a fachada oeste do protótipo.

Figura 12: Fachada oeste

Fonte: Do Autor (2018)

4.2 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

Conforme previamente especificado no item 3.2 o cálculo da capacidade de armazenamento dos reservatórios foi realizado da seguinte maneira:

$$Cd = 120 \times 4 = 480 \text{ l/dia} \quad (23)$$

e

$$Ct = 480 \times 4 = 1920 \text{ l} \quad (24)$$

4.2.1 Reservatório Superior

O volume destinado ao reservatório superior corresponde a 40% do valor encontrado anteriormente, logo:

$$40\% \text{ de } 1920 = 768 \text{ l} \quad (25)$$

Com isso, convertendo o resultado encontrado para valores comerciais de volumes de reservatórios de polietileno, tem-se que a capacidade de armazenamento será de 1000 litros de água.

4.2.2 Reservatório Inferior

O volume restante de água, aquele que corresponde a 60% de Ct é:

$$60\% \text{ de } 1920 = 1152 \text{ l} \quad (26)$$

Por motivos de viabilidade de instalação de um reservatório inferior e por considerar as variações no abastecimento de água na região optou-se por aumentar a capacidade de armazenamento do mesmo, assim o reservatório deve atender a lâmina d'água de 1,1 metros e sua área de base é de 4 m^2 , resultando em uma capacidade de 4.400 litros.

4.3 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

A utilização de coletores solares na região nordeste brasileira é favorável devido à alta disponibilidade de radiação solar, por isso, coletores solares foram utilizados no protótipo.

A Tabela 1, apresentada na seção 3.3.1.1, indica que o consumo médio de água quente por pessoa e por dia, para casa popular ou rural, é de 36 litros, assim para uma família de 4 pessoas, o consumo diário médio é de 144 litros. Optou-se porém por um reservatório térmico que atendesse tal demanda com uma certa folga para eventuais necessidades, assim é prevista a instalação de aquecedor solar com capacidade do reservatório térmico de 200 litros e duas placas solares.

É importante salientar que, neste projeto, as exigências com relação às distâncias mínimas previamente comentadas no item 3.3 são atendidas e os tubos conectores estão contabilizados no orçamento. Ainda, a microrregião do Agreste Pernambucano está localizada entre as latitudes 8° e 9° , por isso, foi adotado uma inclinação para as placas solares igual a $18,5^\circ$.

4.4 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Neste projeto, o sistema de captação de águas pluviais consiste em uma calha instalada no telhado sul da edificação e um tubo de PVC de 75 mm que conduzirá a água até o KIT MINI CISTERNA, semelhante ao representado na Figura 13.

Figura 13: Kit Mini Cisterna



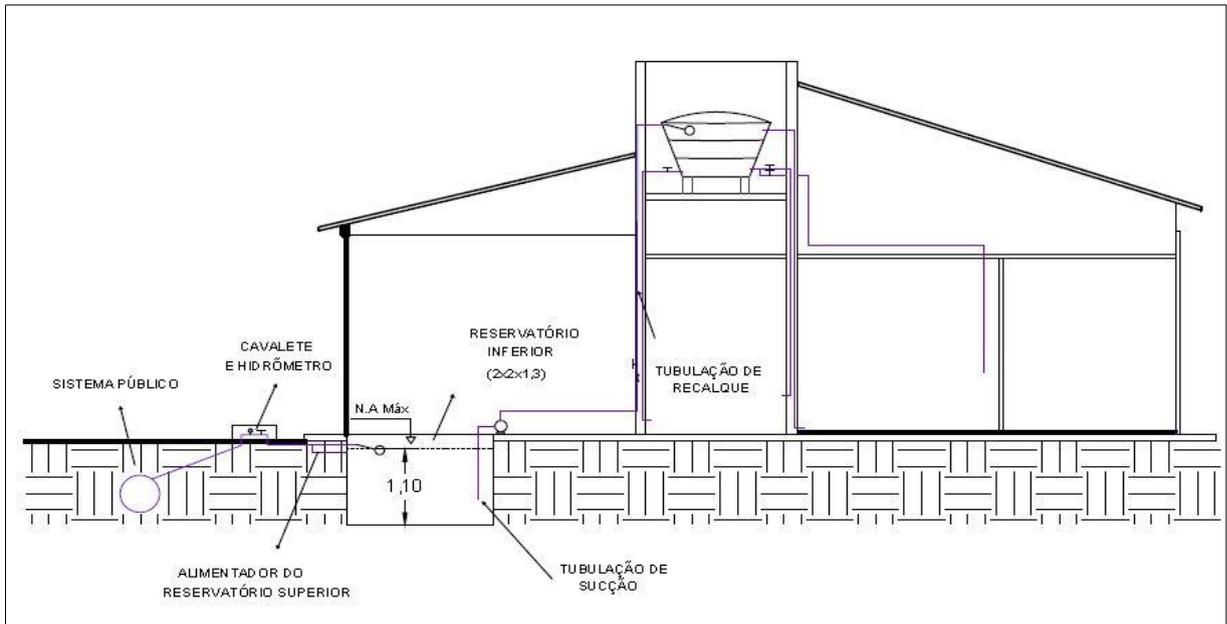
Fonte: Leroy Merlim (2018)

Esse kit consiste em um reservatório com capacidade de armazenamento de 240 litros, no qual já estão incluídas todas as conexões e tubulações internas. A localização do reservatório, na garagem da edificação, tem por objetivo facilitar sua utilização na jardinagem e baratear os gastos com a instalação hidráulica que conduz a água do reservatório até a caixa acoplada ao vaso sanitário, principais utilizações da água residual.

4.5 PROJETO HIDRÁULICO

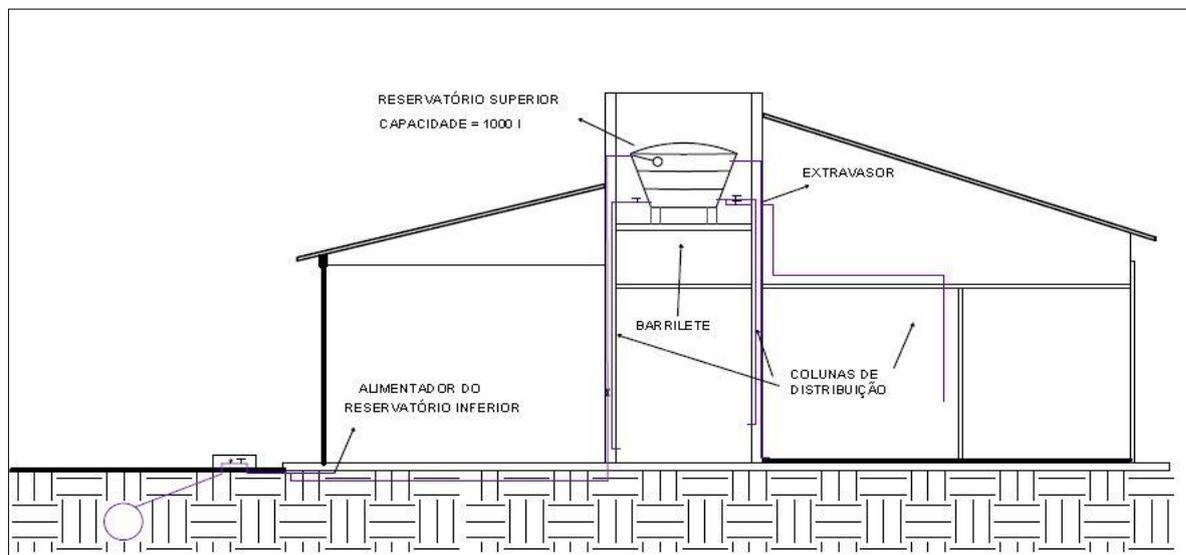
Com o intuito de detalhar as instalações hidráulicas da edificação, foram projetados, além da planta baixa do projeto hidráulico apresentada no Apêndice E, esquemas verticais, responsáveis pelo detalhamento de captação e distribuição de água, tanto no caso em que a rede pública é capaz de abastecer o reservatório superior quanto no caso em que faz-se necessário o uso de bomba hidráulica. As Figuras 14 e 15 apresentam o esquema de abastecimento do reservatório superior e do reservatório inferior, respectivamente.

Figura 14: Esquema vertical com captação de água pelo reservatório inferior



Fonte: Do Autor (2018)

Figura 15: Esquema vertical com captação de água diretamente pelo reservatório superior



Fonte: Do Autor (2018)

4.5.1 Ramal e alimentador predial

Utilizando as equações 4 e 5 da seção 3.5.1, temos que

$$Q_{RP} = \frac{480}{86400} = 0,0055 \text{ l/s} \quad (27)$$

e

$$D_{RP} = \sqrt{\frac{(4)(0,0000055)}{\pi (0,6)}} = 3 \text{ mm} \quad (28)$$

Como determinado no mesmo ítem, o diâmetro do ramal e do alimentador predial adotado deve ter o diâmetro comercial imediatamente superior ao encontrado pela Eq. 28, logo $D_{RP} = 20\text{mm}$.

4.5.2 Barriletes

O dimensionamento do barrilete se deu conforme as equações 6 e 7 da seção 3.5.3

$$Q_{barrilete} = 0,3\sqrt{2,2} = 0,4 \quad (29)$$

$$D_{barrilete} = \sqrt{\frac{(4)(0,00044)}{\pi (3)}} = 0,184 \text{ mm} \quad (30)$$

Adota-se então o diâmetro comercial mínimo de 20 mm.

4.5.3 Colunas de distribuição, ramais e sub-ramais

Como o caso mais crítico (de maior somatório) não superou o diâmetro comercial mínimo, adotou-se nos demais trechos do sistema de instalações hidráulicas o mesmo diâmetro, de 20 mm.

4.5.4 Dimensionamento do conjunto elevatório

4.5.4.1 Vazão de recalque

Como tal vazão deverá ser, no mínimo, igual a 15% do consumo diário, para o projeto em questão o valor do mesmo será de aproximadamente $4,23 \text{ m}^3/h$, o que corresponde a $1,175 * 10^{-3} \text{ m}^3/s$.

4.5.4.2 Diâmetro da tubulação de recalque e sucção

Conforme determinado pela equação 8, o diâmetro de recalque é o seguinte:

$$Dr = 1,3\sqrt{0,0012^4\sqrt{0,279}} = 33 \text{ mm} \quad (31)$$

Pode-se adotar então o diâmetro comercial de 32 mm, garantindo vazão e pressão adequadas. Adotou-se ainda, o diâmetro de sucção igual a 40 mm, que apresenta valor comercial imediatamente superior ao de recalque.

4.5.4.3 Escolha da bomba hidráulica

Para uma escolha adequada da bomba é necessário realizar o cálculo da altura manométrica, a qual depende de alguns valores calculados a seguir, inclusive do comprimento equivalente da tubulação, encontrado na Tabela 7.

Considerando os resultados obtidos anteriormente, a perda de carga unitária calculada foi:

$$J = 0,000859 * \frac{0,001175^{1,75}}{0,032^{4,75}} = 0,0807 \text{ m/m} \quad (32)$$

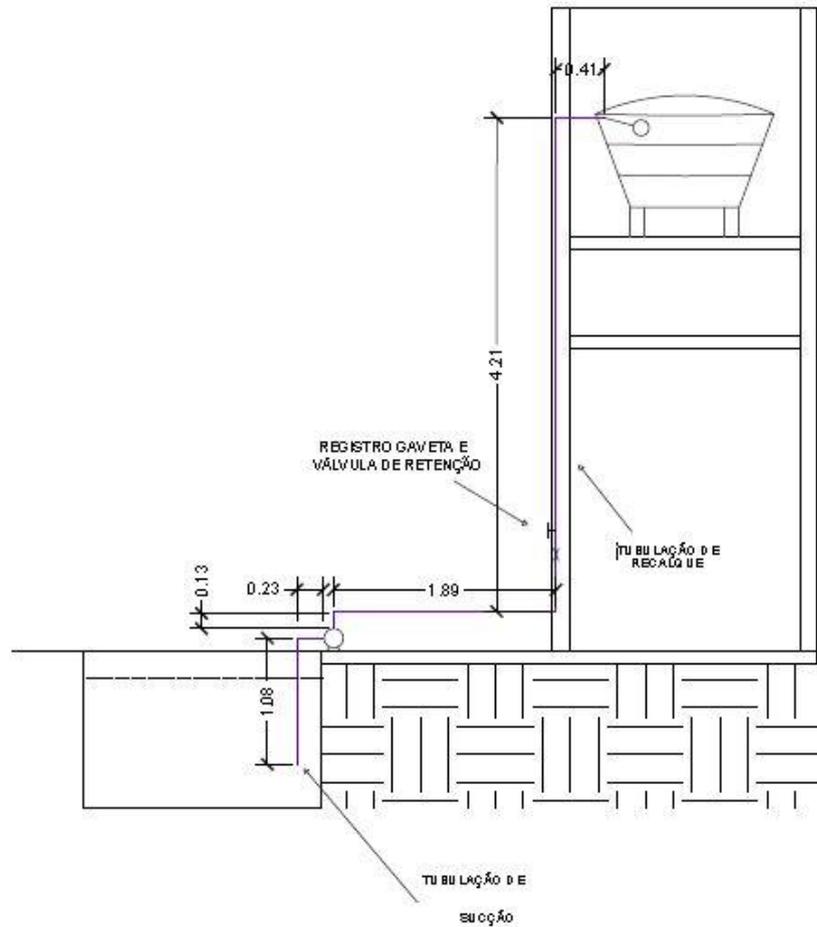
Tabela 7 – Comprimento equivalente da tubulação

Elemento Hidráulico	Número	Leq (m)
Cotovelo de Raio Longo	4	2,8
Válvula de Pé com crivo	1	10
Válvula de retenção	1	2,7
Registro de gaveta aberto	1	0,2
Saída de tubulação	1	0,9
TOTAL		16,6

Fonte: Do Autor (2018)

Com o resultado obtido na Tabela 7 e o comprimento real da tubulação de recalque e sucção pode-se calcular a perda de carga total na tubulação. O valor de L na equação abaixo foi resultado da soma dos comprimentos presentes no detalhe do sistema de bombeamento da Figura 16.

Figura 16: Detalhamento do sistema de bombeamento



Fonte: Do Autor (2018)

Assim,

$$\Delta h = 0,0698 * (8 + 16,6) = 1,72 \text{ m} \quad (33)$$

A altura manométrica é obtida conforme a equação 9 da seção 3.5.5.5:

$$H_m = 5,57 + 1,72 = 7,29 \text{ m} \quad (34)$$

Enfim, pode-se determinar a potência do conjunto moto-bomba:

$$P = \frac{1000 * 0,001175 * 7,29}{75 * 0,8} = 0,14 \text{ CV} \quad (35)$$

Por fim, a bomba comercial escolhida é a de 0,33 CV.

4.6 PROJETO SANITÁRIO

A planta do projeto sanitário está apresentada no apêndice F deste trabalho, abaixo serão apresentados os resultados obtidos no dimensionamento das tubulações e dos demais aparelhos sanitários

4.6.1 Ramais de descarga

Os diâmetros nominais de ramais de descarga de diferentes aparelhos sanitários foram apresentados na tabela 6 da seção 3.6.1.1. Na Tabela 8 são reiterados esses diâmetros para os aparelhos presentes no protótipo e são adicionados os valores de suas respectivas inclinações.

Tabela 8 – Diâmetro nominal e inclinação dos ramais de descarga

Aparelho	Diâmetro Nominal do	
	Ramal de Descarga (mm)	Inclinação (%)
Chuveiro de Residência	40	3
Lavatório de Residência	40	3
Pia de Residência	40	3
Pia de Serviço	75	3
Máquina de Lavar Roupas	75	2
Vaso Sanitário	100	1

Fonte: Do Autor (2018)

4.6.2 Ramais de Esgoto

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos para os diâmetros e inclinações dos ramais de esgoto.

Tabela 9 – Diâmetro nominal e inclinação dos ramais de esgoto

Cômodo	Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Esgoto (mm)	Inclinação (%)
Cozinha	3	40	3
Banheiro	2+1+6=9	75	2
Área de serviço	5+10=15	100	2

Fonte: Do Autor (2018)

O diâmetro correspondente do somatório do banheiro é 75 mm, mas por haver um vaso sanitário dentre os aparelhos o valor mínimo do diâmetro da tubulação de esgoto deve ser 100 mm.

4.6.3 Coletores e sub-coletores

Somando-se o número de UHC de todos os aparelhos da residência obteve-se o valor de 25 UHC. De acordo com o quadro 1 o valor mais próximo a este é 180 UHC, o qual corresponde ao diâmetro nominal de 100 mm, com inclinação de 1%.

4.6.4 Ramais e colunas de ventilação

A Tabela 11 apresenta os valores obtidos para os diâmetros dos ramais e colunas de ventilação.

Tabela 10 – Diâmetro nominal das tubulações de ventilação

Cômodo	Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Esgoto (mm)
Cozinha	3 a 12	40
Banheiro	Até 17	50
Área de serviço	13 a 18	50

Fonte: Do Autor (2018)

4.6.5 Caixa de gordura

A caixa de gordura escolhida para este projeto foi a pequena (CGP) e suas dimensões estão descritas abaixo:

- Diâmetro interno: 0,30 m
- Parte submersa do septo: 0,2 m
- Capacidade de retenção: 18 l
- Diâmetro nominal da tubulação de saída: 75 mm

4.6.6 Caixa de inspeção

Foram dispostas duas caixas de inspeção neste projeto, a primeira destinada a receber apenas o esgoto proveniente da área de serviço e a segunda destinada a receber todos os esgotos antes deste ser direcionado para a rede coletora pública. Ambas as caixas são circulares com profundidade mínimo de 0,6 metros.

4.7 PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.7.1 Calha

A declividade adotada neste projeto foi de 0,5%, que corresponde a mínima estabelecida por norma para calhas do tipo beiral.

4.7.2 Intensidade da precipitação

Conforme a equação 12 da Seção 3.7.1. a intensidade da precipitação é:

$$i = \frac{445,0122 * 5^{0,2586}}{(5 + 3,797447)^{0,7483}} = 132,31 \text{ mm} \quad (36)$$

4.7.3 Área de Contribuição

Levando-se em consideração os princípios da Eq. 15 da seção 3.7.3. e tendo em vista a

irregularidade dos telhados deste projeto, obteve-se os seguintes valores das áreas das duas águas.

- Telhado Sul: $39,34 \text{ m}^2$
- Telhado Norte: $35,35 \text{ m}^2$

4.7.4 Vazão de Projeto

Com as áreas previamente determinadas pode-se calcular as vazões de projeto dos telhados.

- Para o Telhado Sul:

$$Q = \frac{132,31 * 39,34}{60} = 86,75 \text{ l/min} \quad (37)$$

- Para o Telhado Norte:

$$Q = \frac{132,31 * 35,35}{60} = 77,95 \text{ l/m} \quad (38)$$

4.7.5 Dimensionamento das calhas

Finalmente, com o valor da vazão de projeto, o dimensionamento da calha pode ser realizado. Vale salientar que optou-se por uma calha semicircular, cujo raio pode ser determinado usando a equação 15 da seção 3.7.4 e com o auxílio da extensão solver, do Excel. Assim, o diâmetro calculado para as calhas foram os seguinte.

- Telhado Sul: 0,086 m
- Telhado Norte: 0,082 m

Assim, para ambos os telhados optou-se por uma calha de diâmetro comercial igual a 100 mm.

4.7.6 Dimensionamento dos condutos verticais

Os condutos verticais foram adotados de acordo com o ábaco da Figura 9, resultando no diâmetro de 75 mm, que representa o valor mínimo permitido por norma

4.8 PROJETO ELÉTRICO

A planta do projeto elétrico é apresentada no Apêndice G deste trabalho.

4.8.1 Iluminação

O Quadro 4 apresenta o número de pontos de iluminação e sua potência calculada através da área e do perímetro do ambiente iluminado.

Quadro 4 – Dimensionamento do Sistema de Iluminação

Cômodo	Área (m ²)	Perímetro (m)	Iluminação		
			Norma	Adotada	
			Pot. (VA)	Quant.	Pot. (VA)
Sala de Estar	8,20	10,80	100	1	100
Sala de Jantar	7,00	10,50	100	1	100
Cozinha	6,80	9,50	100	1	100
Quarto	9,10	12,30	100	1	100
Quarto Casal	8,50	11,80	100	1	100
Área de Serviço	3,20	7,50	100	1	100
BWC	5,50	9,60	100	1	100
Garagem	12,40	14,20	160	1	100
Corredor	3,15	7,30	100	1	100
TOTAL					900

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.2 Tomadas de uso geral (TUGs)

O Quadro 5 apresenta o número de tomadas de uso geral e suas respectivas potências.

Quadro 5 – Dimensionamento das tomadas de uso geral

Cômodo	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG		
			Norma	Adotada	
			Quant.	Quant.	Pot. (VA)
Sala de Estar	8,20	10,80	2,16	3	300
Sala de Jantar	7,00	10,50	2,10	3	300
Cozinha	6,80	9,50	2,71	3	1800
Quarto	9,10	12,30	2,46	3	300
Quarto Casal	8,50	11,80	2,36	3	300
Área de Serviço	3,20	7,50	2,14	3	1800
BWC	5,50	9,60	1,00	1	600
Garagem	12,40	14,20	1,00	1	100
Corredor	3,15	7,30	1,46	2	100
TOTAL					5500

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.3 Tomadas de uso específico (TUEs)

O Quadro 6 apresenta o número de tomadas de uso específico e suas respectivas potências.

Quadro 6 – Dimensionamento das tomadas de uso específico

Cômodo	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUE	
			Adotada	
			Quant.	Pot. (VA)
Sala de Estar	8,20	10,80	0	0
Sala de Jantar	7,00	10,50	0	0
Cozinha	6,80	9,50	1	500
Quarto	9,10	12,30	0	0
Quarto Casal	8,50	11,80	0	0
Área de Serviço	3,20	7,50	1	1000
BWC	5,50	9,60	1	5600
Garagem	12,40	14,20	1	500
Corredor	3,15	7,30	0	0
TOTAL			7600	

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.4 Circuitos elétricos

Neste projeto foram estabelecidos circuitos independentes para iluminação e tomadas, por apresentar melhor distribuição das potências nos circuitos, o Quadro 7 apresenta um resumo da distribuição dos mesmos nos diferentes cômodos da habitação. Assim, conforme resumido no Quadro 8, foram obtidos 7 circuitos independentes.

Quadro 7 – Detalhamento dos circuitos elétricos

Circuito	Ambiente	Potência (VA)		
		Iluminação	TUG	TUE
T1	Todos	900	-	-
T2	Sala de Jantar	-	300	-
	Sala de Estar	-	300	-
	Quarto	-	300	-
	Banheiro		600	-
	Corredor	-	200	-
	Quarto Casal	-	300	-
T3	Cozinha	-	1.800	500
4	Área de Serviço	-	1.800	-
T5	Área de Serviço	-	-	1.000
T6	Banheiro (Chuveiro)	-	-	6.500
T7	Bomba	-	-	500

Fonte: Do Autor (2018)

Quadro 8 – Circuitos elétricos

Circuito	Potência (VA)	Corrente (A)
T1	900	4,091
T2	2.000	9,091
T3	2.300	10
T4	1.800	8
T5	1.000	5
T6	6.500	30
T7	500	2

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.5 Condutores

Por se tratar de uma habitação unifamiliar com baixa demanda de carga elétrica, o sistema elétrico adotado é o monofásico com 2 condutores carregados (fase e neutro). A seção desses condutores foi determinada conforme apresentado na seção 3.8.4 e seus resultados estão dispostos no Quadro 9.

Quadro 9 – Condutores

Circ.	Nº De Cond. no Eletroduto	Corrente (A)	Fator Temp.	Fator Agrup	Corrente Corrigida (A)	Seção (mm ²)			
						Mínima	Cap. De Condução	Queda de Tensão	Adotada
T1	3	4,091	0,94	0,7	6,217	1,5	0,5	0,663%	1,5
T2	3	9,091	0,94	0,7	13,816	2,5	1	0,927%	2,5
T3	3	10,455	0,94	0,7	15,888	2,5	1,5	0,400%	2,5
T4	3	8,182	0,94	0,7	12,434	2,5	1	0,519%	2,5
T5	3	4,545	0,94	0,7	6,908	2,5	0,5	0,197%	2,5
T6	3	29,545	0,94	0,7	44,902	2,5	10	0,182%	10
T7	3	2,273	0,94	0,7	3,454	2,5	0,5	0,008%	2,5

Fonte: Do Autor (2018)

A queda de tensão apresentada no quadro acima foi calculada conforme exposto na seção 3.8.4.3. e seus resultados estão representados no Quadro 10.

Quadro 10 – Queda de tensão

Circuito	Trecho	Potência (VA)	Comprimento (m)	Seção (mm ²)	Queda de Tensão (%)	
					Parcial	Total
T1	QD-1 - A	900	3,940	1,5	0,168%	0,663%
	A - B	800	3,360		0,128%	
	B - C	700	3,310		0,110%	
	C - D	600	1,710		0,049%	
	D - E	500	3,410		0,081%	
	E - F	400	2,800		0,053%	
	F - G	300	2,470		0,035%	
	G - H	200	2,750		0,026%	
	H - I	100	2,750		0,013%	
T2	QD-1 - A	2000	3,940	2,5	0,225%	0,927%
	A - B	200	3,360		0,019%	
	B - J	2000	3,670		0,209%	
	J - K	1600	3,120		0,142%	
	K - L	1500	0,710		0,030%	
	L - M	1400	1,750		0,070%	
	M - N	1200	4,770		0,163%	
	N - O	500	2,160		0,031%	
	O - P	400	1,170		0,013%	
	P - Q	200	3,550		0,020%	
Q - R	100	1,610	0,005%			
T3	QD-1 - S	2300	4,600	2,5	0,302%	0,400%
	S - T	1200	2,740		0,094%	
	T - U	600	0,270		0,005%	
T4	QD-1 - V	1800	8,650	2,5	0,444%	0,519%
	V - W	1200	2,210		0,076%	
T5	QD-1 - S	1000	6,167	2,5	0,176%	0,197%
	S - Z	200	3,796		0,022%	
T6	QD-1 - AB	6500	3,940	10	0,182%	0,182%
T7	QD-1 - AC	500	0,560	2,5	0,008%	0,008%

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.6 Eletrodutos

Com o auxílio da Tabela D da ABNT NBR 5410/2014 foi encontrado o diâmetro do eletroduto para cada trecho da instalação e os resultados estão representados no Quadro 11, por motivos de uniformização, o diâmetro adotado para todos os trechos deste projeto foi o de 20 mm, por ser o maior valor entre os encontrados.

Quadro 11 – Dimensionamento dos eletrodutos

Trecho	Nº de Circuitos	Maior Seção (mm²)	Quantidade de Fios	Diâmetro (mm)
E1	2	2,5	6	20
E2	2	2,5	6	20
E3	1	1,5	3	16
E4	1	1,5	3	16
E5	1	1,5	3	16
E6	1	1,5	3	16
E7	1	1,5	3	16
E8	1	1,5	3	16
E9	1	1,5	3	16
E10	1	2,5	3	16
E11	1	2,5	3	16
E12	1	2,5	3	16
E13	1	2,5	3	16
E14	1	2,5	3	16
E15	1	2,5	3	16
E16	1	2,5	3	16
E17	1	2,5	3	16
E18	2	2,5	6	20
E19	1	2,5	3	16
E20	1	2,5	3	16
E21	1	2,5	3	16
E22	1	2,5	3	16
E23	1	2,5	3	16
E24	1	2,5	3	16
E25	1	2,5	3	16
E26	1	2,5	3	16
E27	1	2,5	3	16
E28	1	2,5	3	16
E29	1	2,5	3	16
E30	1	2,5	3	16
E31	1	2,5	3	16

E32	1	6	3	20
E33	1	2,5	3	16

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.7 Disjuntores

Foi estabelecido que cada disjuntor receberia a corrente de um dos circuitos. O Quadro 12 apresenta o valor da corrente que passa em cada um dos disjuntores.

Quadro 12 – Dimensionamento dos disjuntores

Circuito	Seção (mm ²)	Corrente (A)			Disjuntor (A)
		Projeto (I _b)	Nominal (I _n)	Condução (I _z)	
T1	1,5	6,217	14	17,5	15
T2	2,5	13,816	19	24	20
T3	2,5	15,888	19	24	20
T4	2,5	12,434	19	24	20
T5	2,5	6,908	19	24	20
T6	10	44,902	19	54	20
T7	2,5	3,454	14	24	15

Fonte: Do Autor (2018)

Para o dimensionamento do disjuntor geral é necessário determinar o fator de demanda da iluminação e das tomadas conforme citado na seção 3.8.6, cujos valores encontrados são os seguintes:

- Fator de Demanda para Iluminação e TUGs = 0,40
- Fator de demanda para TUEs = 0,35

O disjuntor escolhido é o comercial mais próximo da corrente encontrada, como determinado no Quadro 13.

Quadro 13 – Disjuntor geral

Potência Ativa de Iluminação:	900 VA
Potência Ativa de TUG's: +	5600 VA
	<u>6500 VA</u>
Aplicando FD → 6500 x 0,40 =	2600 VA
Potência das TUE's:	7600 VA
Aplicando FD → 7600 x 0,35 =	2660 VA
	TOTAL 5260 VA
	Corrente 24 A
	Disjuntor 40 A

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.8 Quadro geral

O Quadro 14 apresenta um resumo do quadro geral de energia da edificação, com os circuitos e suas respectivas correntes nos disjuntores e a seção de cada um dos condutores.

Quadro 14 – Resumo do quadro geral de distribuição

Circuitos	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	Fases	Potência (W)	Disjuntor (A)	Condutor (mm ²)
					A		
T1	900	720	220	1	720	15	1,5
T2	2000	760	220	1	760	20	2,5
T3	2300	1840	220	1	1840	20	2,5
T4	1800	1800	220	1	1800	20	2,5
T5	1000	800	220	1	800	20	2,5
T6	6500	6500	220	1	-	20	10
T7	500	500	220	1	-	15	2,5

Fonte: Aatoria Própria (2018)

A corrente que deverá ser fornecida à habitação através da entrada de serviço está disposta no Quadro 15.

Quadro 15 – Entrada de serviço

Demanda máxima da edificação (De) (kVA) Tensão 380/220 V	Condutores de cobre					Corrente máxima (A)	Disjuntor (A)
	Ramal de Ligação aéreo (mm ²)	Ramal de Entrada subterrâneo ou embutido					
		Seção em mm ²		D do Duto PVC	D do Duto aço		
		XLPE	PVC				
De<26	10	16	16	40	32	60	60 ou 63

Fonte: Do Autor (2018)

4.8.9 Aterramento

A seção adotada é de 10 mm², já que as fases dos circuitos são menores que 16 mm², sendo a maior delas de 10 mm².

Para as hastes de aterramento, admitiu-se um limite de resistividade de 5 Ω.m, com isso foi testado o sistema de 3 hastes aterradas em paralelo, cujo coeficiente de redução do sistema de aterramento (K) é igual a 0,406. Adota-se hastes de cobre de 6 metros com diâmetro de 1/2" e espaçamento de 3 metros entre as hastes, logo calculamos a resistividade do sistema pelas equações abaixo: Considerando o solo seco, temos resistividade do solo de 60 Ω.m logo,

$$R_{1haste} = \frac{60}{2\pi 6} \ln\left(\frac{4 * 6}{0,0127}\right) = 12,007 \quad (37)$$

$$R_{eq} = 0,406 * 12,007 = 4,87 \quad (37)$$

Como a resistividade é inferior 5 Ω.m o sistema de 3 hastes em paralelo poderá ser adotado.

4.9 ORÇAMENTO

O orçamento da habitação popular está contido no apêndice H, o mesmo foi desenvolvido, como previamente citado, com o auxílio da Tabela SINAPI de composições e insumos referente à setembro de 2018.

4.10 ANÁLISE COMPARATIVA DOS ORÇAMENTOS

Através da comparação dos orçamentos, resumidamente disposta no Quadro 16, pode-se perceber uma diferença significativa no valor final da edificação, sendo o valor da habitação sustentável cerca de 20% mais elevado que o projeto de Jataúba.

Quadro 16 – Comparação orçamentária

DESCRIÇÃO	CUSTO (R\$)	
	PROTÓTIPO (Tabela Sinapi 07/2018)	PROJETO DE JATAÚBA (Tabela sinapi 01/2017)
SERVIÇOS PRELIMINARES	685,09	688,39
FUNDAÇÃO	7.285,23	5.835,99
SUPERESTRUTURA	7.504,94	3.409,18
VEDAÇÃO	8.725,32	10.977,74
REVESTIMENTO DE PISO	4.992,79	3.093,54
REVESTIMENTO DE PAREDE	5.311,11	5.629,91
COBERTA	9.113,49	10.200,44
ESQUADRIAS	6.096,34	5.384,63
PINTURA	4.466,51	1.995,32
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	5.513,54	5.804,17
INSTALAÇÃO HIDROSANITÁRIA	4.311,94	2.272,04
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	2.492,95	-
LIMPEZA FINAL	207,28	-
TOTAL	66.706,54	55.291,35

Fonte: Do Autor (2018)

No entanto, tal aumento de custos pode ser justificado de diferentes maneiras. Primeiramente, o protótipo apresenta uma área construída maior, resultado de uma melhor distribuição dos cômodos e com adaptação às necessidades de portadores de deficiência. Além disso, foram atribuídos a esse projeto, gastos extras com sistemas que permitirão aos usuários maior economia em serviços elétricos e de fornecimento de água, o que encarece o projeto mas garante retorno a longo prazo.

Ainda, é importante salientar que o orçamento do protótipo foi realizado com valores atualizados de composições e insumos, os quais se apresentam cerca de 6% mais elevados que os mesmos custos do projeto da FA Lustosa, referentes a SINAPI de Janeiro de 2017, o que justifica parte da diferença orçamentária.

Outro fator importante nessa comparação diz respeito a não existência dos projetos

complementares na elaboração do orçamento da habitação de Jataúba, tendo sido utilizado unicamente o projeto arquitetônico para previsão de despesas com instalações hidráulicas, elétricas e sanitárias, o que pode ter ocasionado erros orçamentários.

Além disso, notou-se alguns erros de quantitativo no orçamento da habitação de Jataúba, um deles pode ser observado na descrição do revestimento de paredes, no Quadro 16, acima; a habitação sustentável não necessita de revestimento na maior parte de suas paredes e no entanto, o custo dessa composição é praticamente equivalente nos dois projetos.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto possibilitou uma análise da viabilidade da inserção de técnicas construtivas sustentáveis em empreendimentos imobiliários de interesse popular, produzir o presente trabalho permitiu a ampliação dos conhecimentos do autor acerca deste tema, muito presente na realidade profissional de sua área de atuação. O estudo é considerado relevante no contexto social onde está inserido por se apresentar como alternativa socialmente justa e ecologicamente correta, trazendo benefícios tanto para os possíveis usuários do empreendimento quanto para o meio em que este está inserido.

Para atender aos requisitos propostos, a inclusão da sustentabilidade na edificação foi atendida por meio da utilização de materiais que geram o mínimo de impactos ambientais, pela introdução de um sistema de ventilação cruzada, através da distribuição eficiente dos cômodos da edificação e finalmente por um sistema de reuso de águas pluviais. A redução dos gastos foi obtida por um sistema de aquecimento solar da água para uso no chuveiro, pelas dimensões e disposição das janelas para garantir iluminação solar durante o dia, e pela introdução de lâmpadas de LED no projeto. A acessibilidade se deu pela ausência de degraus na edificação, pelo aumento na área dos ambientes e na largura das portas em adequação às necessidades de um cadeirante. A comparação orçamentária apresentou um aumento nos custos de execução do protótipo em relação ao projeto executado, mas essa diferença nos custos não é suficiente para inviabilizar economicamente o projeto.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os conhecimentos obtidos através do desenvolvimento deste trabalho poderiam ser ampliados tanto no âmbito teórico quanto na prática. Em teoria a problemática das habitações populares nas diferentes regiões brasileiras pode ser abordado de diversas maneiras, incluindo novos materiais e técnicas de sustentabilidade diversificadas.

Ainda, para alcançar melhores resultados em trabalhos futuros, seria recomendado para alguma das abordagens, que o estudo apresentasse análise comparativa com projetos de habitações populares sustentáveis já executados.

.Na prática, para a continuidade dos estudos, uma possibilidade seria a experimentação efetiva dos mesmos através da construção de um exemplar do protótipo. Com isso, pode-se obter, através do acompanhamento junto à família beneficiada, uma quantificação real da economia proposta pelos sistemas sustentáveis da edificação.

REFERÊNCIAS

ABREU, Mariana Garcia de. **Habitação de interesse social no Brasil: aracterização da produção acadêmica dos programas de pós graduação de 2006 a 2010**. 2012. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012. Disponível em: <<http://200.129.241.80/ppgeea/sistema/dissertacoes/23.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10884: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12269: Instalação de sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto – procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15569: Instalação de sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto – projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: tentativa de definição**. 2012. Disponível em: <<https://leonardoboff.wordpress.com/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (Brasil) (Org.). **O desenvolvimento econômico brasileiro e a caixa: trabalhos premiados**. Rio de Janeiro: Centro Institucional Celso Furtado Para O Desenvolvimento, 2011. 183 p.

CECCHETTO, Carise Taciane et al. Habitação de interessa social: alternativas sustentáveis. **Gedecon: Gestão e desenvolvimento em contexto**, Cruz Alta, v. 3, n. 02, p.36-49, mar. 2015.

CELPE - COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/>>. Acesso em: 20 SET. 2018.

COUTINHO, Artur Paiva. *et al.* Determinação de Equações de Chuvas Intensas para Municípios das Mesorregiões do Estado de Pernambuco Com Dados Pluviométricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 10., Fortaleza, 2010. **Anais...** Fortaleza, 2010. 14 p.

FITTIPALDI, Mônica. **Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA.** 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/354266-Habitacao-social-e-arquitetura-sustentavel-em-ilheus-ba.html>>. Acesso em: 12 set. 2017.

HIDREL (Brasil). **Esquemas de instalação.** 2018. Disponível em: <<http://www.hidrel.net.br/>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia** 2008. Brasília, 2018.

KELLER, Paulo F.. Construção e apropriação da memória fabril e operária na cidade de Paracambi - Estado do Rio de Janeiro. In: II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O PATRIMÔNIO INDUSTRIAL, 6., 2009, São Paulo. **Construção e apropriação da memória fabril e operária na cidade de Paracambi - Estado do Rio de Janeiro, 2009.** p. 1 - 11. Disponível em: <www.repositorio.ufma.br>. Acesso em: 01 jun. 2018.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 3, n. 16, p.23-41, maio 2004.

PROCEL (Brasil) (Org.). **Eficiência energética em habitações e interesse social.** Brasília: Governo do Brasil, 2005. 116 p.

REALI, Marco Antônio Penalva et al. Instalações prediais de água fria. Departamento de hidráulica e saneamento. 2002, São Carlos.

ROSSI, Camila Taciane et al. **Alternativas para o uso eficiente dos cômodos em uma habitação de interesse social no município de Santa Rosa - RS.** In: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25. 2017, Santa Rosa.

SACHS, Céline . **SÃO PAULO : POLÍTICAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO POPULAR.** 1. ed. São Paulo: Edusp, 1990. 104 p. v. 1. Disponível em: <<https://books.google.com.br>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

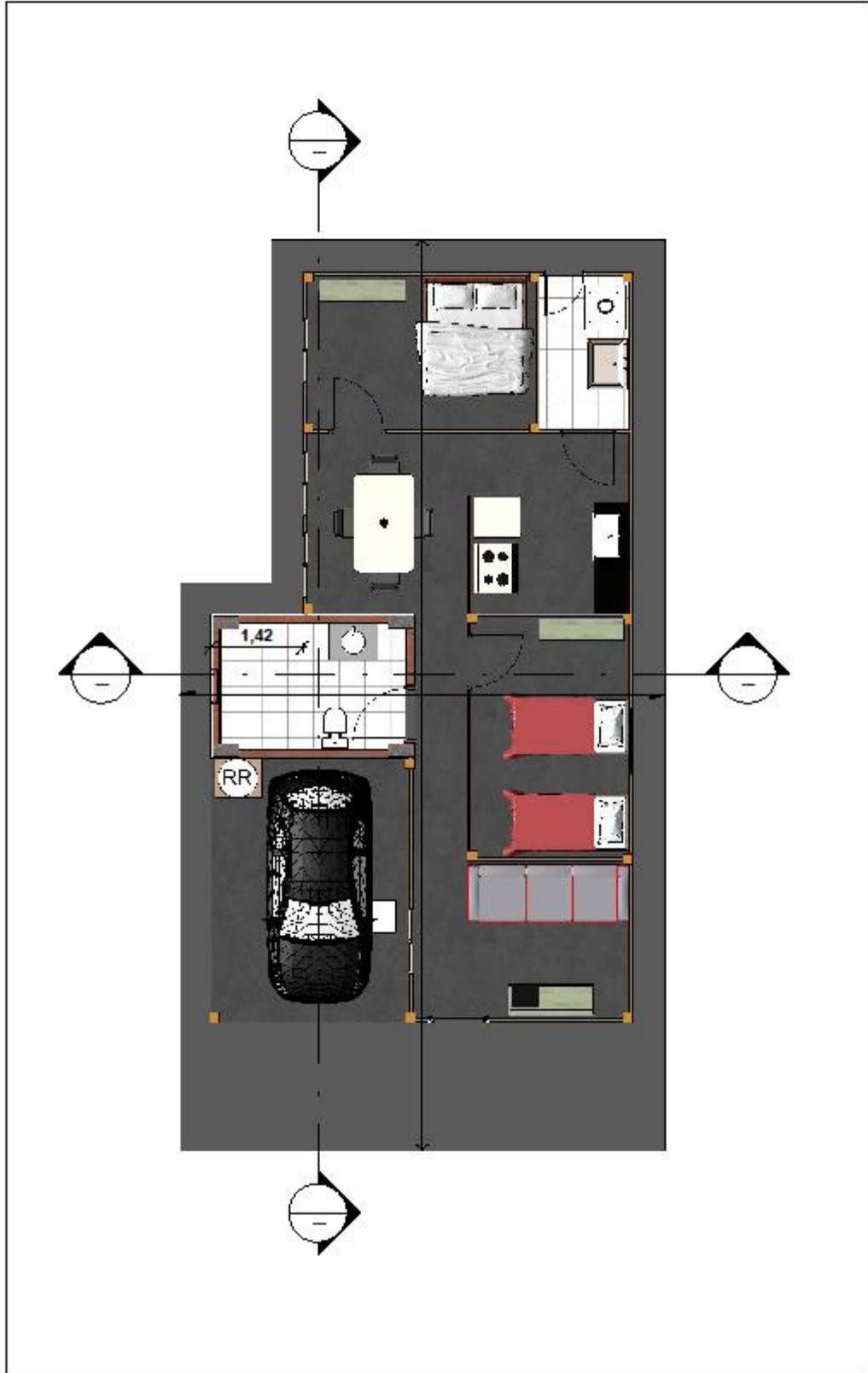
SATTLER, Miguel Aloysio. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa alvorada e o centro experimental de tecnólogas habitacionais sustentáveis.** Porto Alegre: Antac, 2007. 488 p. Disponível em: <<http://www.academia.edu>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

SEMPRE SUSTENTÁVEL (Brasil). **Esquemas de instalação.** 2010. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

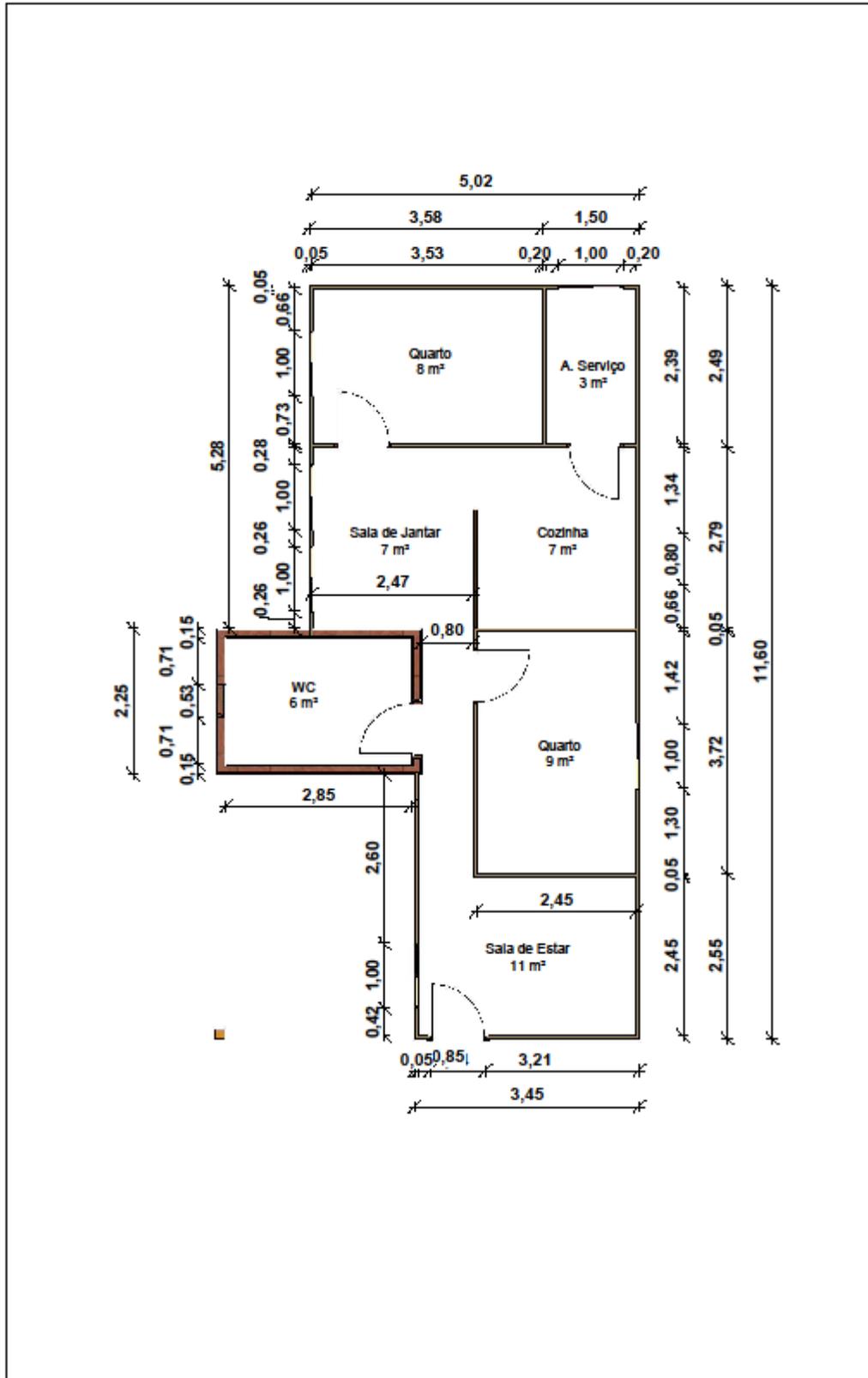
SILVA, Bernardo B. da et al. Potencial eólico na direção predominante do vento no Nordeste Brasileiro. **Scielo Analytics**. Campina Grande. dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>. >. Acesso em: 05 jun. 2018.

SOARES, Glyvani Rubim et al. Modelos de habitação sustentável para população de baixa renda no município de Vitória - ES. Vitória, p. 1-15. ago. 2003.

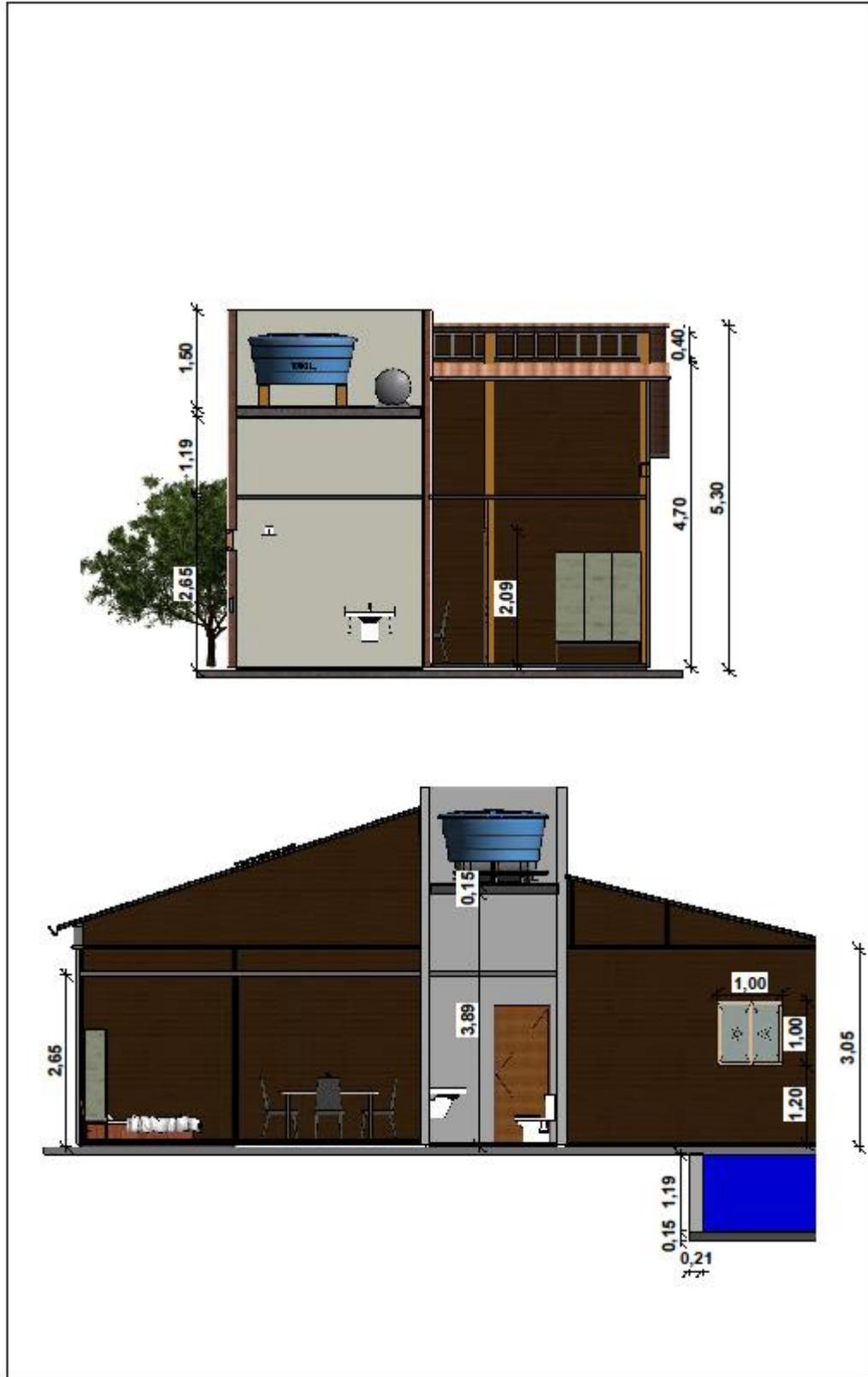
APÊNDICE A – PLANTA BAIXA



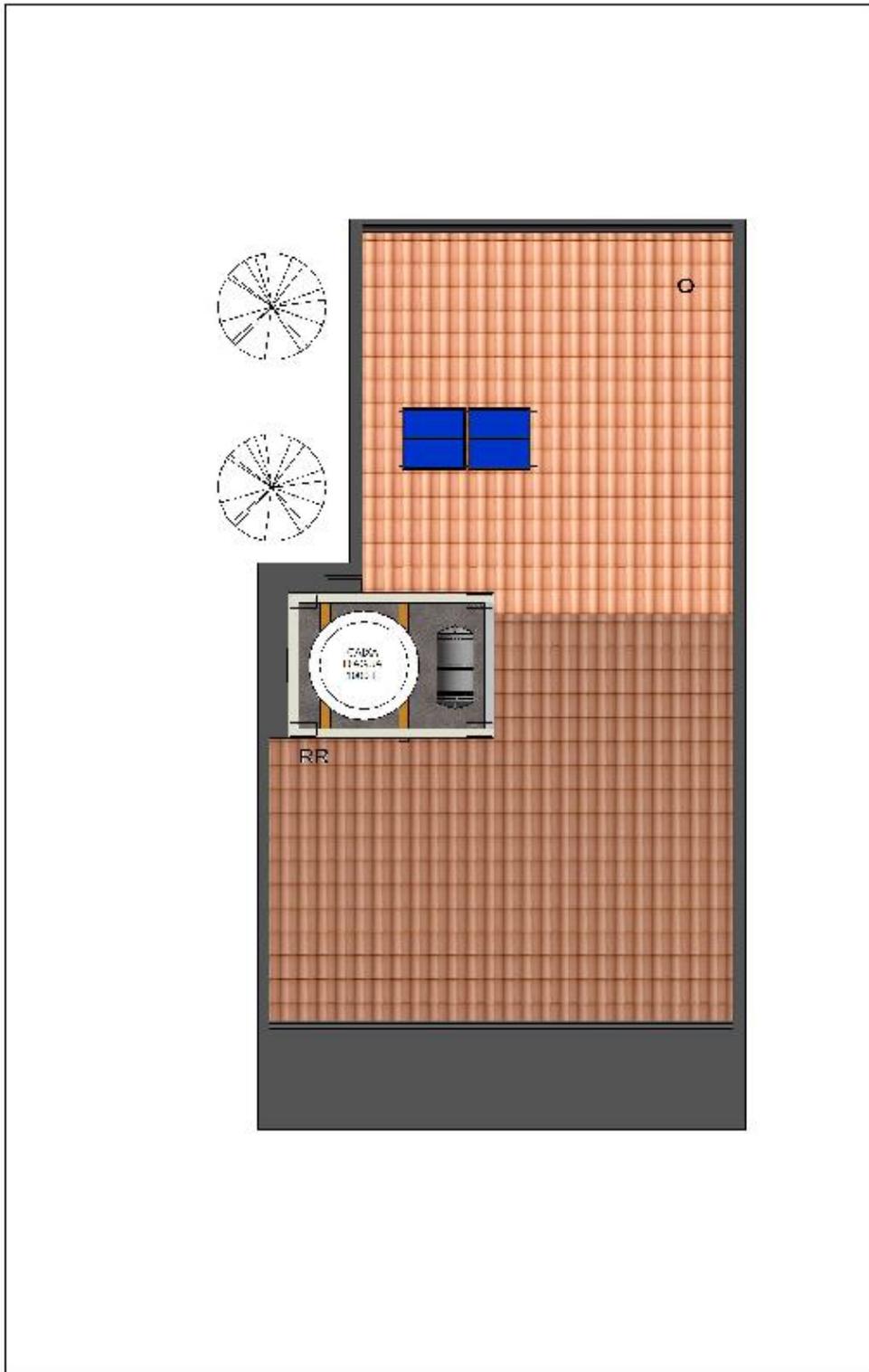
APÊNDICE B – AMBIENTES E COTAS



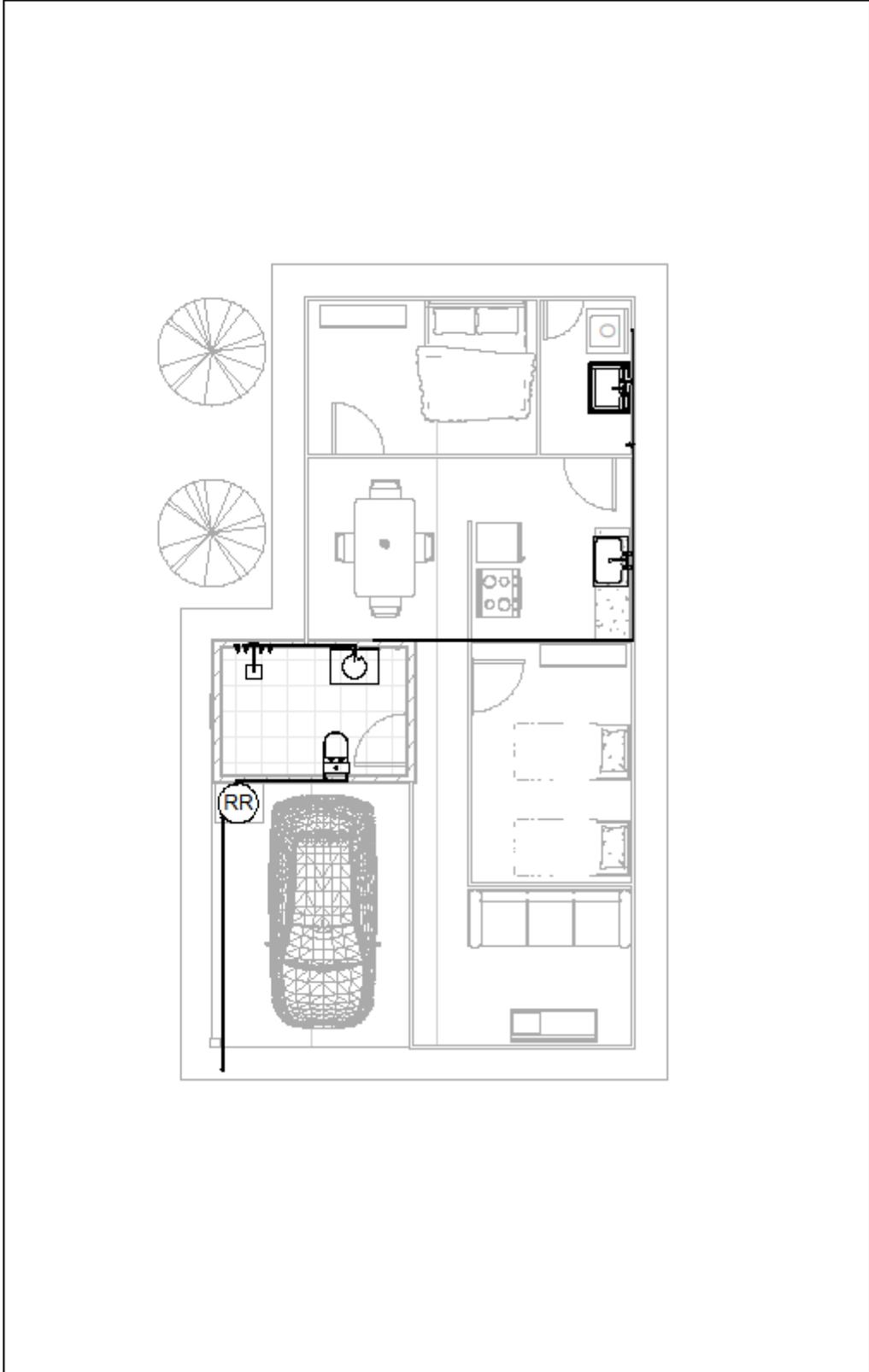
APÊNDICE C – CORTES



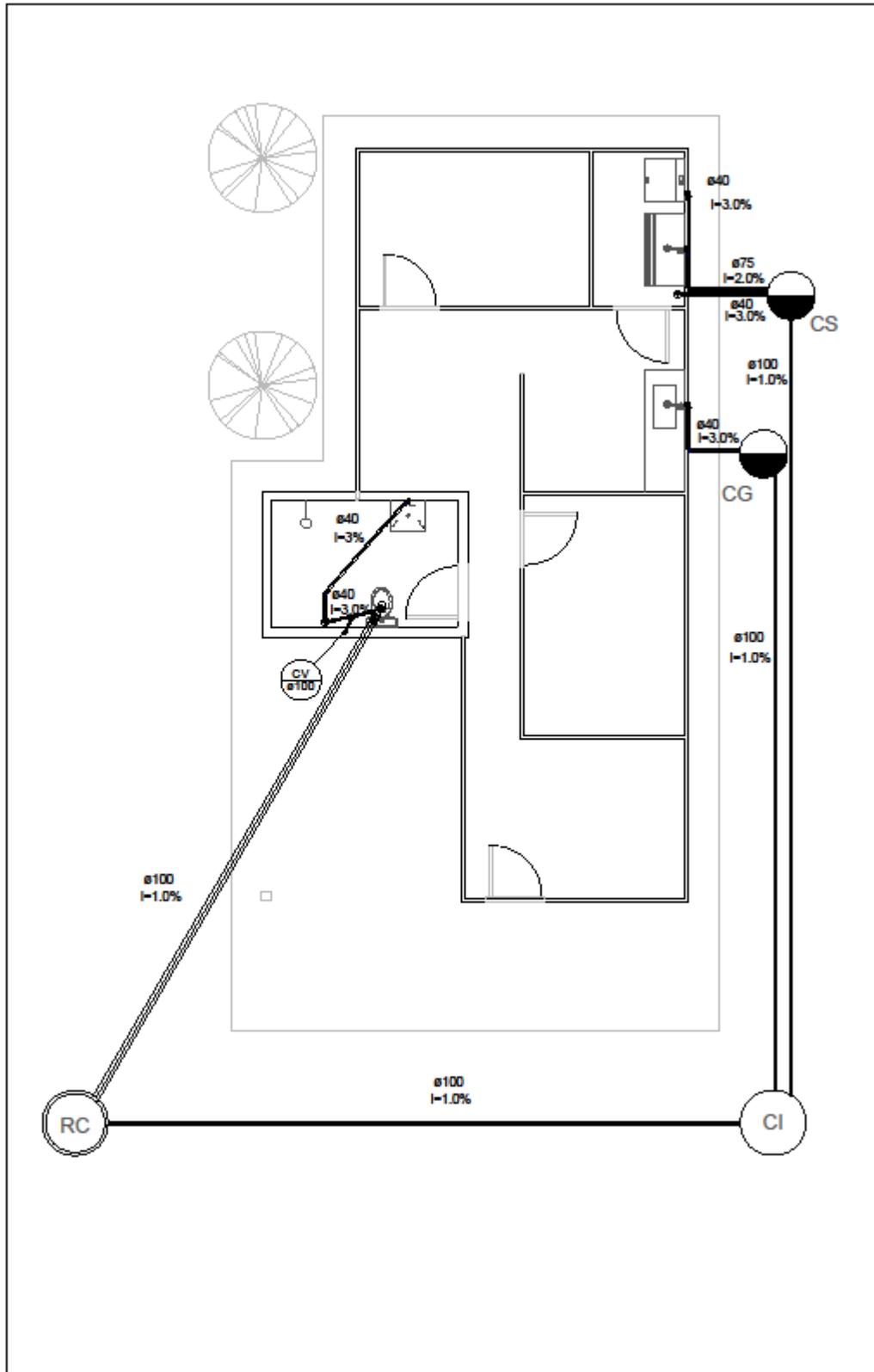
APÊNDICE D – PLANTA DE COBERTA



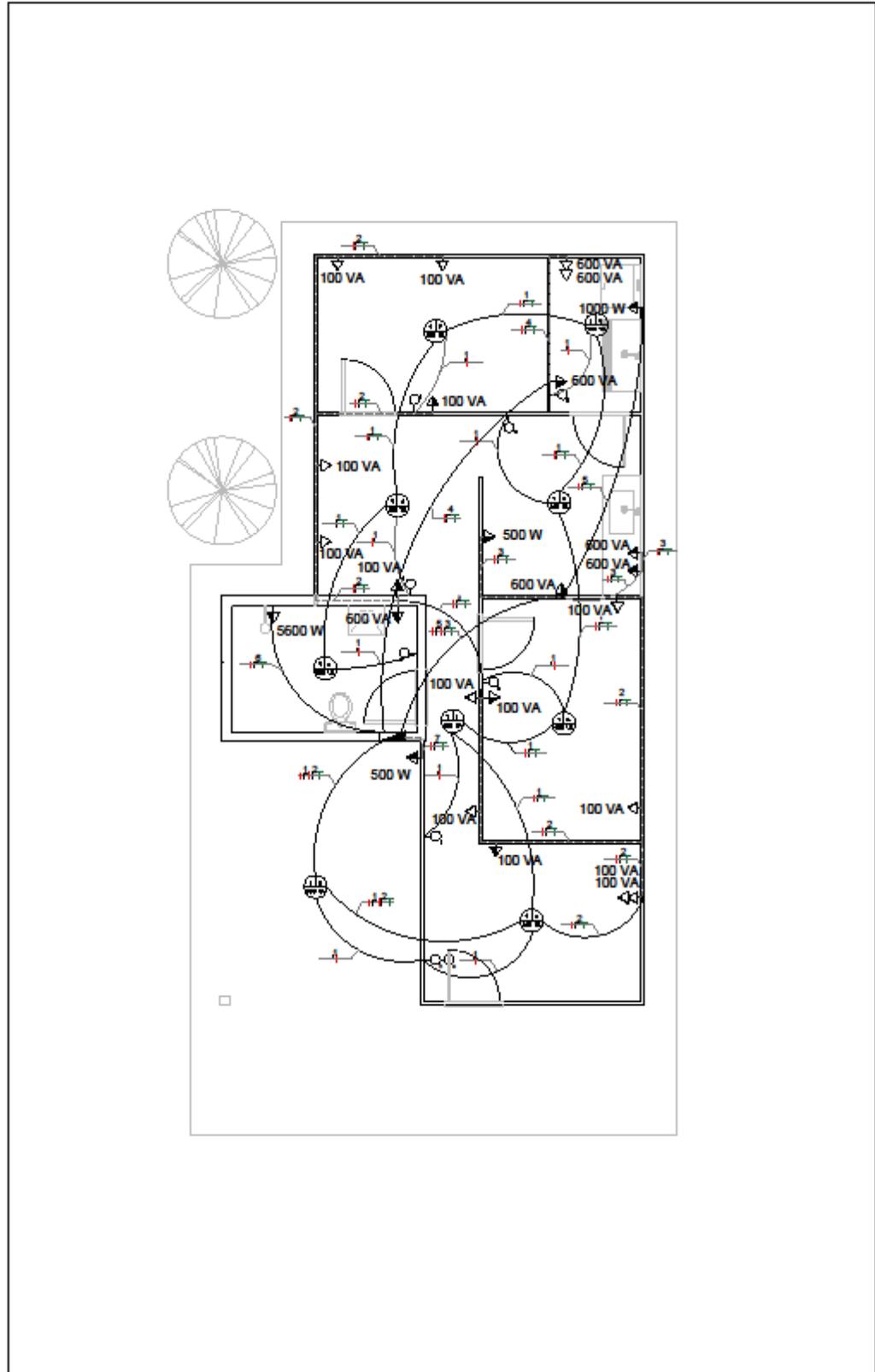
APÊNDICE E - PROJETO HIDRÁULICO



APÊNDICE F – PROJETO SANITÁRIO



APÊNDICE G – PROJETO ELÉTRICO



APÊNDICE H – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

PROJETO DE HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
1.1			SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1.1	SINAPI	74209/001	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	UND	1,00	321,69	321,69
1.1.2	SINAPI	74077/002	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	M2	86,73	4,19	363,40
1.2			FUNDAÇÃO				
1.2.1	SINAPI	72915	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA TÉ 2 METROS DE PROFUNDIDADE	M3	5,40	10,98	59,29
1.2.2	SINAPI	97082	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VIGA DE BORDA PARA RADIER	M3	10,22	45,56	465,53
1.2.3	SINAPI	97084	COMPACTAÇÃO MECANICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR TIPO PLACA VIBRATÓRIA	M2	86,73	0,48	41,63
1.2.4	SINAPI	97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES	M2	86,73	28,80	2.497,82
1.2.5	SINAPI	3777	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, EM LONA PLÁSTICA	M2	86,73	1,19	103,21
1.2.6	SINAPI	85662	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, AÇO CA-60 4,2 MM, MALHA 15 X 15 CM	M2	86,73	11,35	984,39
1.2.7	SINAPI	97094	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK DE 30 Mpa PARA ESPESURA DE 10 CM - LANÇAMENTO ADENSAMENTO E ACABAMENTO	M3	9,07	345,35	3.133,36
1.3			SUPERESTRUTURA (PILAR)				
1.3.1	SINAPI	35274	PILAR DE MADEIRA	M	57,30	65,32	3.742,84
1.3.2	SINAPI	95956	COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR TERREA (CASA EM EMPREENSIMENTOS), FCK 25 MPA	M3	1,76	1.541,36	2.712,79
1.4			SUPERESTRUTURA (VIGA SUPERIOR)				
1.4.1	SINAPI	20230	VIGA DE MADEIRA	M	34,50	16,78	578,91
1.5			LAJE PRÉ-MOLDADA				
1.5.1	SINAPI	92723	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK 20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA MENOR QUE 20 M2 - LANÇAMENTO ACABAMENTO E ADENSAMENTO	M3	0,95	315,39	300,10

1.5.2	SINAPI	COMPOSIÇÃO 3	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 8MM - INCLUSIVE MONTAGEM	KG	18,00	9,4613	170,30
1.6			VEDAÇÃO				
1.6.1	Composição	COMPOSIÇÃO 1	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 9X19X19CM, 1 VEZ (ESPESSURA 19CM), ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA MEDIA NÃO PENEIRADA), PREPARO MANUAL, JUNTA 1 CM	M2	57,19	64,43	3.684,40
1.6.2	Composição	COMPOSIÇÃO 2	VEDAÇÃO EM MADEIRA DE EUCALIPTO SERRADA	M2	71,93	70,08	5.040,93
1.7			REVESTIMENTO PISO				
1.7.1	SINAPI	87620	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 , PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA DE 400L , APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE ADERIDO, ESPESSURA 2 CM	M2	65,05	25,98	1.690,00
1.7.2	SINAPI	87246	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACA ESMALTADA DE PLACA 35X35 APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 E 10 M2	M3	12,00	43,60	523,20
1.7.3	SINAPI	98679	PISO CIMENTADO TRAÇO 1:3 (CIMENTO/AREIA), ACABAMENTO LISO, ESPESSURA 2 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA	M2	65,05	25,27	1.643,81
1.7.4	SINAPI	73978/001	PINTURA HIDROFUGANTE COM SILICONE SOBRE PISO CIMENTADO, UMA DEMÃO	M2	65,05	17,46	1.135,77
1.8			REVESTIMENTO PAREDE				
1.8.1	SINAPI	87553	EMBOÇO PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDE COM ESPESSURA DE 10 mm, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	M2	23,13	17,86	413,10
1.8.2	SINAPI	87265	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 20X20 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 5 M2 NA ALTURA INTEIRA DA PARE	M2	23,13	45,08	1.042,70
1.8.3	SINAPI	87809	MASSA ÚNICA PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA 1:2:8 PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM SUPERFÍCIES EXTERNAS COM ESPESSURA DE 25 MM	M2	57,35	67,23	3.855,30
1.9			COBERTA				
1.9.1	SINAPI	92539	TRAMA DE MADEIRA COMPSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL	M2	75,45	49,22	3.713,85

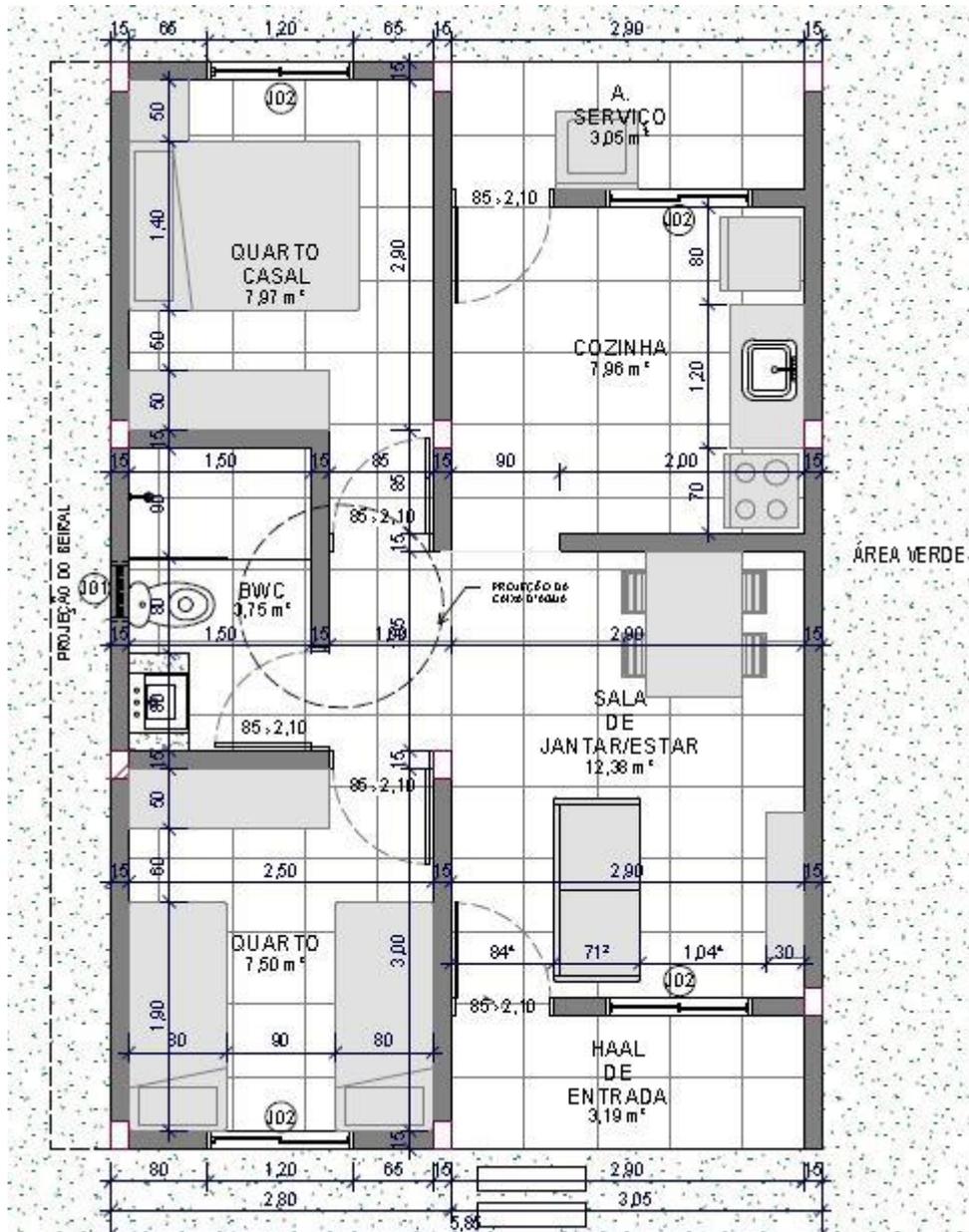
1.9.2	SINAPI	94195	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL	M2	75,49	28,80	2.174,07
1.9.3	SINAPI	94227	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24 DESENVOLVIMNTO DE 33 CNTIMETROS - INCLUI TRANSPORTE VERTICAL	M	12,77	41,31	527,53
1.9.4	SINAPI	94231	RUFO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, CORTE DE 25 cm INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL	M	7,32	29,85	218,50
1.10			FORRO				
1.10.1	SINAPI	96485	FORRO E RÉGUAS DE PVC, LISO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO	M2	46,89	52,88	2.479,54
1.11			ESQUADRIAS				
1.11.1	SINAPI	91011	PORTA MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA) 80X210 CM, ESP DE 3,5 CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	5,00	336,08	1.680,40
1.11.2	SINAPI	91009	PORTA MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA) 60X210 CM, ESP DE 3,5 CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	300,60	300,60
1.11.3	SINAPI	90830	FECHADURA DE EMBUTIR COM CILINDRO, EXTERNA, COMPLETA, ACABAMENTO PADRÃO MÉDIO, INCLUSO EXECUÇÃO DE FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	2,00	89,00	178,00
1.11.4	SINAPI	90831	FECHADURA DE EMBUTIR COM CILINDRO, COMPLETA, ACABAMENTO PADRÃO MÉDIO, INCLUSO EXECUÇÃO DE FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	6,00	69,72	418,32
1.11.5	SINAPI	84844	JANELA DE MADEIRA TIPO GUILHOTINA, DE ABRIR, INCLUSAS GUARNIÇÕES E FERRAGENS	M2	6,47	280,24	1.813,15
1.11.6	SINAPI	84570	JANELA ALUMINIO DE CORRER, 2 FOLHAS, COM VIDROS PADRONIZADA	M2	0,18	382,61	68,87
1.11.7	SINAPI	73799/001	GRELHA DE FERRO FUNDIDO, SIMPLES COM REQUADRO, , CARGA MÁXIMA 12,5 t, 300X1000 MM, ES 15 MM, FORNECIDA E ASSENTADA COM ARGAMASSA 1:4 (CIMENTO/AREIA)	UND	5,00	327,40	1.637,00
1.12			PINTURA				
1.12.1	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA 2 DEMÃOS	M2	59,03	10,41	614,45
1.12.2	SINAPI	84679	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, DUAS DEMÃOS	M2	124,38	18,56	2.308,49
1.12.3	SINAPI	74065/003	IMPERMEABILIZAÇÃO COM PINTURA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRÃO 2 DEMÃOS	M2	22,23	58,32	1.296,46
1.12.4	SINAPI	6082	PINTURA EM VERNIZ SINTÉTICO EM MADEIRA 3 DEMÃOS	M2	16,13	15,32	247,11
1.13			INSTALAÇÃO ELÉTRICA				
1.13.1	SINAPI	40400	ELETRODUTO FLEXÍVEL PLANO EM PEAD DIAMETRO DE 25 MM	M	73,10	1,30	95,03
1.13.2	SINAPI	862	CABO DE COBRE DE 10 MM2 MEIO DURO	M	73,10	4,57	334,07

1.13.3	SINAPI-I	39680	CAIXA DE PROTEÇÃO PARA 1 MEDIDOR MONOFÁSICO	UND	1,00	68,00	68,00
1.13.4	SINAPI	2370	DISJUNTOR MONOPOLAR DE 10 ATÉ 30 A, TENSÃO MÁXIMA DE 240 V	UND	7,00	12,20	85,40
1.13.5	SINAPI	84400	QUADRO DISTRIBUIÇÃO PARA 7 DISJUNTORES MONOPOARES SEM BARRAMENTO , DE EMBUTIR, EM CHAPA METÁLICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	63,87	63,87
1.13.6	SINAPI	93141	PONTO DE TOMADA RESIDENCIAL 2P+T INCLUINDO TOMADA, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO E CABOS	UND	26,00	135,75	3.529,50
1.13.7	SINAPI	93128	PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO. EXCLUINDO LUMINARIA E LAMPADA	UND	9,00	110,25	992,25
1.13.8	SINAPI	97609	LÂMPADA COMPACTA DE LED, BASE E27 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	9,00	38,38	345,42
1.14			INSTALAÇÃO SANITÁRIA				
1.14.1	SINAPI	9836	TUBO PVC, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL 100 mm	M	39,48	7,99	315,45
1.14.2	SINAPI	9835	TUBO PVC, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL 40 mm	M	15,97	3,02	48,23
1.14.3	SINAPI	1966	JOELHO PVC ESGOTO 90° 100 mm	UND	1,00	15,50	15,50
1.14.4	SINAPI	1965	JOELHO PVC ESGOTO 45° 40 mm	UND	1,00	28,56	28,56
1.14.5	SINAPI	1933	JOELHO PVC ESGOTO 90° 40 mm	UND	5,00	3,20	16,00
1.14.6	SINAPI	11655	TE PVC ESGOTO 100X50 mm	UND	1,00	10,30	10,30
1.14.7	SINAPI	20086	BUCHA DE REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL LONGA 50X40 MM PARA ESGOTO PREDIAL	UND	1,00	3,25	3,25
1.14.8	SINAPI	20043	JUNÇÃO PVC ESGOTO 100X50 mm	UND	1,00	2,90	2,90
1.14.9	SINAPI	20041	JUNÇÃO PVC ESGOTO 100mm	UND	7,00	4,60	32,20
1.14.10	SINAPI	11741	RALO SIFONADO PVC CILÍNDRICO 100X40 MM, COM GRELHA REDONDA BRANCA	UND	3,00	5,97	17,91
1.14.11	SINAPI	98102	CAIXA DE GORDURA SIMPLES, CIRCULAR EM CONCRETO PRÉ MOLDADO, DIÂMETRO INTERNEO DE 0,4 M ALTURA DE 0,4 M C/ GRELHA	UND	1,00	56,23	56,23
1.14.12	SINAPI	3279	CAIXA DE INSPEÇÃO, CONCRETO PRÉ MOLDADO, CIRCULAR, COM TAMPA, D=60 CM H = 60 CM	UND	2,00	86,88	173,76
1.15.	SINAPI		INTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
1.15.1	SINAPI	9874	TUBO PVC SOLD 40 mm	M	1,31	8,22	10,77
1.15.2	SINAPI	9869	TUBO PVC SOLD 32 mm	M	6,64	5,64	37,45
1.15.3	SINAPI	94716	TUBO CPVc 22 mm	M	7,00	17,16	120,12
1.15.4	SINAPI	9867	TUBO PVC SOLD 20 mm	M	38,84	1,98	76,90
1.15.5	SINAPI	37974	LUVA CPVC SOLDÁVEL 22 MM PARA ÁGUA QUENTE	UND	4,00	1,55	6,20
1.15.6	SINAPI	3854	LUVA PVC SOLD 20 mm	UND	19,00	6,78	128,82
1.15.7	SINAPI	7138	TE SOLD 20 mm	UND	2,00	0,71	1,42

1.15.8	SINAPI	37956	JOELHO CPVC SOLDÁVEL 22 MM	UND	6,00	2,79	16,74
1.15.9	SINAPI	3535	JOELHO SOLD 90° 40 mm	UND	1,00	3,73	3,73
1.15.10	SINAPI	3536	JOELHO SOLD 90° 32 mm	UND	3,00	1,53	4,59
1.15.11	SINAPI	3642	JOELHO SOLD 90° 20 mm	UND	19,00	0,39	7,41
1.15.12	SINAPI	86882	SIFÃO DO TIPO GARRAFA - 1 1/2" E 1 1/4"- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	14,2	14,20
1.15.12		6016	REGISTRO GAVETA BRUTO 3/4'	UND	6,00	21,48	128,88
1.15.13	SINAPI	6010	REGISTRO GAVETA BRUTO 1 1/4"	UND	1,00	58,33	58,33
1.15.14	SINAPI	6030	REGISTRO PRESSÃO PVC SOLDÁVEL, VOLANTE SIMPLES, DE 20 MM	UND	2,00	12,12	24,24
1.15.15	SINAPI	0073	ADAPTADOR ROSCÁVEL COM FLANGES E ANEL DE VEDAÇÃO, 3/4", PARA CAIXA DÁGUA	UND	2,00	10,67	21,34
1.15.16	SINAPI	12774	HIDRÔMETRO UNIJATO, VAZÃO MÁXIMA DE 6 M3/H, DE 3/4"	UND	1,00	112,49	112,49
1.15.17	SINAPI	95634	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA, ENTRAA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 20 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO)	UND	1,00	90,83	90,83
1.15.18	SINAPI	94796	TORNEIRA DE BOIA REAL 3/4', ROSCÁVEL - FORNECIDA E INSTALADA EM RESERVATÓRIO DE ÁGUA'	UND	1,00	30,26	30,26
1.15.19	SINAPI	10416	VÁLVULA RETENÇÃO VERTICAL 1 1/4" , 200 PSI, EXTREMIDADES COM ROSCA	UND	1,00	64,23	64,23
1.15.20	SINAPI	10236	VÁLVULA DE RETENÇÃO DE PÉ COM CRIVO DE 1 1/2" PARA FUNDO DE POÇO	UND	1,00	69,19	69,19
1.15.21	outro	N/A	BOMBA CENTRÍFUGA MOTOR ELÉTRICO, POTENCIA 0,33 HP	UND	2,00	362	724,00
1.15.22	SINAPI	11762	TORNEIRA CROMADA COM BICO PARA JARDIM 1/2" OU 3/4"	UND	1,00	51,93	51,93
1.15.23	SINAPI	34636	CAIXA DÁGUA EM POLIETILENO 1000 L COM TAMPA	UND	1,00	277,00	277,00
1.15.24	outro	N/A	KIT MINI CISTERNA 240 L, BOMBONA PARA COLETA, INCLUSO FILTRO AUTOLIMPANTE, SEPARADOR DA PRIMEIRA ÁGUA DE CHUVA, REDUTOR DE TURBULÊNCIA, TORNEIRA DE 1/2 DE FERROM FLANGE 1/2" E LADRÃO EM PVC	UND	1,00	297,00	297,00
1.16			LOUÇAS E METAIS				
1.16.1	SINAPI	86931	VASO SANITÁRIO COM CAIXA ACOPLADA DE LOUÇA BRANCA INCLUSO ENGASTE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	354,18	354,18
1.16.2	SINAPI	86939	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL, EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	261,24	261,24
1.16.3	SINAPI	86933	BANCADA DE MÁRMORE SINTÉTICO, 120X60 CM, COM CUBA INTEGRADA, INCLUSO VÁLVULA EM PLÁSTICO CROMADO TIPO AMERICANA E TORNEIRA CROMADA LONGA DE PAREDE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	263,42	263,42

1.16.4	SINAPI	86911	TORNEIRA CROMADA LONGA DE PAREDE , 1/2" OU 3/4" , PARA PIA DE COZINHA PADRÃO POPULAR, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	39,2	39,20
1.16.5	SINAPI	86225	TANQUE DE MÁRORE SINTÉTICO COM COLUNA, 22 L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00	295,55	295,55
1.17			SERVIÇOS COMPLEMENTRES				
1.17.1	SINAPI	34472	AQUECEDOR SOLAR CAPACIDADE DO RESERVAÓRIO DE 200 L, INCLUI 2 PLACAS COLETORAS DE 1,42 M2	UND	1,00	2053,00	2.053,00
1.17.2	SINAPI	94995	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, USINADO, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ARMADO 8 CM	M2	7,61	57,85	439,95
1.18			LIMPEZA DA OBRA				
1.18.1	SINAPI	9537	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	86,73	2,39	207,28
TOTAL							66.706,54

ANEXO A – PLANTA BAIXA DO PROJETO DE JATAÚBA



ANEXO B – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO PROJETO DE JATAÚBA



ANEXO C – ORÇAMENTO TOTAL DO PROJETO DE JATAÚBA

CAIXA		PLANILHA ORÇAMENTÁRIA			Grau de Sigilo #PUBLICO	
Nº da Operação 0	Gestor / Programa / Ação / Modalidade MCID / MINHA CASA MINHA VIDA	Município/UF JATAÚBA/PE	Localidade LOTEAMENTO DEUS É FIEL - JATAÚBA PE			
Proponente / Tornador PREFEITURA MUNICIPAL DE JATAÚBA		Objeto CONSTRUÇÃO DE 200 CASAS HABITACIONAIS		Empreendimento / Apelido CONSTRUÇÃO DE 200 CASAS HABITACIONAIS		

DATA BASE SINAPI: 01/2017 (NÃO DESONERADO)		BDI PADRÃO: 0,00%		P
LOCALIDADE SINAPI: RECIFE		BDI DIFERENCIADO 1:		D1
		BDI DIFERENCIADO 2:		D2
		BDI ZERO: 0,00%		Z

ITEM	FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	UNITÁRIO COM BDI (R\$)	VALOR TOTAL COM BDI (R\$)	BDI	RECURSOS
TOTAL									↓	↓
1			CONSTRUÇÃO DE 200 CASAS HABITACIONAIS					13.892.175,01		
1.1			SERVIÇOS PRELIMINARES					1.478.637,40		