

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
VANILZE LEOPOLDINA CRUZ ANDRADE



**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: adaptação de uma residência
conforme os parâmetros da sustentabilidade**

Varginha
2016

FEPESMTG

VANILZE LEOPOLDINA CRUZ ANDRADE

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: adaptação de uma residência
conforme os parâmetros da sustentabilidade**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Sul de Minas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Prof. Esp. Otávio Alvarenga Gontijo e coorientação da Profa. D.Sc. Luciana Bracarense Coimbra.

Varginha

2016

VANILZE LEOPOLDINA CRUZ ANDRADE

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: adaptação de uma residência
conforme os parâmetros da sustentabilidade**

Monografia apresentada ao Curso de
Arquitetura e Urbanismo do Centro
Universitário do Sul de Minas, UNIS/MG,
como pré-requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, pela
Banca Examinadora composta dos membros:

Aprovado em 06/07/2016

Orientador: Prof. Esp. Otávio Alvarenga Gontijo

Prof. Esp. Wesley da Silva Medeiros

Prof. Esp. Gilberto Reis Jordão

OBS.:

Dedico aos meus pais José Aurélio Cruz e Irene Faria e Cruz, pelo que sou hoje, pela semente que plantaram e aos meus irmãos que ajudaram a regá-la.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e ao Raimundo, meu marido, pelo incentivo e insistência para que eu fizesse este curso, pela compreensão dos nossos momentos a sós que foram se reduzindo e sendo substituídos por noites e madrugadas fazendo trabalhos “sempre urgentes”. Aos meus filhos amados Renan e Sarah, que muitas vezes buscaram meu sorriso e atenção, mas estava apressada para as aulas, provas e trabalhos. Ainda que estivesse envolvida com minhas próprias preocupações, saibam que, no fundo de minha alma, vocês são as pessoas que mais amo e sem minha família eu não teria chegado até aqui.

“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A Sustentabilidade é um tema muito atual no cotidiano das pessoas. Significa “poder sustentar-se”. Se as pessoas não cuidarem de sua casa, que é o seu primeiro mundo, o que será do planeta? Assim, este trabalho tem o objetivo de adaptar uma residência unifamiliar já construída conforme os parâmetros da sustentabilidade e destacar a importância do arquiteto na busca por alternativas capazes de satisfazer tais critérios. Quanto menor a renda da família, mais ela precisa se adaptar para aumentar a sua economia nas despesas principais de seu lar. Foi selecionada uma casa em um bairro popular de Varginha, MG, e por meio de uma pesquisa feita com seus moradores foram detectadas suas necessidades e possibilidades de adequação para um melhor conforto em seu interior. Foram feitas também pesquisas bibliográficas, documentais e estudo de dois projetos sustentáveis premiados internacionalmente. Um dos fatores que pesam no orçamento familiar é o gasto com o consumo de água e, para isto, foram apresentadas sugestões de economia com o reuso das águas do chuveiro e da pia do banheiro, da máquina de lavar roupas, instalação de aeradores nas torneiras e registros além da captação das águas pluviais para rega, limpeza do piso e até na lavagem de roupas. As soluções apresentadas foram o uso do sistema de transformação da energia solar em energia elétrica através de placas fotovoltaicas, o uso de lâmpadas de LED, sensores de presença, mais uma janela na cozinha para facilitar a ventilação e iluminação e uso de equipamentos com selo PROCEL.

Palavras-chaves: HIS. Sustentabilidade. Reuso de água.

ABSTRACT

Sustainability is a very current theme in daily life. It means "to sustain itself." If people do not take care of their home, which is their first world, what will be the world? This work aims to adapt a single-family residence ever built within the parameters of sustainability and highlight the importance of the architect in the search for alternatives capable of meeting such criteria. The lower the family income, the more it needs to adapt to increase their economy in major expenses of his home. It selected a house in a popular neighborhood Varginha, MG, and through a survey of its residents were detected needs and fitness opportunities for better comfort inside. They were also made bibliographical research, documentary and study of two sustainable projects internationally awarded. One of the factors that weigh on the family budget is spent on water consumption, and for this, saving suggestions were presented to the reuse of the water shower and bathroom sink, the washing machine, aerators installed on the taps and records beyond the capture of rainwater for irrigation, floor cleaning and even to wash clothes. The solutions were the use of the transformation of solar energy system into electricity through photovoltaic panels, the use of LED lamps, motion sensors, plus a window in the kitchen to facilitate ventilation and lighting and the use of equipment with PROCEL seal.

Keywords: *HIS. Sustainability. Water reuse*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Figura 01 – Mapa de varginha com municípios vizinhos.....	18
Figura 2 – Vista aérea de Varginha/MG.....	19
Figura 3 – Localização Alto Pinheiros 1.....	19
Figura 4 – Localização bairro Alto Pinheiros.....	20
Figura 5 –Reaproveitamento da água da máquina de lavar roupas.....	26
Figura 6 – Materiais necessários para a montagem do reuso.....	27
Figura 7 – Pia inteligente.....	28
Figura 8 – Sistema simples reaproveita até 95% da água que seria desperdiçada no banho.....	28
Figura 9 – Sistema simples reaproveita até 100% da água limpa do banho.....	29
Figura 10 – Sistema de captação da água da chuva.....	29
Figura 11 – Separador de água da chuva.....	30
Figura 12 – Filtro autolimpante para água de chuva.....	30
Figura 13 – Filtro para água de chuva.....	30
Figura 14 – Bombonas com capacidade para 200 litros.....	31
Figura 15 – Reservatórios com capacidade para 1.000 e 600 litros, respectivamente.....	31
Figura 16 – Mapa com Climogramas do Brasil – Clima e Pluviosidade das Regiões.....	32
Figura 17 – Sistema isolado.....	34
Figura 18 – Sistema conectado.....	34
Figura 19 – Comparativo das despesas com energia do Projeto Contagem.....	35
Figura 20 – Lâmpada LED.....	36
Figura 21 – Modelo de implantação.....	37
Figura 22 – Soluções bioclimáticas.....	37
Figura 23 – Modelo de implantação em projeto.....	38
Figura 24 – Economia média de energia com eletrodomésticos com selo PROCEL.....	40
Figura 25 – Sensor de presença.....	41
Figura 26 – Fachada projeto referencial 1.....	42
Figura 27 – Corredor projeto referencial 1.....	43
Figura 28 – Galeria projeto referencial 1.....	44
Figura 29 – Interior da sala projeto referencial 1.....	44
Figura 30 – Planta do pavimento superior projeto referencial 1.....	46

Figura 31 - Pavimento Térreo projeto referencial 1	47
Figura 32 – Fachada Norte projeto referencial 1	48
Figura 33 – Fachada Sul projeto referencial 1	48
Figura 34 – Fachada Leste projeto referencial 1	49
Figura 35 – Fachada Oeste projeto referencial 1	49
Figura 36 – Seção longitudinal AA' projeto referencial 1	50
Figura 37 – Seção longitudinal BB' projeto referencial 1	51
Figura 38 - Seção transversal AA' projeto referencial 1	51
Figura 39 – Casa Illawarra	53
Figura 40 - Vista superior 3D Casa Illawarra	53
Figura 41 – Detalhe do telhado Casa Illawarra	54
Figura 42 – Sala de estar Casa Illawarra	55
Figura 43 – Muro frontal da residência em estudo	57
Figura 44 – Vista lateral da residência em estudo	57
Figura 45 – Vista frontal da residência em estudo	57
Figura 46 – Cozinha da residência em estudo	58
Figura 47 – Lavanderia e quintal da residência em estudo	58
Figura 48 – Vista salas jantar e estar e corredor lateral da residência em estudo	59
Figura 49 – Bombonas de 200 l e reservatório "Noblesse" de 275 l	60
Figura 50 – Recuperação águas pluviais	60
Figura 51 – Reservatórios água de chuva	61
Figura 52 - Precipitações acumuladas em Varginha nos últimos 40 anos	61
Figura 53 - Implantação e tabela com cálculo de reuso das águas pluviais na residência	62
Figura 54 – Horta da residência estudada	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo médio de água de uma casa	24
Tabela 2 – Precipitação pluviométrica (mm) média mensal em Belém/ PA.....	32
Tabela 3 – Equipamentos economizadores de água empregados.....	39
Tabela 4 – Comparação custo placas solares e placas fotovoltaicas	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.....	17
AIA – Instituto Americano de Arquitetos	13
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.....	18
CONPET – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural	40
EUA – Estados Unidos da América	23
FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais	23
GWh – Gigawatt-hora	24
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial....	37
kWh – kilowatt-hora.....	24
LED – Light Emitting Diode	25
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design.....	23
MMA – Ministério do Meio Ambiente	22
ONU – Organização das Nações Unidas.....	14
PMCMV – Programa Minha Casa, Minha Vida.....	16
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.....	24
PUC – Pontifícia Universidade Católica	36
SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste	15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivos específicos.....	14
2 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
2.1 Objeto de estudo.....	17
2.2 Justificativas.....	21
2.3 Metodologia.....	21
3 SUSTENTABILIDADE	21
3.1 Conceitos.....	22
3.2 Princípios básicos	23
4 TECNOLOGIAS	25
4.1 Instalações sanitárias	25
4.2 Energia solar	34
4.3 Coletor solar térmico	36
4.4 Lâmpadas de Light Emitting Diode (LED)	36
4.5 Iluminação e ventilação naturais	37
4.6 Equipamentos eficientes	40
4.7 Sensores de presença	41
5 REFERÊNCIAS PROJETUAIS.....	42
5.1 Estudo de caso 1: Casa de baixo custo e de baixa energia.....	43
5.2 Estudo de caso 2: Casa <i>Illawarra Flame</i>.....	53
6 PROJETO - PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM RESIDÊNCIA SUSTENTÁVEL.....	
6.1 Conceito.....	56
6.2 Partido.....	56
6.3 Situação do espaço de intervenção.....	57
6.4 Adaptações sugeridas no projeto.....	60
6.5 Estudo da viabilidade da implantação de aquecimento solar e/ou placas fotovoltaicas.....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	68
ANEXO A – ORÇAMENTO FOTOVOLTAICAS	72
APÊNDICE A – PRANCHAS DE ARQUITETURA.....	74

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema atual e indispensável na formação do arquiteto urbanista. É impossível pensar em arquitetura e urbanismo sem pensar no planeta como um todo, sem levar em conta o reuso da água e de materiais que demoram a se decompor, prejudicando o meio ambiente e o Homem. Além disso, outra preocupação é que o projeto arquitetônico seja capaz de conceber uma habitação que atenda às várias configurações das famílias atuais e as atendam durante um período de tempo maior.

O projeto de arquitetura é uma das numerosas etapas necessárias ao desenvolvimento de um edifício, assim como o arquiteto é somente um dos diversos agentes envolvidos.

A ideia para esse trabalho partiu da constatação de que não existe preocupação projetual com a sustentabilidade nas construções unifamiliares de cunho social, mesmo considerando o tamanho enxuto das obras.

A tendência mundial é de habitações de tamanhos reduzidos e os arquitetos precisam se adaptar a projetar para este público. É uma forma de desmistificar a figura endeusada e elitizada desse profissional, pensando nesses tipos de projeto e levando em conta a ventilação, segurança, ganhos solares e a iluminação natural, assim como o seu valor estético.

Segundo Hosey (2015), o Instituto Americano de Arquitetos (AIA) está considerando cada vez mais urgente que os arquitetos se adaptem a projetar de acordo com os critérios de sustentabilidade e dentro de um ano isto passará a ser exigido em todos os projetos para cumprir o “Desafio 2030” incentivando os clientes e designers a neutralizar o carbono na indústria e dentro de quatro anos todos os currículos nas universidades americanas já estarão atualizados e cientes dos princípios e práticas do design sustentável.

De acordo com Ferrari (2010, p. 27), estão revendo a importância do arquiteto quando a legislação torna a arquitetura acessível a todos e este autor denuncia como as classes menos favorecidas “aglomeram-se, definindo ou induzindo quase sempre o desenho das cidades, onde novas centralidades devem ser repensadas”.

É necessário apontar conceitos arquitetônicos que melhorem a residência, principalmente aquelas de interesse social. Este estudo visa fazer a adaptação de uma residência unifamiliar de interesse social, em uma residência o mais sustentável possível dentro de sua realidade financeira e que poderá servir de referência para outras construções se tornarem sustentáveis e adaptáveis às várias fases de vida de seus moradores.

Foram utilizados dois projetos unifamiliares premiados internacionalmente em termos de sustentabilidade como referências projetuais para o estudo do conforto térmico na utilização

de pé-direito alto com inclinação acompanhando o telhado, varanda com teto de policarbonato transparente que permite a entrada de luz e protege da chuva, áreas permeáveis no entorno e janelas bem posicionadas. Também foram instalados coletores de águas pluviais, placas fotovoltaicas que transformam a energia solar em energia elétrica, hortas, composteira e jardins. Aproveitando a intervenção, foi projetada uma fachada nova separando a entrada de pedestres da entrada de automóvel deixando a calçada com uma faixa plana para a circulação de cadeiras de rodas.

Desta maneira, será possível utilizar esses conceitos internacionais e adaptá-los à realidade de Varginha, divulgando esses processos e tornando-os mais populares, lembrando que um espaço para ser sustentável precisa ser ecologicamente correto, economicamente viável e culturalmente aceito.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é adaptar uma residência unifamiliar já existente e de cunho social em uma moradia o mais sustentável possível dentro dos limites financeiros da família.

1.1.1 Objetivos específicos

Para se chegar ao objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser atingidos:

- a) Conceituar Habitação;
- b) Definir sustentabilidade na arquitetura e os seus critérios básicos em uma residência;
- c) Selecionar duas referências projetuais em sustentabilidade;
- d) Escolher uma habitação de interesse social para implementar princípios de sustentabilidade dentro dos parâmetros escolhidos;
- e) Investigar as necessidades básicas deste objeto de estudo;
- f) Elaborar um projeto preliminar usando alguns destes princípios de sustentabilidade.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (2015) com o tema deste ano “Sete bilhões de sonhos. Um planeta. Consuma com cuidado”, hoje temos sete bilhões de

peças no planeta e estima-se que este número passe para nove bilhões em 2050 e a maioria residindo nas áreas urbanas.

O direito à moradia adequada foi reconhecido pela Declaração Universal dos direitos Humanos em 1948 (NAÇÕES UNIDAS, 1948) fazendo parte do direito a um padrão de vida adequada e também em 1966, pelo Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (NAÇÕES UNIDAS, 1992) tornando-se um direito humano universal, aceito e aplicável em todas as partes do mundo como um dos direitos fundamentais para a vida das pessoas.

Já o conceito de desenvolvimento sustentável veio da Conferência das Nações Unidas sobre o ambiente humano, realizada em Estocolmo, em 1972, no relatório Nosso futuro comum onde diz que o desenvolvimento é capaz de atender às necessidades das atuais gerações sem comprometer os direitos das gerações futuras (BRUNDTLAND, 1987), citado no site da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

De acordo com a cartilha da Secretaria dos Direitos Humanos da Presidência da República – Brasil (2013), quando a ONU foi criada, em 1945, dois terços da população mundial viviam na zona rural. Em 1978, após uma reunião em Vancouver conhecida como Habitat I, foi criada a Habitat, agência da ONU para assentamentos humanos, que tem por finalidade a promoção de cidades social e ambientalmente sustentáveis e com o objetivo de prover abrigo adequado para todos. Várias conferências, declarações e planos de ação, como a Declaração de Vancouver sobre Assentamentos Humanos (1976), a Agenda 21 (1992), a Declaração de Istambul sobre Assentamentos Humanos (1996), a Agenda Habitat (1996) e a Declaração do Milênio e de Desenvolvimento do Milênio (2000) também ajudaram a esclarecer vários aspectos do direito à moradia adequada e reafirmaram os compromissos dos Estados-membros da ONU para a sua realização.

Uma moradia adequada precisa dar segurança de posse, economicidade, habitabilidade, acessibilidade, localização, adequação cultural, disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura (NAÇÕES UNIDAS, 1991).

Com a Agenda Habitat e pela Declaração do Milênio, entre 1997 e 2002, com a metade da população já morando nas cidades, já identificaram as necessidades que surgiram para um crescimento sustentável e corrigir os erros cometidos nesse intervalo.

Foi instituído também o Conselho de Direitos Humanos, que criou o encargo de Relator Especial sobre moradia adequada como componente do direito a um padrão de vida adequado, em 2000, com a finalidade de aconselhar quando algum direito humano for violado (NAÇÕES UNIDAS, 2005).

Diante dos conceitos apresentados, pode-se concluir que a casa é mais que uma construção para nos proteger da chuva, do sol ou do frio. Deve ser um lugar onde a família se sintam bem acolhida (LENGEN, 2008). Assim como a saúde, a educação e a justiça, a moradia é essencial para a vida. Ter uma moradia digna é o sonho de milhões de pessoas em todo mundo. Dessa forma, o aspecto de universalização do direito à moradia é um dos pontos principais para a aceitação de uma política nacional para o setor (CUNHA, 2007).

No Brasil, também houve uma preocupação em proporcionar moradias para as pessoas que queriam e precisavam se ver livres do aluguel. Para Silva, G. (2012), alguns conceitos foram surgindo após estes direitos conquistados de Habitação de Interesse Social (HIS), que são habitação popular, habitação de baixo custo e habitação para população de baixa renda. O autor também lembra quando começou as HIS no Brasil, que foi entre as décadas de 70 e 80, onde essa terminologia fazia referência aos programas de financiamento do Banco Nacional de Habitação. Atualmente, essa denominação está sendo utilizada com frequência para enfatizar os programas voltados para a habitação popular para a classe menos favorecida.

O acesso das famílias de baixa renda à casa própria, através de ações públicas, tem se mostrado bastante complexa ao longo da história do Brasil. Ressaltando que a HIS não corresponde a um produto que tem seu valor de produção e consumo, ela se restringe ao papel do poder público como função social na concessão do direito de uso do solo urbano (SILVA, G. *et al*, 2012).

Com o tempo, a maior atenção com o usuário e com as necessidades de cada um adquire uma importância maior e vão surgindo dificuldades para continuar aplicando a produção em série nas habitações.

A preocupação com a produção, feita em escala industrial, sobrepuja as preocupações com o atendimento às necessidades dos moradores, resultando em prejuízos do espaço interno como cozinhas pouco funcionais, janelas com peitoril muito alto e problemas na calefação. Os aspectos plásticos resultavam do modesto orçamento (SILVA, R. 2006, p. 19).

De acordo com Castilho (2011, p.1), as residências repetidas em um conjunto habitacional “são marcados pela falta de qualidade construtiva, estética e espacial e quase nunca criam uma relação entre o edifício e a cidade com qualidade”. Isto levou à terceirização de empresas que buscam a redução de custos a fim de obterem mais lucro.

As HIS obtiveram maior destaque no Brasil após o Governo Federal lançar o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). O Ministério das Cidades disponibilizou, em um catálogo em seu site que reúne os requisitos obrigatórios e recomendados para estes

empreendimentos. São quatro tópicos: Especificações de Desempenho nos Empreendimentos de HIS Baseadas na ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais - Desempenho; Orientações ao Proponente para Aplicação das Especificações de Desempenho em Empreendimentos de HIS; Orientações ao Agente Financeiro para Recebimento e Análise dos Projetos; Catálogo de Desempenho de Subsistemas e Diretrizes e Documentos de Avaliação Técnica - DATec's do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais (Sinat). Eles servem para harmonizar os procedimentos para avaliação do desempenho de projetos de habitação, uma vez que as normas técnicas contribuem para a melhoria da segurança, habitabilidade e sustentabilidade nos empreendimentos de HIS. (MINISTÉRIO DAS CIDADES)

Foi instituído também o Conselho de Direitos Humanos, que criou o encargo de Relator Especial sobre moradia adequada como componente do direito a um padrão de vida adequado, em 2000, com a finalidade de aconselhar quando algum direito humano for violado (NAÇÕES UNIDAS, 2005).

Diante dos conceitos apresentados, pode-se concluir que a casa é mais que uma construção para nos proteger da chuva, do sol ou do frio. Deve ser um lugar onde a família se sinta bem acolhida (LENGEN, 2008). Assim como a saúde, a educação e a justiça, a moradia é essencial para a vida. Ter uma moradia digna é o sonho de milhões de pessoas em todo mundo. Dessa forma, o aspecto de universalização do direito à moradia é um dos pontos principais para a aceitação de uma política nacional para o setor (CUNHA, 2007).

2.1 Objeto de estudo

A cidade de Varginha localizada no Sul de Minas Gerais, às margens do Lago de Furnas, possui cerca de 130 mil habitantes e área de 395.396 Km². Está situada em uma região estrategicamente equidistante das cidades do Rio de Janeiro (380 Km), São Paulo (316 km) e da capital, Belo Horizonte (318 Km), o que facilita o escoamento de sua produção de café e outros produtos através de sua estação aduaneira, único porto seco do sul de Minas.

A cidade faz limite com os municípios de Três Pontas, Elói Mendes, Monsenhor Paulo, Carmo da Cachoeira e Três Corações e tem seus principais acessos pela BR 491 ligando Três Corações – Elóis Mendes e a MG 167 que passa por Três Pontas, conforme figura 1.



Figura 1: Mapa de varginha com municípios vizinhos
 Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (2015)

Varginha conta com infraestrutura (água, energia elétrica e rede de esgoto) em 95% da área urbanizada. Também é ponto de referência para moradores da região, que buscam serviços que não encontram em suas cidades de origem. O município possui 3 hospitais, 3 emissoras de TV, parques, escolas e faculdades que são referência na região, teatro, museu, cinemas, comércio diversificado e um shopping center que atrai moradores de toda a região.

A vocação agrícola de Varginha foi sendo substituída pela indústria e prestação de serviços. O mesmo ocorreu com o café. Hoje, os números da torrefação e da exportação do café são extremamente mais expressivos do que a lavoura do município. Essa adaptação ao mercado e aos novos tempos permitiu à Varginha ser a segunda praça de comércio de café do mundo, só perdendo para Santos, no litoral de São Paulo.

Tornou-se conhecida internacionalmente em 1996 pelo suposto aparecimento de criaturas alienígenas, no episódio que ficou conhecido como o "Incidente de Varginha".

A cidade de Varginha, MG, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem uma população de 123.081 habitantes e uma área de 395,396 Km². Está localizada na Mata Atlântica com Latitude 21° 33' 05", Longitude: 45° 25' 49" W e Altitude: 916m. O vento dominante é o Nordeste.

O projeto de adaptação da casa original será desenvolvido buscando soluções arquitetônicas para o conforto ambiental, a redução do consumo energético, a

preservação dos recursos naturais e da paisagem, considerando as condições locais do clima, aspectos sociais e disponibilidade de materiais.

O objeto deste estudo é uma residência unifamiliar com 6 cômodos de padrão popular, a ser adaptada de forma a torná-la sustentável. Está localizada no bairro residencial Alto Pinheiros, na região Norte de Varginha, MG, localizado a 3,6 Km do centro da cidade, conforme figuras de 2 a 4.



Figura 2: Vista aérea de Varginha, MG.

Fonte: Recuperado em Google Earth. Acesso em: 10 out. 2015.



Figura 3: Localização Alto Pinheiros

Fonte: *idem*.



Figura 4: Localização bairro Alto Pinheiros
Fonte: idem

Esse bairro é um conjunto habitacional elaborado pelo Programa de Arrendamento Residencial - PAR, do Ministério das Cidades (CAIXA, 2015) e tem a CAIXA como agente executor e o FAR – Fundo de Arrendamento Residencial – como financiador. Esse programa foi criado para ajudar municípios e estados a atenderem à necessidade de moradia da população que recebe até R\$ 1.800,00 e que vive em centros urbanos.

O PAR é desenvolvido em duas fases distintas. A primeira delas é a de compra de terreno e contratação de uma empresa privada do ramo da construção, responsável por construir as unidades habitacionais. Depois de prontas, as unidades são arrendadas com opção de compra do imóvel ao final do período contratado. O negócio é feito diretamente com a Caixa, sem interferência da prefeitura.

Esse tipo de financiamento impõe algumas restrições ao comprador como a de não fazer a transferência do imóvel para outra pessoa, impedir intervenções e acréscimos em seu terreno, assim como manter a sua utilização apenas como uma unidade habitacional unifamiliar. Esse último impedimento, limita o crescimento do conjunto habitacional porque muitos moradores desejam realizar atividades econômicas em sua própria residência a fim de gerar renda para auxiliar a cobrir as despesas domésticas sem se ausentar da casa podendo assim, cuidar melhor e seus filhos. Já a legislação de Varginha permite que um imóvel residencial também seja utilizado por um microempreendedor individual.

2.2. Justificativa

A finalidade deste projeto é diminuir o impacto ambiental através do consumo eficiente através da transformação da energia solar em energia elétrica através de placas fotovoltaicas, fazer o aproveitamento das águas pluviais, melhorar o conforto ambiental através de aberturas de novas janelas, aumentar a permeabilidade do solo, incentivar o uso de equipamentos adequados para economia de energia elétrica e de água, orientação para coleta seletiva de lixo, elaboração de horta, jardins e compostagem.

2.3 Metodologia

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e estudos de referências projetuais através de leituras, levantamento fotográfico e referencial projetual em artigos, livros, cartilhas, legislação e sites; pesquisa através de questionário em uma residência que foi escolhida para desenvolver o projeto de adaptação em um bairro popular sobre o grau de satisfação dos seus moradores, as modificações que julgaram necessárias serem feitas durante o período em que moram lá e se houve preocupação com a sustentabilidade como aquecimento solar, aproveitamento de águas pluviais, coleta seletiva de lixo, cultivo de hortas e jardins, estudo do terreno para a elaboração do programa de necessidades.

Para atingir os objetivos propostos, foi feita uma revisão de literatura sobre os conceitos de habitação em termos mundiais e no Brasil, foi conceituado o termo “sustentabilidade” e os seus princípios básicos, foram listadas as tecnologias disponíveis e selecionados dois projetos como referência premiados em concursos internacionais de casas sustentáveis. Por fim, já no capítulo sexto, começou realmente o estudo de uma residência para torná-la o mais sustentável possível até o projeto final.

3 SUSTENTABILIDADE

A adoção de ações de sustentabilidade garante a médio e longo prazo um planeta em boas condições para o desenvolvimento das diversas formas de vida, inclusive a humana. Garante os recursos naturais necessários para as próximas gerações, possibilitando a manutenção dos recursos naturais e garantindo uma boa qualidade de vida para as futuras gerações.

3.1 Conceitos

A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada pelo Brundtland Report, em 1987, (IBGE, 2004), afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras.

Na 3ª Conferência sobre Cidades e Vilas Sustentáveis realizada em Hannover (RFA, 2000) para avaliar a evolução no desenvolvimento das cidades europeias rumo à sustentabilidade e para chegar a um acordo quanto ao rumo a seguir na virada do século XXI, foi aprovada uma declaração de princípios e orientações para a ação a nível local para a sustentabilidade.

Decidiram apelar à comunidade internacional para apoiarem a criação da Agenda 21, que seria realizada no Rio de Janeiro em 1992 e da Agenda Habitat de Istambul, em 1997.

Resultou em um documento comprometido com a mudança e o estudo de nossa interdependência com a natureza e o respeito a ela. Protege os direitos do Homem e da Natureza para sua coexistência de maneira saudável, diferente e de ajuda mútua. Introduziu o compromisso com o reuso e contra o desperdício. Não sobrecarregar as gerações futuras com os custos que não poderão pagar em termos de saúde e qualidade de vida. Busca melhorar e compartilhar os conhecimentos sobre sustentabilidade através da comunicação aberta e direta.

A Agenda 21 brasileira é uma ferramenta de planejamento que busca uma visão múltipla e integrada para o desenvolvimento sustentável do país, fruto de uma vasta pesquisa à população brasileira. Foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 (CPDS) e construído a partir das diretrizes da Agenda 21 Global e entregue à sociedade em 2002.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2015, p.1), a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, construção sustentável” é definida como: “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica”. Quando se faz um projeto, deve haver uma preocupação com tudo que o envolve, ou seja, qual a técnica construtiva e quais os materiais que serão usados visando sempre o menor desperdício e menor impacto sobre o meio ambiente preservando assim, a qualidade de vida de todos que irão desfrutar daquela obra e da sociedade

O MMA define sustentabilidade na Agenda 21 em seu site como “um instrumento de planejamento para a construção de cidades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que

concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”. Foi quando o Brasil deu seus primeiros passos rumo à construção sustentável.

3.2 Princípios básicos

A sustentabilidade voltada à construção civil vem crescendo assim como a preocupação com o meio ambiente, reutilização das matérias primas, redução na geração de poluição, aproveitamento das águas pluviais e da energia solar.

É de suma importância a arquitetura dentro do processo de aplicação da sustentabilidade na construção civil, pois elas usam metade da energia consumida e das emissões por ano nos Estados Unidos da América (EUA), além de três quartos da energia elétrica. Com a ampliação do parque imobiliário em 278 milhões de metros quadrados a cada ano, quem poderá transformar este quadro serão os arquitetos. E isto já começou desde a criação da classificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) do Conselho Norte Americano de Construção Sustentável, em 1993, deixando de gastar 32 por cento em edifícios com a certificação. Mesmo assim, ainda há muita controversa sobre o uso da sustentabilidade na arquitetura e o medalhista de ouro do IAI, Frank Gehry, chega a chamar a sustentabilidade de “algo falso” e não houve muita adesão dos arquitetos à campanha de Arquitetura “Desafio 2030” que tem como objetivo neutralizar o carbono na indústria até 2030. O AIA chegou a concluir que o arquiteto deveria usar o design sustentável por opção própria e não por obrigação (Hosey,2013).

O AIA acerta ao alegar que os arquitetos necessitam mudar sua maneira de projetar e isto deve acontecer com urgência (HOSEY,2013).

Segundo a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG, 2008, p.1), é “necessário pensar detalhadamente em cada fase da obra, evidenciando os possíveis impactos ambientais e como eles devem ser tratados para o empreendimento venha a ser efetivamente uma moradia sustentável”.

Somente em 2011 o governo começou a premiar habitações com o SELO AZUL da CAIXA (2015, p.1), que são classificados em Ouro, Prata e Bronze de acordo com a quantidade de critérios que conseguem inserir em um projeto. O objetivo do SELO AZUL é “incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários”. E leva em conta a “Qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais”.

Alguns empreendimentos foram modelos em eficiência energética, como os conjuntos habitacionais “Morada do Salitre” e “Praia do Rodeadouro” em Juazeiro, situada a 512 Km de Salvador (BA) onde foi criada uma verdadeira usina solar sobre telhados, segundo o site da Caixa, com um custo de R\$ 7 milhões e transformando mil famílias em sócias de um empreendimento que já gerou 1,34 Giga watt-hora (GWh) de energia solar desde seu início oficial até março deste ano. Esta energia é suficiente para suprir 13,4 mil residências com consumo médio de 100 Quilowatt-hora (kWh). Cada prédio com 4 ou 6 apartamentos recebe 9.144 painéis fotovoltaicos instalados em seus telhados. Este sistema inclui inversores que transformam a corrente contínua em alternada, utilizada nas casas em geral, e injetam a energia na rede da concessionária. A Brasil Solair criou o projeto, treinou a mão de obra local e supervisionou a implantação do sistema. Este investimento será compensado financeiramente em 7 anos, mas ecologicamente, não tem preço.

PRINTES (2015, p.1), diretora técnica da LCP Engenharia & Construções, uma das pioneiras na construção sustentável residencial no Brasil, diz que “em primeiro lugar é preciso que todos tenham a consciência de que a utilização correta e racional, tanto de energia elétrica como de água, é fundamental”. Cita algumas das opções que podem ser implementadas na fase de concepção do projeto de captação de energia solar:

Projeto arquitetônico próprio para as condições climáticas, se possível com grandes vãos para a entrada de luz. É necessário o uso de brises ou cobertura de películas nos vidros para evitar a entrada de calor, pois o vidro não possui isolamento térmico entre os ambientes; ventilação cruzada no projeto arquitetônico; uso de materiais de construção eficientes, como o painel de argamassa armada com miolo de EPS para formar as paredes estruturais, que substituirão as alvenarias tradicionais (tijolo ou bloco). Isto proporciona isolamento térmico e acústico aos ambientes internos. Assim, haverá diminuição do uso de energia com ar condicionado e ventiladores; utilização de lâmpadas econômicas, fluorescentes ou LED. São mais caras na aquisição, mas compensam seu custo em um ano; utilização de eletrodomésticos com selo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel); construir adotando boas técnicas da construção sustentável e os manuais e referenciais para o segmento residencial; colocação de sistema de painéis solares para o aquecimento de água para os banhos. Um dos mais elevados custos da energia elétrica vem dos chuveiros; instalação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia, que é sempre feita de forma contínua com a claridade do sol durante todo o dia. Assim, esta energia gerada pode ser direcionada no projeto elétrico da residência para ambientes especiais que utilizam mais eletrodomésticos, como as cozinhas, por exemplo. Pode também ser usada para a iluminação de áreas externas.
(PRINTES, 2015, p. 1).

4 TECNOLOGIAS

Uma construção sustentável é aquela que busca sua autossuficiência e sua autossustentabilidade que é a capacidade de manter-se sozinho, resolvendo suas próprias necessidades, gerando e reciclando seus próprios recursos a partir de sua moradia.

O Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA, 2015) enumera em seu site os nove passos para a obra sustentável, que são:

- a) Planejamento sustentável da obra;
- b) Aproveitamento passivo dos recursos naturais;
- c) Eficiência energética;
 - d) Gestão e economia da água;
 - e) Gestão dos resíduos na edificação;
 - f) Qualidade do ar e do ambiente interior;
 - g) Conforto termoacústico;
 - h) Uso racional de materiais;
 - i) Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Nesse estudo, o destaque será para as instalações hidráulicas, energia solar, coletor solar térmico, lâmpadas de Light Emitting Diode (LED), iluminação e ventilação naturais, equipamentos eficientes e sensores de presença.

4.1 Instalações hidráulicas

De acordo com o Serviço Abastecimento de água e esgoto de São Paulo (SABESP), com a conscientização da população sobre o uso racional da água é possível aumentar a vida das nascentes garantindo a água necessária para o consumo e fornecimento de energia elétrica além de diminuir os custos com o tratamento do esgoto.

Segundo a ACQUANOVA (2015, p.1), o consumo médio de água em uma casa é dado levando em conta o consumo e o tempo gasto nas principais atividades realizadas em uma residência unifamiliar.

Tabela 1 – Consumo médio de água de uma casa.

Uso	Tempo (minutos)	Consumo (litros)
Banho	15	135

Escovar os dentes		6
Lavar o rosto		2,5
Fazer a barba	5	12
Lavar roupas	15	280
Ciclo lavadora		135

Fonte: Arquivo pessoal baseado em dados do Acquanova

Algumas maneiras de economizar a água são através do uso de torneiras com sensores eletrônicos, com injeção de ar junto com a água e uso de descarga acoplada com duplo toque.

Outra forma é pelo reuso das águas domésticas da máquina de lavar roupas, lavatório do banheiro e até do chuveiro.

Na figura 5, um exemplo prático do reaproveitamento das águas da máquina de lavar roupas:



Figura 5: Reaproveitamento da água da máquina de lavar roupas.

Fonte: Guia da obra (2015)

A água usada na descarga é limpa e pode ser substituída por uma menos limpa ou reutilizada.

A recuperação ou reuso da água da pia do banheiro é amplamente utilizada em áreas onde há falta crônica de água. E é ensinado no site www.dicasverdes.com com materiais e métodos simples e sem quebra-quebra. A recuperação da água da pia do banheiro já é uma forte tendência em vários países. Não é necessário quebra-quebra. A recuperação da água da pia do banheiro já é uma forte tendência em vários países. Os materiais são facilmente encontrados nas casas de material de construção e conectar os canos é fácil, conforme ilustrado na figura 6. Basta desconectar o sifão que leva a água da pia para o cano e conectar tudo novamente, porém

levando a água para o vaso. É necessário um T de 40 milímetros, um adaptador de 40 milímetros para $\frac{3}{4}$ de cola, um adaptador de cola para rosca de $\frac{3}{4}$, pedaço de cano de $\frac{3}{4}$ de cola para unir os dois adaptadores, um adaptador de rosca de $\frac{3}{4}$ para mangueira e 1,5 metro de mangueira cristal. O vídeo ensinando a fazer está no site <http://www.dicasverdes.com/2013/03/como-reutilizar-agua-da-pia-do-banheiro-no-vaso-sanitario/> pesquisado em 14 de outubro de 2015.

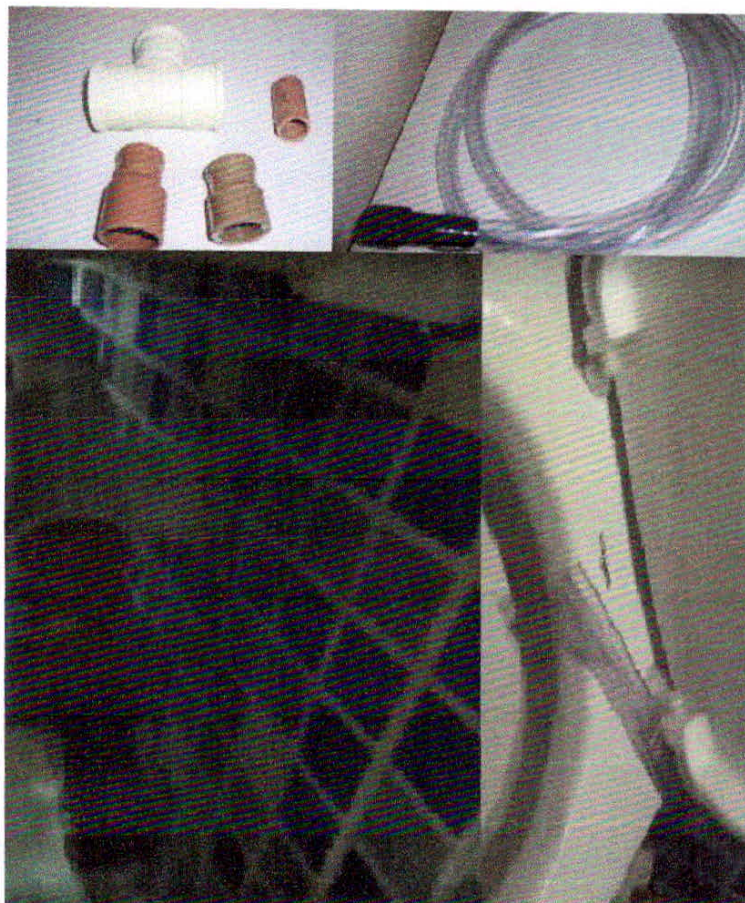


Figura 6: Materiais necessários para a montagem do reuso.

Fonte: Dicas verdes (2015)

Uma pia inteligente que reaproveita a água, é economia de 50% da água que você usa no banheiro. Sem deixar nada a desejar ao se tratar da decoração e equilíbrio visual de um banheiro bonito, além de ser sustentável essa pia tem um funcionamento bastante simples, seu conceito é chamado de Eco Bath, a pia usa 50% de água reutilizada e 50% de água nova para um sistema higiênico ecológico. O designer Jang Woo-seok, desenvolveu essa ideia se baseando nos fluxos naturais da natureza, que têm um fluxo de água contínuo e que purifica os caminhos por onde passa, sem interferência humana, representada na figura 7.

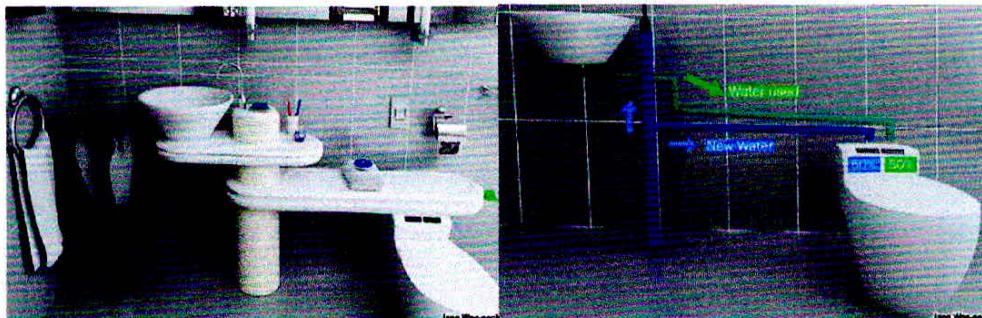


Figura 7: Pia inteligente

Fonte: Bioretro (2015)

O designer Alberto Vasquez (2015, p.1) criou um equipamento que reaproveita a água do banho ilustrado na figura 8. O sistema é simples e capaz de recolher até 95% da água residual do chuveiro. Com o nome de “Gris” é formado por quatro placas interligadas, que funcionam com um estrado capaz de reter a água. Quando os compartimentos estiverem cheios, é só retirar e utilizar a água do banho para limpeza, nos vasos sanitários ou até mesmo para regar o jardim. Esta inspiração veio de sua infância na Colômbia onde presenciou muita falta de água. O protótipo já está pronto e será produzido em larga escala em breve. O produto será vendido a preços acessíveis, entre US\$ 20 e US\$ 40. Para quem não possui esta verba, pode usar uma bacia sob seu corpo enquanto toma banho e usa essa água na descarga do vaso sanitário. Sem custo.



Figura 8: Sistema simples reaproveita até 95% da água que seria desperdiçada no banho.

Fonte: HYPNESS (2015)

Já começaram a fabricar no Brasil uma versão mais barata para esse produto, conforme figura 9. Funciona da seguinte maneira: a água limpa que cai enquanto ainda não está aquecida e não é utilizada, é captada pelo reservatório com capacidade para seis litros. Depois disso, fecha o reservatório e toma o banho normalmente. Com essa água, é possível regar plantas, dar descarga ou usar na limpeza. Ele custa R\$ 49,00 mais o frete.

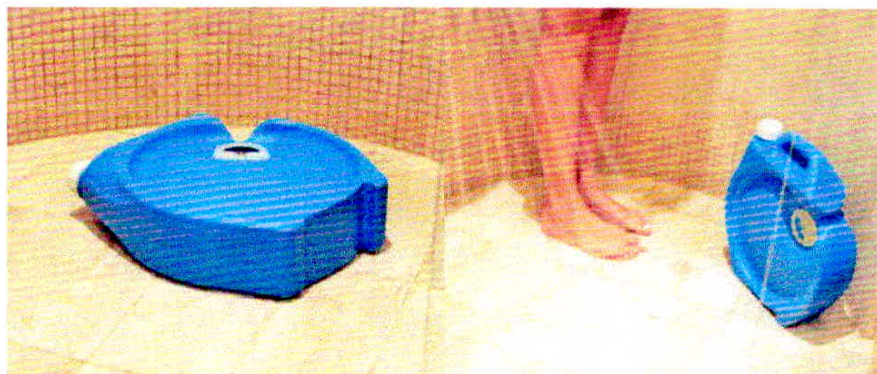


Figura 9: Sistema simples reaproveita até 100% da água limpa do banho.
Fonte: <http://aguawell.com.br/?product=aguawell> (2015)

O uso de tubos flexíveis para levar a água da calha até o reservatório também é muito prático. Podem ser adaptados filtro autolimpante e separador de águas de chuvas com baixo custo, conforme figura 10.



Figura 10: Sistema de captação da água da chuva.
Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Outra opção é a publicação da Eletrosul em seu site alguns itens da CASA EFICIENTE que foi desenvolvida em Santa Catarina sob o seu patrocínio. Já existem, em alguns países, dispositivos de descarte das águas das primeiras chuvas que possuem acionamento automático, podendo ser programados para descartar um determinado volume de água. Esses dispositivos são componentes importantes para os sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois descartam as águas destinadas a lavagem do telhado, proporcionando melhor qualidade ao armazenamento de água.

Esse filtro de água de chuva autolimpante e de baixo custo foi publicado no site www.sempresustentavel.com.br, foi desenvolvido para ser instalado na tubulação de descida de água da calha do telhado e está ilustrado na figura 11. Ele é feito com tubo de 75mm e serve para telhados de até 50m². Para projetos maiores use um filtro para cada 50m² de telhado, ou seja, para cada 50m² de telhado faça uma descida com tubo de 75mm e instale um filtro. Caso a tubulação seja diferente de 75mm, use adaptadores para esse diâmetro, ou faça esse filtro usando diâmetros diferentes, bastando apenas seguir as mesmas proporções.

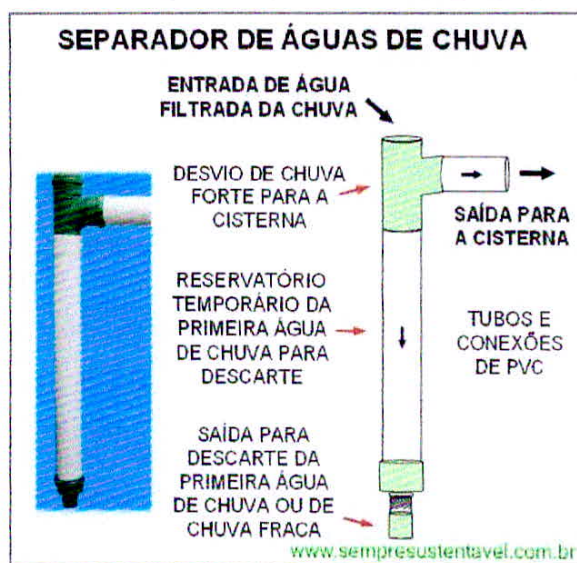


Figura 11: Separador de águas da chuva.
Fonte: SEMPRE SUSTENTÁVEL (2015)

O Separador de Águas de Chuva é o segundo componente de um sistema de Aproveitamento da Água de Chuva. Antes dele é preciso usar o Filtro de Água de Chuva, e depois dele uma cisterna. A função desse componente é separar e descartar as primeiras águas de chuvas fortes que fazem a lavagem da atmosfera, do telhado, calhas e tubulações. Dependendo da utilização a ser dada à água, não é interessante que sua coleta se dê imediatamente após o início da chuva, pois esta água inicial, ao escorrer pela cobertura, passa a conter sujeiras como excrementos de pássaros, folhas, entre outras impurezas que dificultam no processo de tratamento desta água. As águas de chuvas fracas não servem porque não fazem essa limpeza. Após o descarte inicial, as próximas águas que vão estar bem mais limpas são direcionadas para o reservatório, conforme figuras 12 e 13.

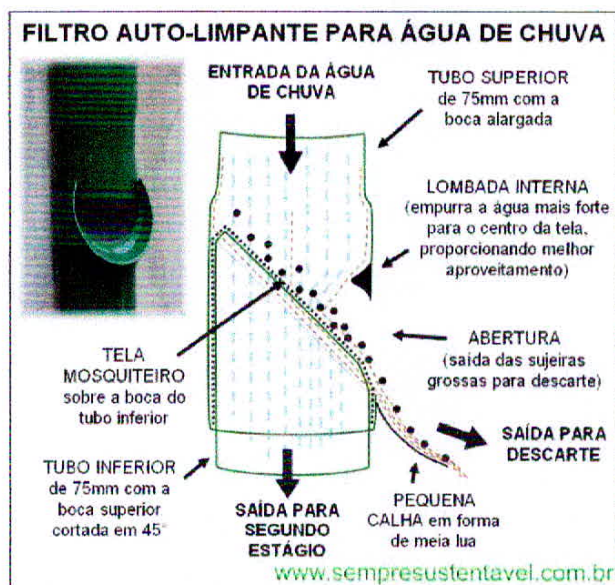


Figura 12: Filtro autolimpante para água da chuva.
 Fonte: BLOG TORCH TOOLS (2015)



Figura 13: Filtro para água de chuva
 Fonte: <http://www.agua-de-chuva.com/33-2-Rainus.html>

Existem inúmeros reservatórios de águas pluviais no mercado desde R\$ 200,00 (no caso das bombonas azuis para 200 litros) até R\$ 1.900,00 (reservatórios com capacidade para 1.000 litros), conforme figuras 14 e 15.



Figura 14: Bombonas com capacidade para 200 litros

Fonte: <http://casavalemais.com.br/a-agua-esta-acabando-saiba-o-que-fazer/>

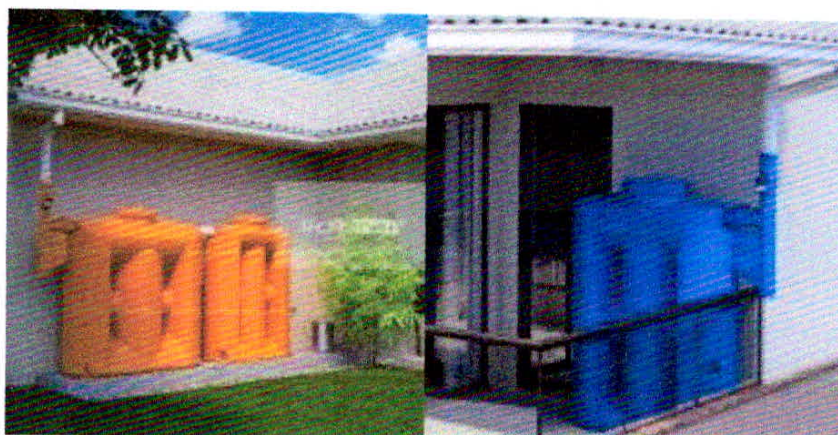


Figura 15: Reservatórios com capacidade para 1.000 e 600 litros, respectivamente

Fonte: <http://casavalemais.com.br/a-agua-esta-acabando-saiba-o-que-fazer/>

Para calcular a quantidade de água que se pode coletar, Brenda (VALLE, 1981) afirma que é necessário primeiro pesquisar o volume de chuva anual na região desejada, sendo que este valor deve representar a média dos três anos consecutivos de menos chuva, de forma que não se sobreestime a quantidade de água que se pode coletar. Em casos onde estas informações não estejam disponíveis, utiliza-se nos cálculos $2/3$ das precipitações médias anuais, presentes em mapas como o apresentado na figura 16.

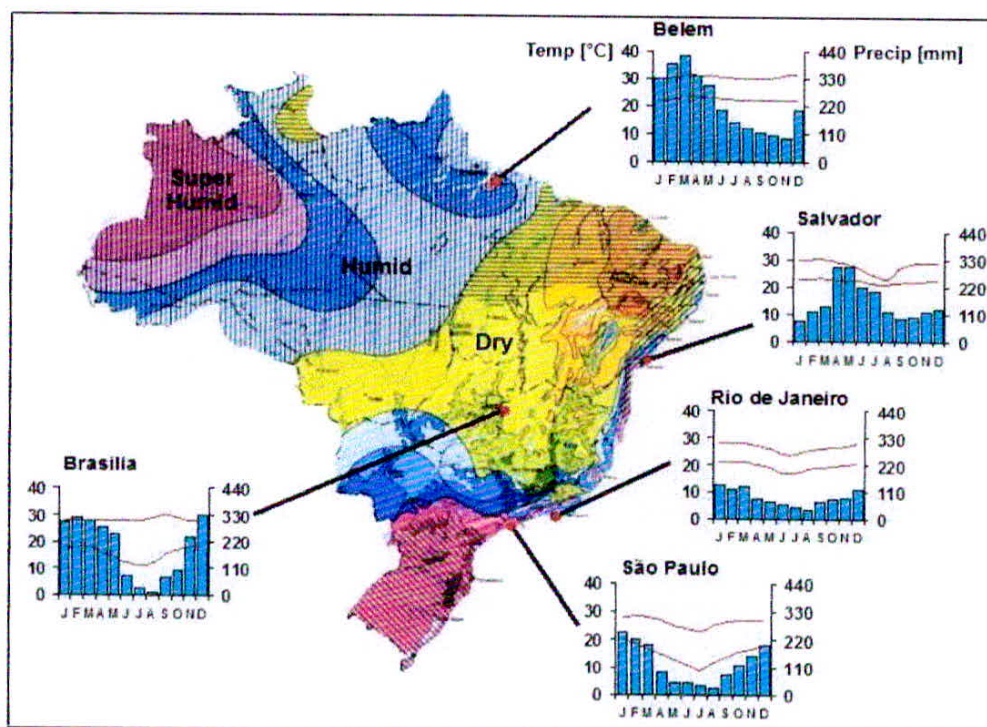


Figura 16: Mapa com Climogramas do Brasil – Clima e Pluviosidade das Regiões.
Fonte: BRASIL FRONT (2015)

Na tabela 02 são mostradas as médias mensais de precipitação pluviométrica no período estudado (1998 a 2004).

Tabela 02 – Precipitação Pluviométrica (mm) média mensal em Belém – PA

Janeiro	359.1	Julho	150.2
Fevereiro	367.8	Agosto	124.0
Março	451.0	Setembro	118.0
Abril	444.2	Outubro	125.6
Maiο	300.0	Novembro	156.5
Junho	183.0	Dezembro	289.2

Fonte: INMET (2004)

Acompanhando as orientações de Valle, supondo que se perde 10% da chuva nesta água inicial que não se coleta, e também na evaporação e na água que transborda do reservatório quando a chuva é intensa, a quantidade de chuva coletada em litros será igual à superfície da cobertura multiplicada pela pluviosidade média e por 0,9, ou seja, 90% coletada. Lembrando que se entende por ‘superfície’ a área de cobertura quando esta é plana ou então a sua projeção em planta, quando inclinada. Quando se pretende coletar toda a água da chuva, se faz necessária a utilização de um reservatório que tenha tamanho suficiente para armazenar no mínimo 25% da chuva anual estimada, e um ladrão para garantir que não ocorram transbordadas

indesejadas. Coletadas todas estas informações, pode-se então dar início ao cálculo de quantidade de água a ser coletada propriamente dita.

Como exemplo da quantidade de água de chuva coletada e a quantidade de água fria consumida, o projeto da casa unifamiliar que será situada na cidade de Belém, com seis pessoas e uma empregada doméstica, cuja cobertura possui uma superfície de 88 m²:

Chuva média anual: 3000 mm

2/3 das chuvas médias anuais: 2000 mm

Chuva coletada: $2000 \times 88 \times 0,9 \times 0,9 = 158.400$ Litros/ano.

$158.400 / (12 \times 30) = 440$ Litros/dia

Este valor estimado significa que ao final de um ano 158.400 litros de água seriam economizados em descargas sanitárias, lavagem de carros, Irrigação de jardins entre tantos outros usos que se podem dar à água da chuva.

Caso se tenha os dados da precipitação pluviométrica como apresentado na tabela 3 podemos tirar a média de todos os meses o que torna o dimensionamento mais preciso.

4.2 Energia solar

Segundo o Neosolar Energia (2015, p.1), um sistema fotovoltaico possui quatro componentes básicos, fazendo uma analogia com o corpo humano para entender seu funcionamento:

Painéis solares – É o “coração” do sistema, “bombeando” a energia para o mesmo. São dimensionados de acordo com a energia necessária, podendo ser um ou mais painéis, responsáveis por transformar energia solar em eletricidade. **Controladores de carga** – Funcionam como “válvulas” para o sistema. Evitam as sobrecargas ou descargas exageradas na bateria, aumentando sua vida útil e desempenho. **Inversores** – “Cérebro” do sistema, é responsável por transformar os 12 V de corrente contínua (CC) das baterias em 110 ou 220 V de corrente alternada (AC), ou outra tensão desejada. No caso de sistemas conectados, também são responsáveis pela sincronia com a rede elétrica. **Baterias** – Trabalham como “pulmões”. Armazem a energia elétrica para que o sistema possa ser utilizado quando não há sol.

Converte a luz solar em energia elétrica, é o que faz os painéis fotovoltaicos, e seus componentes envolvidos para o funcionamento do sistema (painel fotovoltaico, controlador de carga, inversor, e / ou bateria).

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: Sistemas Isolados (Off- grid) e Sistemas Conectados à Rede (Grid - Tie).

Sistemas Isolados são utilizados em locais remotos ou onde o custo de se conectar à rede elétrica é elevado. São utilizados em casas de campo, refúgios, iluminação, telecomunicações, bombeio de água, etc.

Sistemas conectados à rede substituem ou complementam a energia elétrica convencional disponível na rede elétrica, conforme desenhos das figuras 17 e 18.

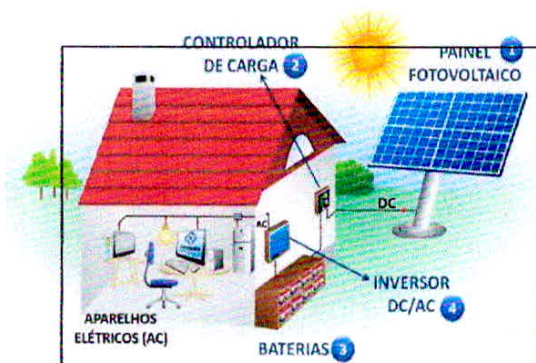


Figura 17: Sistema isolado.
Fonte: Neosolar Energia (2015).

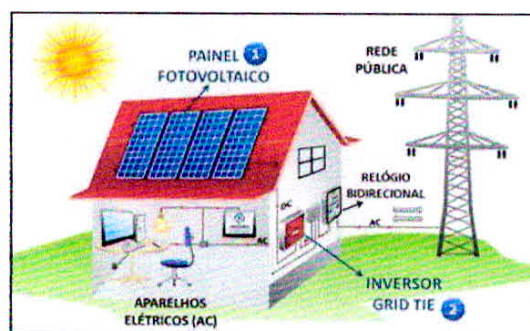


Figura 18: Sistema conectado
Fonte: Neosolar Energia (2015).

Dentre estas iniciativas, pode-se citar o protótipo Casa Eficiente® desenvolvido pela parceria ELETROSUL/LabEEE-UFSC (2003), que é constituído por uma unidade habitacional unifamiliar destinada às classes de renda média e alta. Integra sistemas fotovoltaicos de conversão de energia solar em elétrica, sistemas alternativos de resfriamento, aquecimento solar de água para banho e cozinha, uso racional da água e seu tratamento natural no terreno, e aplicação de materiais de menor impacto ambiental, além de levar em consideração os condicionantes climáticos locais, dentre outros. Um protótipo foi construído e está sendo monitorado.

As vantagens deste sistema são a possível geração de energia em sistemas isolados ou conectados à rede; não emite gases do efeito estufa; não há necessidade de gerador; não provoca ruído, como no caso da energia eólica; manutenção de fácil acesso. As desvantagens são que é preciso uma área grande, no caso de usinas solares, que permita a orientação dos painéis sem o risco de sombreamento, que diminui a produção; instabilidade na produção devido a condições climáticas, o que pode ser contornado com o uso de baterias; alto investimento inicial.

Foi realizado um orçamento com a empresa SOLAR através de seu portal na internet e apresentaram o orçamento que está como anexo A. A análise da viabilidade deste sistema se encontra no capítulo 4 deste trabalho.

4.3 Coletor solar térmico

Para os cálculos da viabilidade da instalação do aquecedor solar em uma casa de habitação de interesse social, será usado um estudo em Formiga/MG feito em parceria com a Eletrobrás e pelo Laboratório Green Solar da Pontifícia Universidade Católica (PUC/MG) e publicado na Cartilha da Caixa. Os coletores solares do sistema de energia solar térmica estão instalados na cobertura, em sua água norte, para permitir a máxima exposição dos coletores à radiação solar durante o ano. A água da cobertura orientada a norte tem inclinação de 27° para uma melhor integração da solução arquitetônica com o coletor solar, que deve ficar inclinado da latitude local mais 10°, nesse caso, de cerca de 30°.

O estudo demonstrou que o uso da energia solar para o aquecimento de água gerou uma redução de 44% no gasto com energia, propiciando uma economia de 61% na conta de energia das famílias beneficiadas, conforme figura 19.



Figura 19: Comparativo das despesas com energia do Projeto Contagem.
Fonte: CAIXA (2010).

4.4 Lâmpadas de Light Emitting Diode (LED)

Reduzir o consumo de energia elétrica mediante o uso de lâmpadas eficientes é um excelente propósito. Existem lâmpadas de baixos consumo e potência adequados a

todos os ambientes da unidade habitacional, principalmente nos empreendimentos de habitação de interesse social.

O Memorial descritivo deve especificar o tipo de lâmpadas com selo do PROCEL ou etiqueta Nível de Eficiência A do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

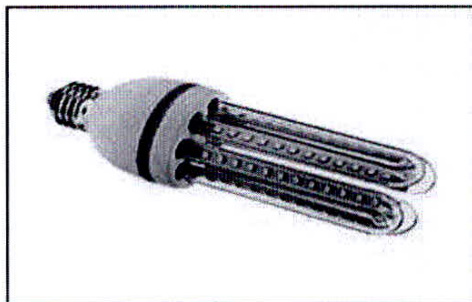


Figura 20: Lâmpada de LED
Fonte: OLX (2015)

De acordo com a comparação feita pela LEDOBRASIL (2015) em seu site, as desvantagens das lâmpadas de LED, figura 20, em relação às fluorescentes são que o seu ângulo de abertura é menor e seu custo mais elevado, chegando a ser até dez vezes maior, mas isso se paga com a economia no custo da energia e na sua vida útil que varia de 25.000h a 50.000h, enquanto que a fluorescente dura de 8.000h a 15.000h, além de

Por fim, o fato do LED possuir, na maioria das lâmpadas um ângulo de abertura menor também pode ser convertido em uma vantagem, já que algumas aplicações exigem iluminação direcionável, cuja melhor tecnologia atualmente é o LED.

Depois desse comparativo, você já tem argumentos suficientes para definir qual é a tecnologia mais apropriada para seu projeto, ou sua residência.

4.5 Iluminação e ventilação naturais

Segundo ASSIS (2008), a importância da iluminação e ventilação promove o conforto térmico do ambiente durante o dia sem necessidade de luz artificial suplementar. Devido ao clima quente da cidade, a ventilação é a principal estratégia bioclimática para o conforto térmico. Foi previsto um mínimo de 8 renovações de volume de ar por hora nos ambientes, dimensionando as aberturas através de simulação de ventilação cruzada por ação de ventos no *software* AIOLOS®. Considerando o vento local com direção predominante sudeste,

foram projetadas aberturas nas fachadas opostas norte e sul para promover a ventilação cruzada, além da abertura superior ao longo do desnível entre as águas da cobertura, para a exaustão do ar quente. As figuras 14 e 15 mostram as condições previstas de orientação solar e de ventilação das moradias.

Um dos fatores que influenciam no conforto ambiental é a posição em que a casa foi construída em relação ao movimento do sol. De maneira geral, para quem vive no hemisfério sul, a face norte é a que recebe a maior parte da insolação diária, a face leste recebe o sol da manhã, a oeste recebe o sol da tarde e a face sul é a que pega menos sol.

As imagens das figuras 21 e 22 nos ajudam a ver qual é o caminho que o sol faz ao longo do dia e também as diferenças entre o inverno e o verão.

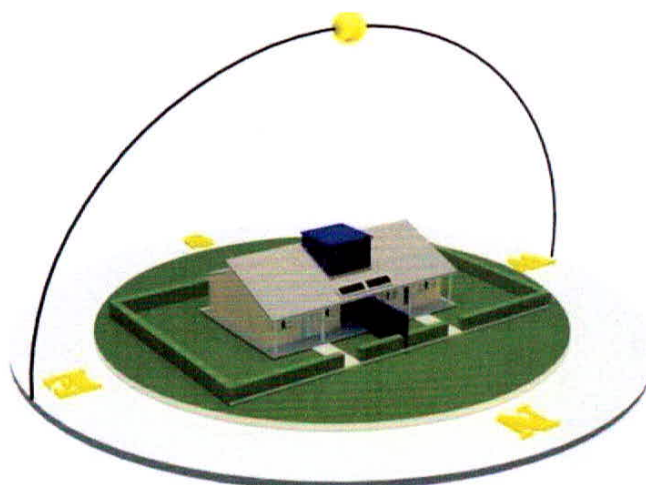


Figura 21: Modelo de implantação.
Fonte: ASSIS (2008)

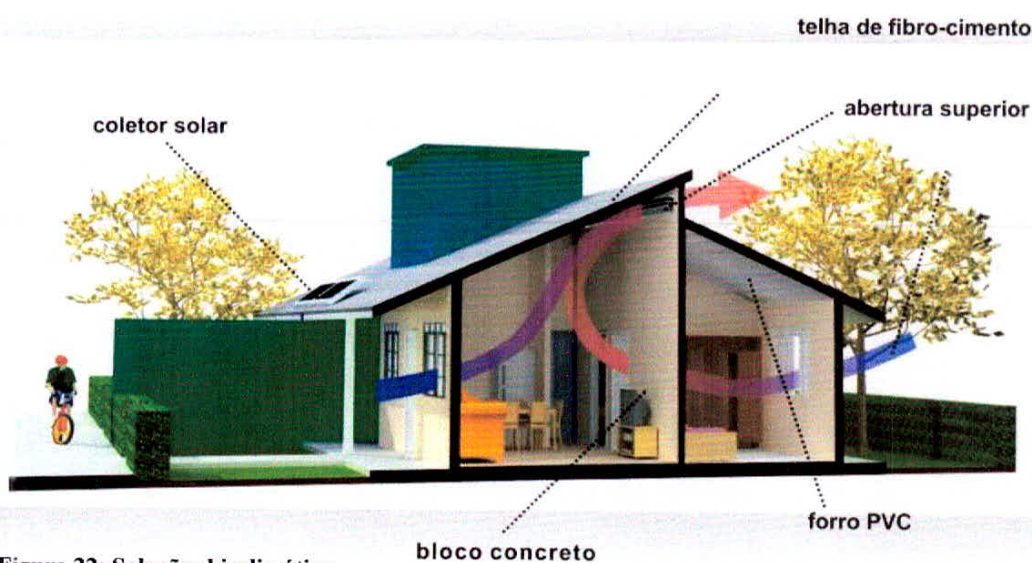


Figura 22: Soluções bioclimática.
Fonte: *idem acima*

Como o arquiteto LARA (2015) explicou no site 44arquitetura.com.br, “o projeto arquitetônico tem que se adaptar, dentro do possível, para tirar vantagem das posições mais privilegiadas em relação ao sol. Portanto o sol vai ajudar a definir a disposição dos ambientes da casa, das aberturas, dos elementos de proteção solar (brises, marquises, toldos...) e talvez também da posição das placas solares.”

Para aproveitar o sol da manhã, é bom que os quartos estejam posicionados na face leste. Já para a orientação oeste devem ser direcionados os cômodos de pequena e média permanência, tais como as áreas de serviço, depósitos e garagem. A orientação sul é a mais problemática, pois no inverno não recebe sol e no verão recebe apenas nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde. A explicação está representada na figura 23.

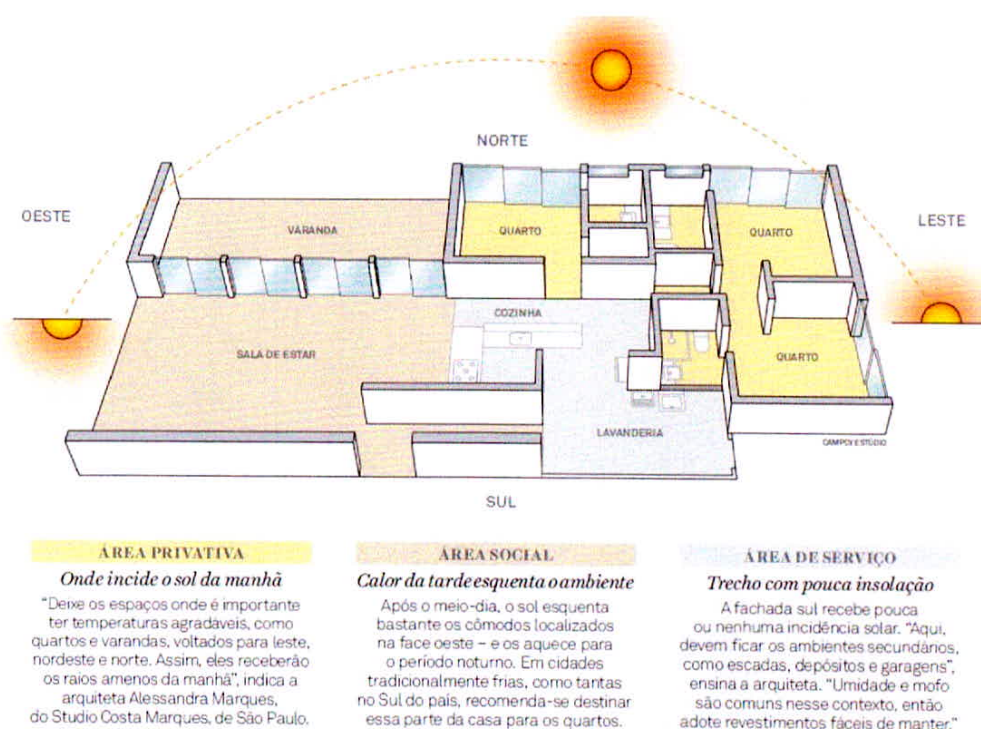


Figura 23: Modelo de implantação em projeto.

Fonte: <<http://44arquitetura.com.br/2014/04/orientacao-solar-e-o-projeto-arquitetonico/>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

Em resumo:

Norte – sol o dia inteiro entrando na janela

Sul – quase nada de sol

Leste – sol de manhã

Oeste – sol de tarde

4.6 Equipamentos eficientes

Alguns equipamentos apresentam economia de água, conforme a Tabela 3:

Tabela 3: Equipamentos economizadores de água

EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA EMPREGADOS	
Equipamentos	Descrição
Vaso Sanitário	O vaso sanitário é do tipo com caixa acoplada, com descarga externa de ciclo dual (6,0 e 3,0 litros, nominal).
Torneira para Jardim	Com acabamento cromado, acompanhada da devida sinalização (aviso: água não potável) e trava de segurança, linha econômica.
Registro de gaveta e Registro de Pressão	Os registros de gaveta e pressão são de linha econômica, com acabamento cromado.
Torneira para Lavatório	A torneira para lavatório é de linha econômica, com acabamento cromado, com misturador monocomando de pastilha cerâmica e arejador.
Torneira para Pia de Cozinha	Linha econômica, com acabamento cromado, com misturador de pastilha cerâmica, monocomando e arejador.
Torneira para tanque	Linha econômica, com arejador.
Ducha Manual	Linha econômica, com acabamento cromado, com regulador de vazão e arejador.
Chuveiro	Eletrônico com misturador termostático de pastilha cerâmica. Observação: Na Casa Eficiente é empregado aquecimento solar de água, sendo realizados, também, experimentos com uso do chuveiro elétrico.

Fonte: Casa eficiente (2004)

Em relação ao uso de equipamentos energeticamente mais eficientes, é incentivado o emprego daqueles que possuam uma excelente classificação dentro do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, do INMETRO, tanto em relação ao consumo de eletricidade quanto ao de gás.

O PBE classifica os equipamentos de A (mais eficiente) até E (menos eficiente). Tanto o PROCEL quanto o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural (CONPET) premiam anualmente os melhores produtos do mercado com o selo de eficiência. Este selo é dado aos produtos mais eficientes do mercado.

Importantes economias de energia podem ser obtidas com o uso de eletrodomésticos mais eficientes, conforme evidencia a figura 24.



Figura 24: Economia média de energia obtida com eletrodomésticos com selo PROCEL
 Fonte: Cartilha Selo Azul CAIXA (2010).

4.7 Sensores de presença

Já está à venda os sensores de movimento para desligar e ligar as lâmpadas quando não há pessoas em movimento no ambiente. Apesar do alto preço, aos poucos eles se tornam mais acessíveis porque já existem modelos com bocal como o de lâmpadas, não precisando de fixação específica. O funcionamento dela é simples, é só você colocar a lâmpada no bocal de qualquer lâmpada e quando não houver ninguém em movimento no ambiente ela apagará sozinha.

Com essa lâmpada com sensor embutido apresentada na figura 25, é possível economizar na despesa com energia elétrica e ainda poupar um bocado de CO₂ que é gerado com todo o consumo de energia que é desperdiçada sem qualquer utilidade.



Figura 25: Sensor de presença.

Fonte: Recuperação de <<https://www.walmart.com.br/sensor-de-presenca-e-iluminacao-fotocelula-para-lampada-soquete-key-west/3523207/pr>>. Acesso em: 14 out. 2015.

5 REFERÊNCIAS PROJETUAIS

É importante também selecionar referências projetuais que efetivamente contribuam para o desenvolvimento do TCC. Para desenvolver o projeto de uma residência é necessário ter estudado diversos projetos habitacionais; para desenvolver o projeto de uma escola é necessário ter estudado diversos projetos de edifícios e ambientes escolares, etc.

As referências projetuais podem ser organizadas e apresentadas de forma livre, enfatizando os aspectos e os elementos dessas referências que efetivamente vão auxiliar no desenvolvimento do TCC.

Ao selecionar e apresentar as referências projetuais deve-se, por exemplo, explicar as razões que levaram à escolha das referências ora apresentadas, o que implica explicar sua relevância para a Arquitetura e para o Urbanismo de um modo geral e sua relevância para o TCC propriamente dito.

Entre os elementos usados para apresentar e explicar uma referência projetual destacam-se: ficha técnica da obra, informações gerais a respeito do autor, conceitos, diretrizes e outras informações que auxiliem na contextualização e explicação do partido adotado, peças gráficas representativas e analíticas.

Em geral, estes elementos são semelhantes aos que encontramos em revistas de Arquitetura e Urbanismo, com a diferença de que no TCC a pesquisa de referências projetuais tem como principal objetivo auxiliar o estudante no desenvolvimento de seu próprio projeto.

Como referência, foram escolhidas residências unifamiliares premiadas mundialmente e com ênfase em sustentabilidade.

5.1 Estudo de caso 1: Casa de baixo custo e de baixa energia (*Low Cost, Low Energy House for New Orleans / sustainable.TO*)

DesignByMany é uma comunidade de design que lança desafios a serem propostos. O arquiteto ou design posta seu projeto e todos podem fazer comentários e sugestões, além de facilitar a interatividade entre os profissionais.

De acordo com FURUTO (2011), este projeto analisado venceu em 2011 e tem uma proposta simples que pode ser adaptada para uma residência popular. O desafio era projetar uma residência unifamiliar sustentável com construção com custo acessível, durabilidade, acessibilidade, conforto térmico e o mínimo de impacto possível no entorno. Está ilustrado a partir da figura 26 até a figura 38.

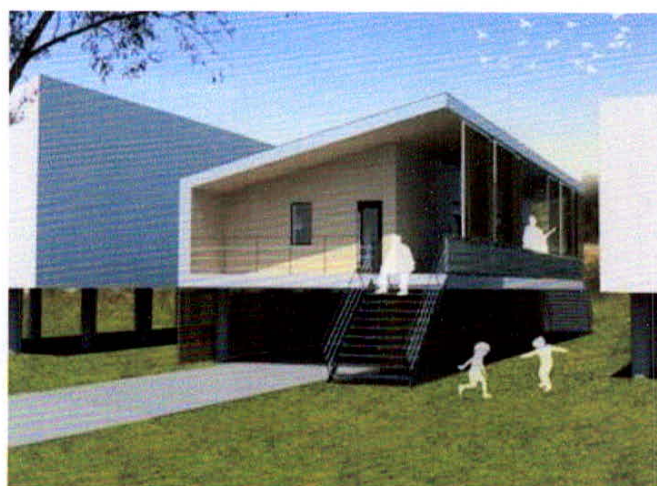


Figura 26: Fachada projeto referencial 1

Fonte: Recuperação de <http://www.archdaily.com/136242/low-cost-low-energy-house-for-new-orleans-sustainable-to>. Acesso em: 14 out. 2015.

A tipologia usada é “espingarda vernacular”, ou seja, emprega materiais e recursos do próprio ambiente em que a edificação é construída. Desse modo, ela apresenta caráter local ou regional e seus cômodos ficam um ao lado do outro sem corredores internos.



Figura 27: Corredor do projeto referencial 1
Fonte: *idem*.

Normalmente, casas espingardas são feitas com estrutura e revestimentos de madeira, com tetos altos e sem corredor que permita uma ventilação cruzada e conforto térmico em cada cômodo. Eles trabalharam com variações deste estilo. Uma “casa *camelback shotgun*” possui um segundo pavimento somente na parte de trás da residência. Geralmente ela possui uma varanda externa em 3 lados e uma “casa espingarda de cano duplo” significa casas espingarda lado a lado, tipo geminadas.

Segundo os projetistas da *Sustainable.TO*, este projeto apresenta uma mistura de tudo isto e apresentou um bom design com um modelo fora de moda. Eles trabalhavam em projetos separados e depois pegaram as vantagens de cada um para formar o projeto final apresentado.



Figura 28: Galeria do projeto referencial 1

Fonte: *idem*

Esta residência é espelhada e possui 1 quarto e 1 banheiro em cada lado do espaço cozinha aberta/sala de estar. Esta área aberta facilita a ventilação e iluminação natural da casa. O corredor lateral se abre para o sul em forma de uma varanda em balanço com brises que podem ser abertos favorecendo ar fresco e sombra nos 3 lados da casa, podendo se adaptar às necessidades da família de acordo com cada estação do ano.



Figura 29: Interior da sala do projeto referencial 1

Fonte: *idem*

Segundo os arquitetos, este corredor de circulação percorre a casa sentido eixo leste/oeste, facilitando “a ventilação e iluminação natural, sombreamento e ganho de calor solar”. O beiral do telhado na fachada sul favorece a proteção solar passiva na residência no verão e ganho de calor passivo no inverno. A flexibilidade dos painéis oferece proteção da chuva, do sol e do vento. Caso a casa tivesse que estar no eixo norte/sul, o lado com os brises ficaria no lado oeste, para obter os mesmos benefícios.

Foram usadas técnicas diferentes ao projetar esta Casa Padrão Passivo como o telhado altamente reflexivo, reciclável e ciclo de vida longo; grandes varandas no sul protegem a residência do calor excessivo, diminuindo uso de ventiladores e ar condicionado; aberturas no leste e oeste também são protegidas por beirais; a iluminação pelo lado norte é aumentada por não ter beiral; as janelas dos quartos colocadas em paredes opostas, favorece a ventilação cruzada; o teto alto e inclinado direciona o fluxo de ar quente para sair pelos vãos deixados; os brises deslizantes horizontais laterais no lado sul, protege da chuva e do sol permitindo luz e ventilação além de garantir a privacidade dos moradores; as portas são de madeira e os vidros triplos proporcionam isolamento térmico e acústico; todas as paredes externas com, no mínimo, R-47 (12 cm); o isolamento *Roxul* é produzido com sobras de mineral reciclado vindo da indústria e fornece alta resistência térmica e à umidade, ao mofo e resistente ao fogo.

Existem duas “unidades de recuperação de energia *UltimateAir RecoupAerator* para alternar o ar contaminado pelo ar puro, ventilando e purificando o ar. Colocaram grades nas partes superiores dos armários dos quartos, portas e paredes dos banheiros voltadas para o exterior para evitar o mofo e favorecer a ventilação. Ventiladores de teto reversíveis em toda a casa diminui a necessidade de ar condicionado.

Após o furacão Katrina, as construções precisam estar a 2,13 m do solo, garantindo a segurança em inundações e permitindo a circulação de ar sob a residência. Além disso, instala a garagem, aumenta o espaço de uso social e de lazer com sombra para a família. A área em volta da residência é de piso permeável reduzindo o impacto ambiental.

O piso de concreto ajuda a absorver o calor do sol no inverno e irradiá-lo para o interior da residência. No verão, o concreto deixa o ambiente fresco. É usado aquecimento de água diminuindo o consumo de energia. O uso de materiais mais baratos e duráveis garante retorno financeiro para os donos da morada, além de tornar a casa mais sustentável.

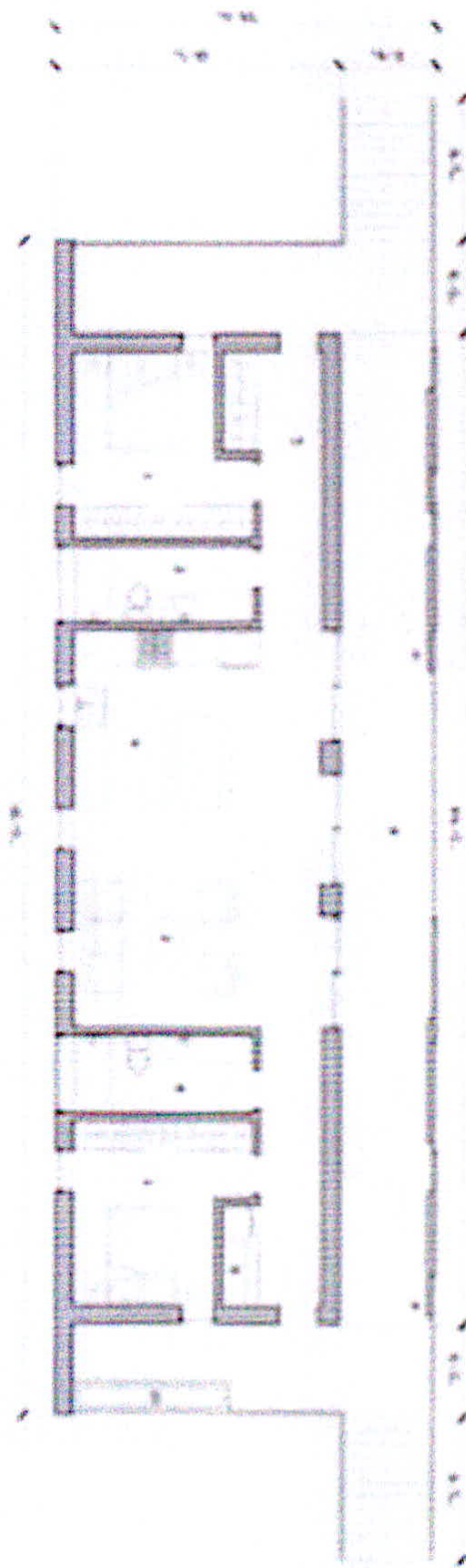


Figura 30: Planta pavimento superior do projeto referencial 1
Fonte: *idem*

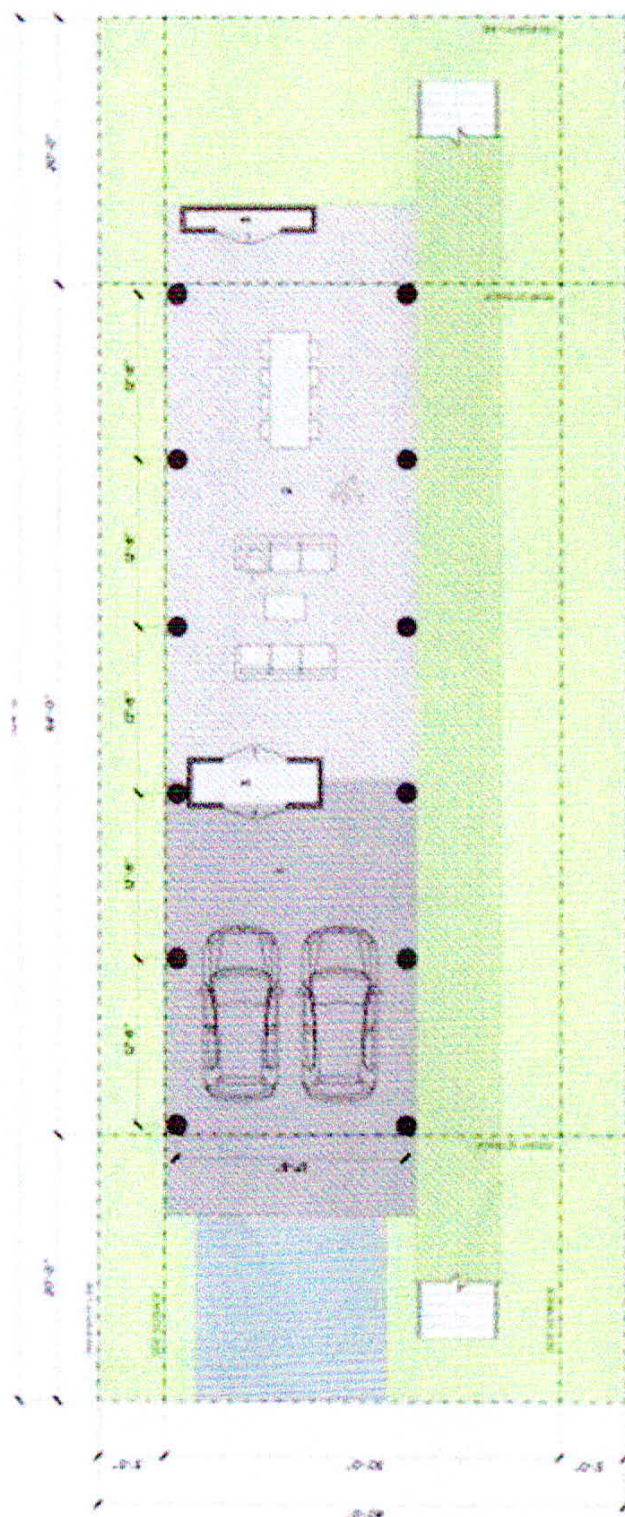


Figura 31: Térreo do projeto referencial 1
Fonte: *idem*

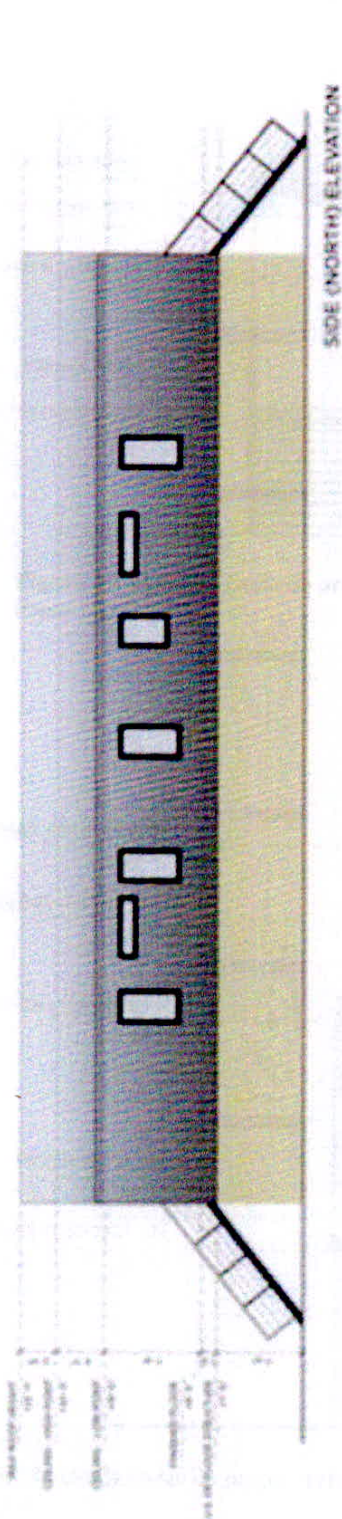


Figura 32: Fachada Norte do projeto referencial 1
 Fonte: *idem*

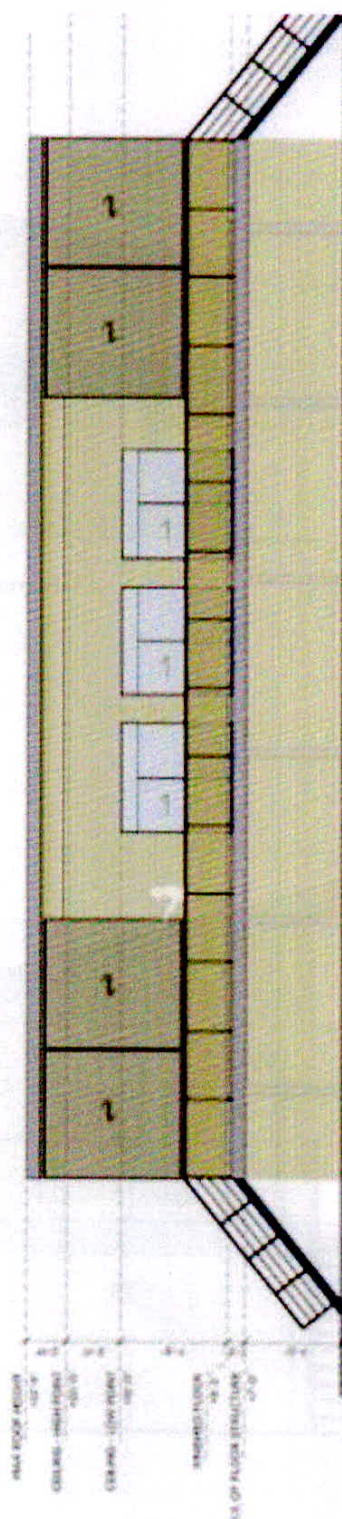


Figura 33: Fachada Sul do projeto referencial 1
 Fonte: *idem*

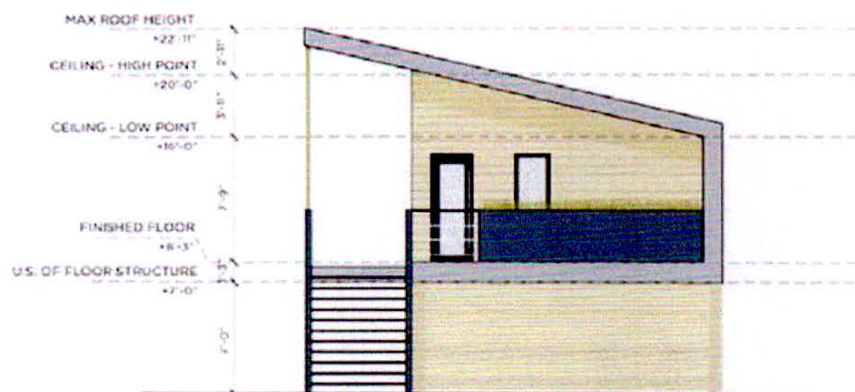


Figura 34: Fachada Leste do projeto referencial 1.
 Fonte: *idem*.

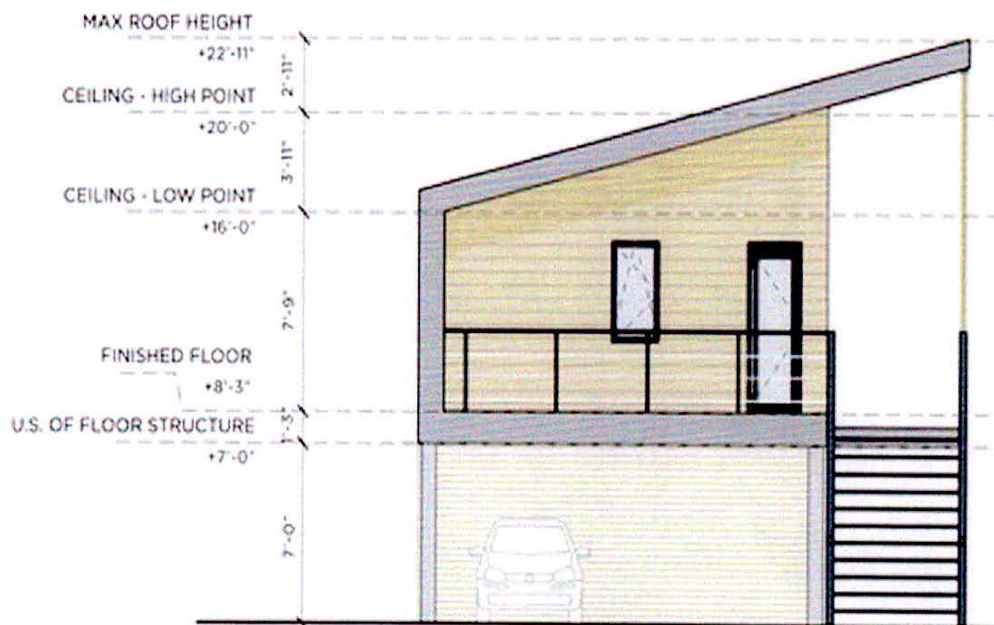


Figura 35: Fachada Oeste do projeto referencial 1.
 Fonte: *idem*.

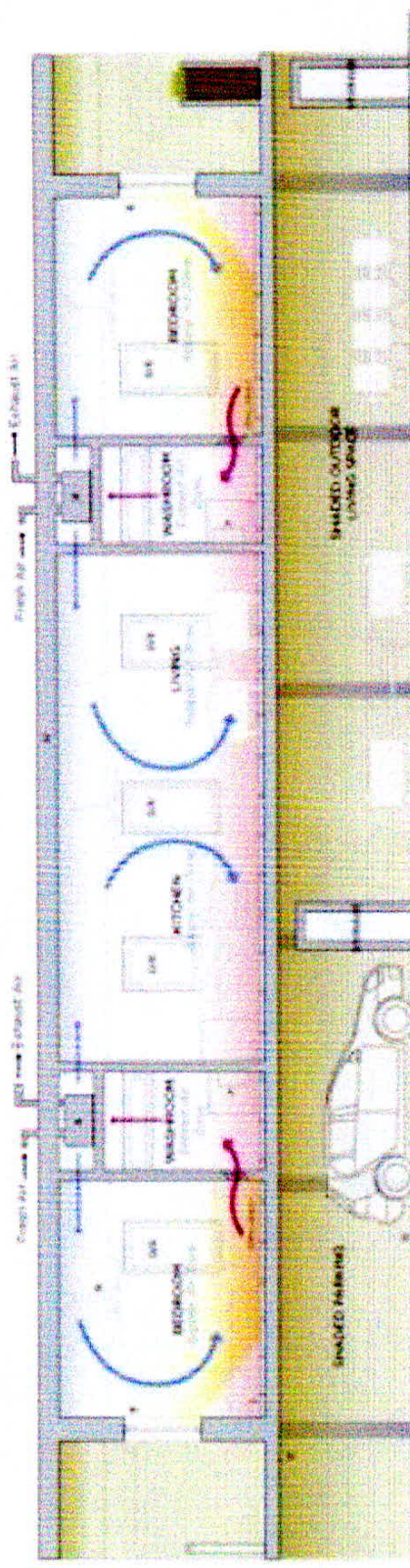


Figura 36: Seção longitudinal do projeto referencial 1.

Fonte: *idem*.

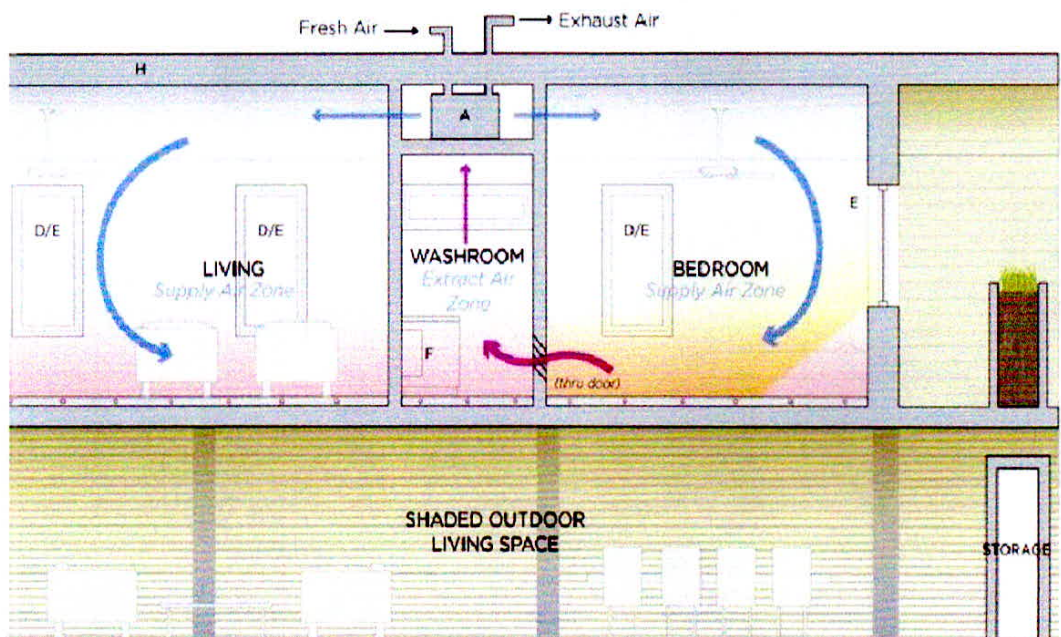


Figura 37: Seção longitudinal 2 do projeto referencial 1.
 Fonte: *idem*.

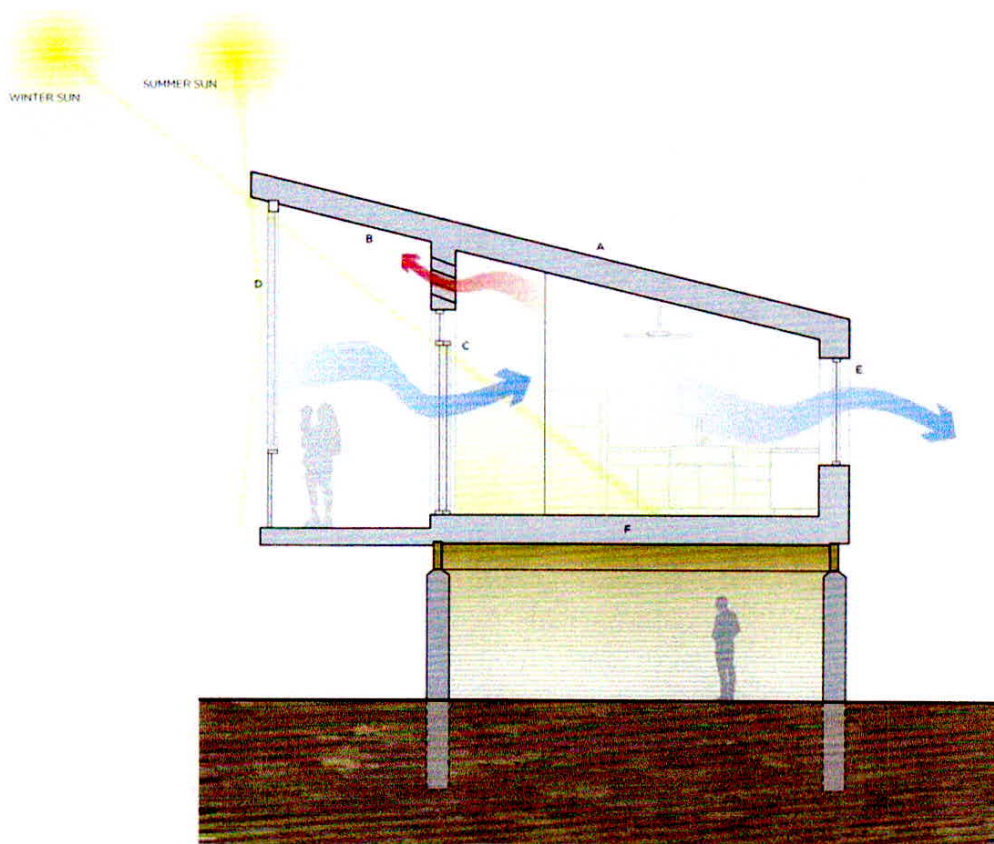


Figura 38: Seção transversal do projeto referencial 1.
 Fonte: *idem*.

Este projeto se adapta muito bem ao clima brasileiro e pode ser construído perfeitamente em nossa região. Além da flexibilidade de fazê-lo com apenas 1 pavimento. Percebi que não houve preocupação com captação de águas pluviais, coleta seletiva de lixo com aproveitamento para compostagem para fazer uma horta. O que deve ser lembrado é que a relação em posição ao sol é diferente devido à localização da casa ser em outro país.

5.2 Estudo de caso 2: Casa Illawarra Flame

Segundo ROSENFELD (2013), a Equipe UOW, da Universidade de Wollongong na Austrália, participou do *Solar Decathlon* da China em 2013 e ficou em primeiro lugar com o *retrofit* da casa *Illawarra Flame*, sendo o primeiro retrofit a participar de toda a biografia da competição, concorrendo com 22 equipes de 35 universidades.

A meta era modernizar uma residência existente dando-lhe elegância, acessibilidade e sustentabilidade servindo de motivação para que outros profissionais usassem de tecnologia moderna em novas construções e nas tradicionais casas australianas tipo “fibro”.

Este tipo de casa foi construída após a guerra como um padrão, usando o mínimo de materiais possível. A árvore Illawarra serviu de inspiração, pois ela se transforma durante a primavera colorindo seu entorno. As pessoas que atualmente moram nestas casas são pais que seus filhos já saíram de casa e gostariam de reduzir seu tamanho para que possam usá-la por mais tempo possível ao invés de se mudar para outra localidade. Houve preocupação em manter a forma e suas características arquitetônicas para não interferir no entorno e não desperdiçar material com demolição. O que foi modificado foi para melhorar a iluminação e a ventilação natural, favorecendo a ventilação cruzada e melhorando a habitabilidade, conforme relacionados nas figuras de 39 a 42.



Figura 39: Casa Illawarra.

Fonte: Recuperação de <http://www.archdaily.com.br/br/01-137150/uow-australia-vence-o-solardecathlon-china-2013>. Acesso em: 14 out. 2015.

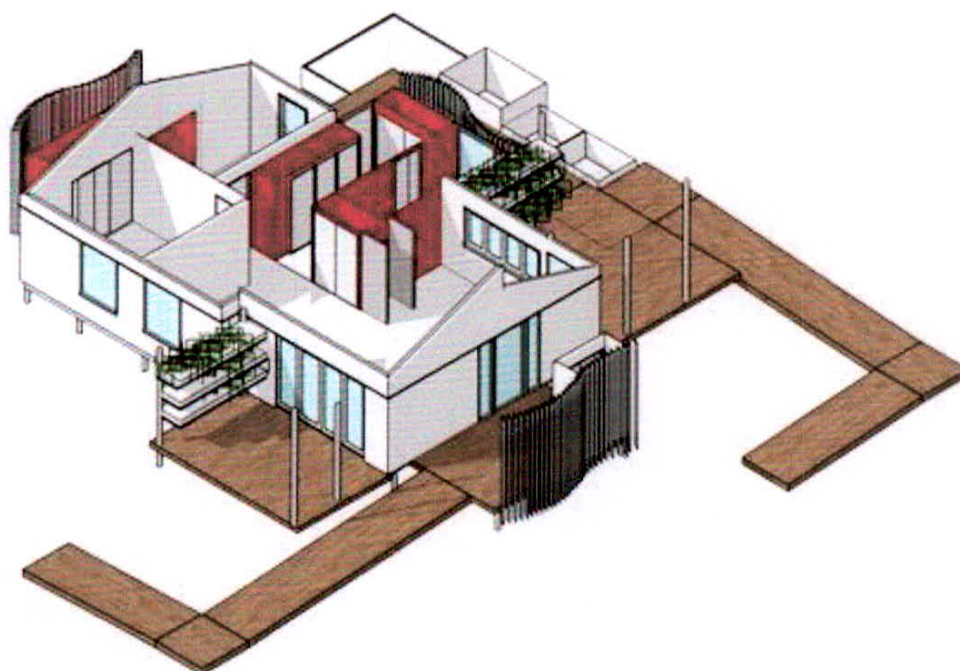


Figura 40: Vista superior 3D do projeto referencial 1.

Fonte: *idem*

As alterações feitas foram remover o terceiro quarto aumentando a sala de estar e jantar; modificaram a estrutura do telhado colocando janelas com grades para permanecerem abertas proporcionando ventilação e iluminação; a área de estar aberta interage o interno e externo; colocação de um deck no norte e sul da casa para serem usados durante todas as estações do ano.

Inspirado por quatro elementos naturais fundamentais - Sol, Água, Vento e da Terra - o projeto da paisagem cria dois quartos exteriores, cada um focado em diferentes usos e finalidades. O *LOUNGE SOLAR* inclui oportunidades de estar no lado sul para aproveitar o sol chinês. O *LOUNGE ÁGUA* é delimitado por um sistema de recolha de águas pluviais, que oferece um display de estética e prática da água e seus usos. O *LOUNGE VENTO* usa plantações para acentuar o movimento de vento na paisagem. O *LOUNGE TERRA* inclui espaço de circulação através de perfis de solo mounded e grandes rochas que exibem força, estabilidade e forma.

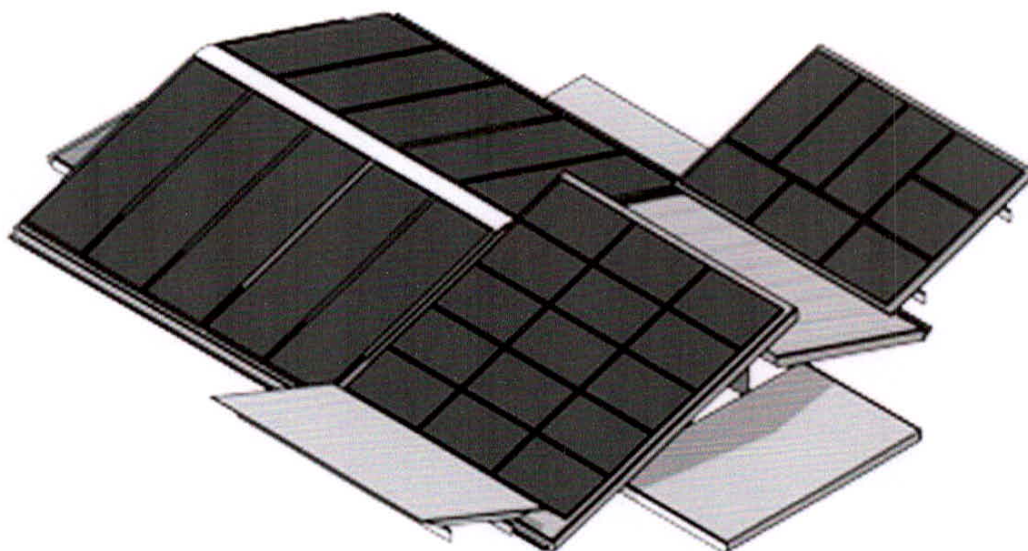


Figura 41: Detalhe do telhado do projeto referencial 1.

Fonte: *idem*



Figura 42: Sala de estar do projeto referencial 1.

Fonte: *idem*

6 PROJETO: PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM RESIDÊNCIA SUSTENTÁVEL

A residência escolhida para a elaboração desse trabalho de conclusão de curso foi feita com muito critério. Está localizada no bairro Alto Pinheiros, conforme os mapas de localização representados nas figuras de 2 a 4 desse trabalho. O princípio primordial é que fosse em um conjunto habitacional popular e que já tivesse alguma característica em sua estrutura que favorecesse o seu conforto térmico.

6.1 Conceito

Sustentabilidade em uma habitação de interesse social.

6.2 Partido

A partir da análise das características de uma residência em relação ao seu aproveitamento dos recursos naturais como água e energia solar, da gestão de resíduos da

edificação, do conforto termoacústico, da eficiência energética, da gestão e economia de água, da qualidade do ar e do ambiente interior elaborar as adaptações possíveis e necessárias para torná-la o mais sustentável possível com um custo dentro dos padrões econômicos da família.

6.3 Situação do espaço de intervenção

Para isso, foi selecionada uma residência que já possui a laje acompanhando a inclinação do telhado o que seria difícil alterar em uma casa com laje horizontal no padrão de construção brasileiro. Nela residem um casal e uma filha adulta solteira. Os outros dois filhos são casados e residem na mesma cidade, não precisando de local extra para hospedagem. Os moradores gostam do bairro onde moram, da iluminação da casa, de ter bastante espaço em volta da casa, mas não têm noção de alterações que poderiam ser feitas para aumentar o conforto térmico e diminuir o consumo de água e energia elétrica. Depois da explicação sobre o assunto, ficaram muito interessados.

Após todo o trabalho de estudo e pesquisa sobre HIS, sustentabilidade e suas tecnologias, as referências projetuais citadas dentre outras analisadas, foi verificado que na residência em questão o vento predominante é o Nordeste e a implantação está em uma posição favorável em relação ao sol pois ele nasce do lado onde estão as janelas dos quartos e se põe no lado da lavanderia e da janela da cozinha.

Foi feito um reconhecimento direto, 48 visitas técnicas, levantamento fotográfico, conforme figuras 43 a 48. Constatou-se que as salas de estar, jantar e cozinha são conjugadas e com pé-direito alto ligadas aos quartos e banheiro por um hall, único espaço com pé-direito baixo pois serve de suporte para a caixa-d'água. A lavanderia e o corredor lateral já possuem uma cobertura que protege da chuva, mas não permite a passagem de claridade.

O terreno possui 200 m² com atual área construída de 48,44 m² acrescida da cobertura da lavanderia com 10,00 m² e uma cobertura no corredor lateral onde funciona um pequeno salão de cabeleireira sem fechamento com 10,29 m² totalizando 68,73 m² de área. Como este salão não apresenta nenhum conforto, a sugestão é que ele seja construído na frente da casa com entrada independente para seus clientes com área de 10,63 m² incluindo um lavabo.



Figura 43: Muro frontal da residência em estudo
Fonte: Arquivo pessoal (2015)



Figura 44: Vista lateral da residência em estudo
Fonte: Google (2015)



Figura 45: Vista frontal da residência em estudo
Fonte: Arquivo pessoal (2015)



Figura 46: Cozinha da residência em estudo
Fonte: Arquivo pessoal (2015)



Figura 47: Lavanderia e quintal da residência em estudo
Fonte: Arquivo pessoal (2015)

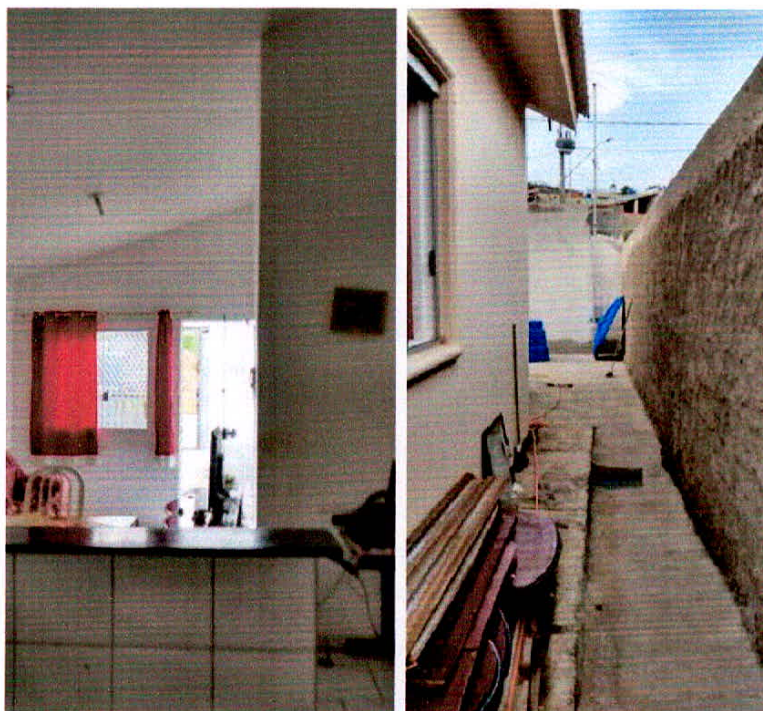


Figura 48: Vista salas jantar e estar e corredor lateral da residência em estudo

Fonte: Arquivo pessoal (2015)

6.4 Adaptações sugeridas no projeto

A sustentabilidade é o foco principal deste projeto tanto para aumentar a economia de gastos com água, energia elétrica e alimentos dos moradores como para melhorar o meio ambiente como um todo. Para isto, algumas mudanças serão sugeridas.

Serão acrescentadas uma varanda na porta de entrada da casa juntamente com um jardim vertical para favorecer o conforto à tarde. Esta varanda se estenderá até a lavanderia, localizada junto à porta da cozinha. Os quartos não necessitam de brise, pois estão voltados para a face Leste.

Uma alternativa para a saída do ar quente é fazer uma janela mais alta na parede dos fundos da cozinha.

Com a escassez de água, uma das alternativas é a captação de águas pluviais. Existem vários sistemas e a sugestão é que seja escolhido o mais econômico, ou seja, que não precise fazer uso de bomba para elevação da água depois de sua captação. Desta maneira, a opção adotada é a captação através de calhas e na descida colocar condutores ligando diretamente em 4 reservatórios de 275 litros com suporte para vasos em sua superfície superior e serve para

uso rápido na limpeza, rega de plantas. Será colocado um separador de folhas que pode ser montado pelo próprio morador. Existem vários modelos no mercado com grande variação de preços. O mais barato são as bombonas com capacidade de 200 litros que tem a vantagem de serem recicladas e com um preço a partir de duzentos reais. Há também outras peças com um design mais elaborado que custam a partir de setecentos reais com capacidade para seiscentos litros até mil e oitocentos reais, conforme figuras 49 a 51.

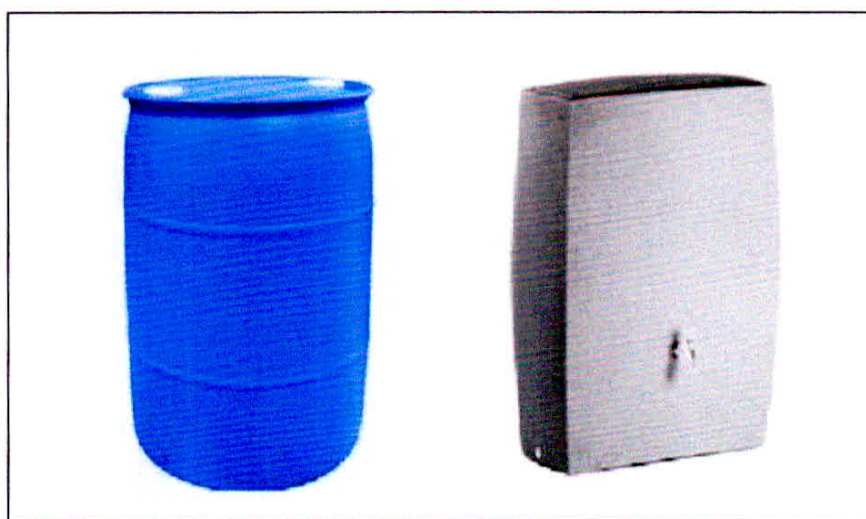


Figura 49: Bombonas de 200 l e reservatório "Noblesse" de 275 l.
Fonte: Recuperado de: <www.água de chuva.com>. Acesso em 15 mai. 2016.



Figura 50: Recuperação águas pluviais
Fonte: Recuperado de< <https://www.youtube.com/watch?v=QVYvR6Q3tLo>>. Acesso em 15 mai. 2016.



Figura 51: Reservatórios água de chuva

Fonte: Recuperado de <http://ecohospedagem.com/como-instalar-um-sistema-para-captar-agua-da-chuva>. Acesso em: 15 mai. 2016.

Nos últimos 40 anos, a precipitação média entre os meses de setembro e dezembro é entre 800 e 1200mm, justificando a captação e aproveitamento dessa água, conforme gráfico da figura 52.

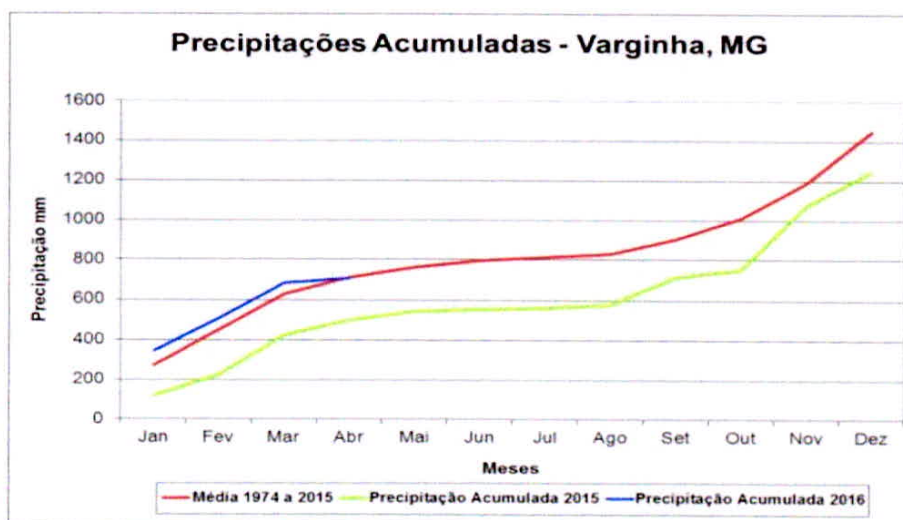


Figura 52: Precipitações acumuladas em Varginha nos últimos 40 anos

Fonte: IBGE (2016)

Todo o telhado da casa será usado para a captação das águas de chuva. As áreas estão assim distribuídas, conforme implantação e tabela com as áreas de captação representadas na figura 53. Seguindo o exemplo de Brenda (VALLE, 1981) para um projeto da casa unifamiliar situada na cidade de Belém, e adequando à residência em Varginha, temos os cálculos para cada condutor de águas pluviais.

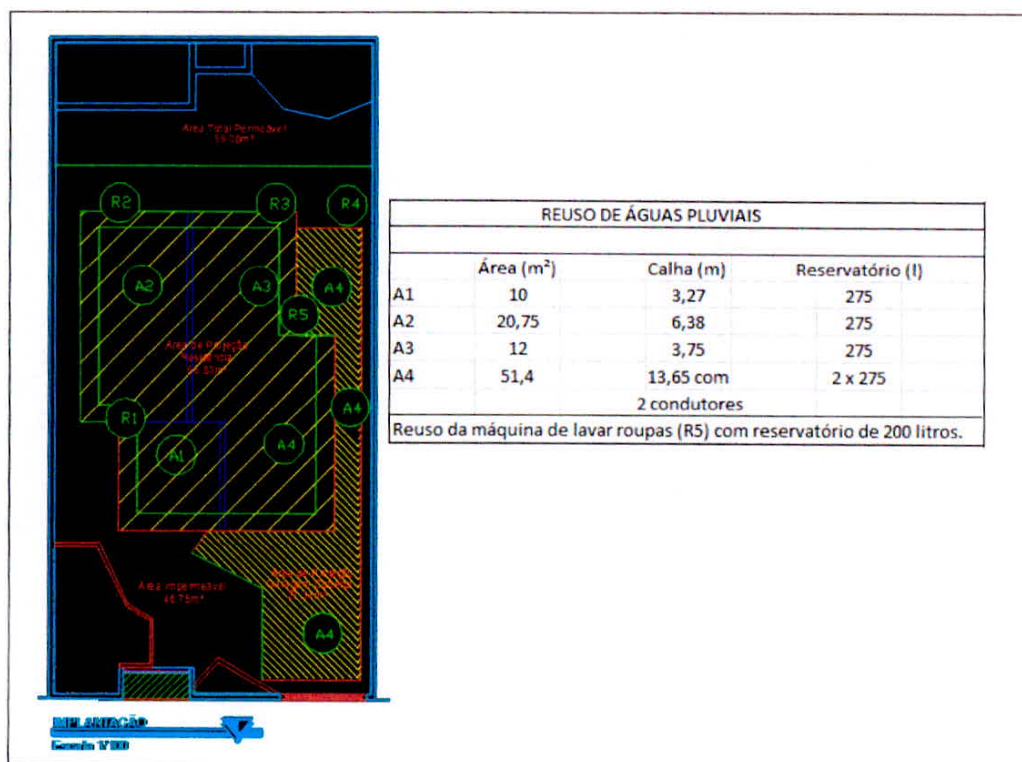


Figura 53: Implantação e tabela com cálculo de reuso das águas pluviais na residência
 Fonte: Arquivo pessoal segundo dados do IBGE.

Também pode ser feito o reuso da água da máquina de lavar roupas tanto para a lavagem de outras roupas como na limpeza do piso. Para isso, lava-se primeiro as roupas claras e reserva a água. Faz o enxague e reserva-se também esta água. O próprio usuário verá se a água tem condição de ser reutilizada na próxima lavagem ou não e o uso da água com amaciante pode ser usada mais uma vez sem dúvida nenhuma, desde que não seja de roupa muito escura.

Na residência já existe uma horta, conforme figura 54, mas pouca parte do terreno possui permeabilidade e isto poderá ser corrigido com gramado e jardins em volta da casa.

Estes ambientes poderão aproveitar os resíduos da cozinha para a formação de adubo orgânico, instalando-se a coleta seletiva de lixo separando orgânicos, papéis, plásticos e embalagens, além de vidros e metais para o seu destino correto.



Figura 54: Horta da residência estudada.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Outra forma de economia, dentro da sustentabilidade é o uso de equipamento que economizem água e energia elétrica. É o caso de torneiras, chuveiro e registros com aeradores, lâmpadas de LED, sensores de presença no lavabo e salão de cabelereiro, varanda da frente da casa, sala, cozinha e lavanderia.

No banheiro, como já existe a caixa de descarga acoplada, pode-se usar outros mecanismos como o reuso da água do lavatório ligado diretamente a esta caixa de uma maneira bem simples, já explicada nas pesquisas deste trabalho. Quando for necessário substituir a caixa acoplada, pode-se optar pelo duplo fluxo. Existe ainda um projeto de captação de água do banho através de um reservatório com furos na parte superior como se fosse um tablado. Após o banho, a água pode ser usada na descarga ou para lavar o piso. Ainda não está à venda no Brasil, mas enquanto isto, muitas pessoas estão colocando baldes ou bacias sob o corpo para captar este excesso de água. No projeto desenvolvido, foi alterada a janela do banheiro para o lado Leste para aproveitar o sol da manhã.

Foi feito um estudo para saber a viabilidade de colocação do aquecedor solar para a água do banho ou se compensa mais o uso de placas fotovoltaicas e ficou comprovado a vantagem das placas fotovoltaicas transformando a energia do sol em energia elétrica que servirá tanto para os chuveiros quanto para os outros equipamentos elétricos da casa.

Uma outra atitude sustentabilidade é pintar o telhado de branco para deixa-lo 90% mais reflexivo enquanto o telhado tradicional reflete apenas 20% da luz solar melhorando o efeito estufa do planeta como um todo. O da residência em estudo já é cinza claro, o que o torna desnecessário.

6.5 Estudo de viabilidade da implantação de aquecedor solar e/ou células fotovoltaicas.

Uma das premissas para a viabilidade da colocação das placas fotovoltaicas é a verificação da inclinação de Varginha, que é de 21°. Para sua viabilidade, a inclinação do telhado deve estar entre 25 e 35°. Como telhado da casa está com 28°, as placas devem ter a inclinação aumentada.

A casa possui um chuveiro e tem uma conta de energia elétrica com consumo de 103 kWh/mês com um custo de R\$ 97,62. Para a instalação do aquecedor solar para uma casa com este consumo e com três moradores, é necessário um boiler de 400 litros e 2 placas de 2x1m com custo de R\$ 4.500,00 mais a parte hidráulica e mão-de-obra, ficando em torno de R\$ 6.000,00.

Levando-se em consideração os dados acima e havendo uma redução de 44% (45 kWh/mês) no consumo de energia elétrica com o gasto com aquecimento da água, o novo valor da conta de energia elétrica seria referente a 58 kWh/mês em um total de R\$ 51,94 incluída a taxa de iluminação pública. Com esta economia mensal de R\$ 40,30 e de acordo com o orçamento de um boiler de 400 litros e 2 placas de 2 x 1 m da Casa Auxiliadora de Varginha, MG, no valor de R\$ 4.500,00 e R\$ 1.500,00 para instalação do sistema, este investimento seria recompensado 12 anos e 5 meses.

Com a crise energética que o mundo está passando foram surgindo novas propostas e uma das alternativas encontradas é o aproveitamento da energia solar para transformá-la em energia elétrica através de placas fotovoltaicas. Mesmo as condições climáticas sendo favoráveis, este sistema no Brasil ainda não é muito utilizado devido ao seu custo elevado, mas aos poucos isto tende a se reverter. Os orçamentos do sistema fotovoltaico se encontram no ANEXO A.

Através da simulação de instalação de 1 placa voltaica de 250 Watts a um custo entre R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00 em conjunto com as de aquecimento solar, constatou-se um custo total de R\$ 9.000,00 a R\$ 10.000,00 demorando de 7 anos e 8 meses a 8 anos e 6 meses para recuperar o investimento.

Como a residência ainda não tem o sistema de aquecimento solar, é possível a instalação de um sistema com 3 placas fotovoltaicas de 250 watts para suprir toda a demanda da casa de 103 kWh/mês. Assim sendo, se o valor for de R\$ 8.000,00 a economia mensal seria de R\$ 97,62 resultando em um retorno no prazo de 6 anos e 10 meses e se ficar no valor do orçamento mais caro de R\$ 9.000,00 este investimento será recuperado em 7 anos e 8 meses,

lembrando que durante todo este tempo e nos próximos 20 anos não terão conta de luz para ser paga. Este é o prazo de validade do sistema.

Resumindo a explicação em forma de tabela 4.

Tabela 4 – Comparação custo placas solares e placas fotovoltaicas

	Consumo (KWh/mês)	Valor (R\$)	Investimento (R\$)	Prazo de retorno (Ano e mês)
Conta atual	103	97,62		
Aquecedor solar – economia de	45	40,30	6.000,00	12a5m
1 placa voltaica 250 watts - economia	58	51,94	3.000,00	4a10m
			4.000,00	6a5m
Total com os 2 sistemas	103	-	9.000,00	7a8m
			10.000,00	8a6m
Sistema único com 3 placas de 250 watts	103	-	8.000,00	6a10m
			9.000,00	7a8m

Fonte: Arquivo pessoal usando dados coletados orçamento da empresa Solar (2015)

A conclusão a que se chega é de que compensa, hoje em dia, instalar apenas o sistema de placas fotovoltaicas para suprir todo o consumo da residência, pois haverá economia, evita-se o desgaste emocional e financeiro com a adequação das instalações hidráulicas, o peso do boiler e das placas sobre o telhado e a melhora estética deixando de se colocar tantas placas sobre a casa.

A planta baixa com a situação atual e as modificações necessárias se encontram nas pranchas dos apêndices.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns itens de sustentabilidade já estão sendo usados em conjuntos habitacionais em Varginha e em todo o Brasil como o aquecedor solar para água do chuveiro, mas há muito ainda a ser feito. Um dos motivos da escolha dessa casa como estudo foi a laje ser inclinada e com o telhado acompanhando essa inclinação, tornando o pé-direito bem mais confortável.

Nesta residência, de modo específico, muito itens poderão ser implantados e o mais importante é disseminar os conceitos de sustentabilidade entre arquitetos, equipes da construção civil e nas comunidades que mais precisam de economia.

O que antes parecia tão distante, como as placas fotovoltaicas, hoje já são realidade e a cada dia mais acessíveis. De acordo com este estudo, é mais viável a implantação das placas voltaicas pois consegue eliminar o custo quase que total de energia elétrica que somente o uso do aquecedor solar, pois as primeiras águas do banho não são aproveitadas porque saem frias, gerando mais desperdício ainda de água. Os orçamentos estão no anexo A.

O ideal seria que já se tornassem comuns a implantação dos sistemas de reaproveitamento de águas pluviais já na fase de construção como uma forma de educar ecologicamente a população, levando-se sempre em conta o índice pluviométrico da região.

Ainda é cedo para se afirmar se é viável financeiramente unir a residência popular à sustentabilidade, mas quanto mais itens forem acrescentados, melhor para o meio ambiente, principalmente ao uso da água no consumo humano e das hidrelétricas. Estas simples colocações já demonstram a possibilidade de viabilidade econômica, mas para isto sempre é necessário muito planejamento.

O objetivo de resguardar e conservar o meio ambiente através da economia de água e energia elétrica foram atendidos neste projeto de adaptação de uma residência popular em uma casa sustentável e ao mesmo tempo, deixa-la uma casa bonita, além de funcional e com conforto térmico.

Uma das possibilidades de solução é a sua popularização, principalmente com incentivo do governo para as camadas sociais mais necessitadas além do avanço nas pesquisas de tecnologias mais acessíveis, como o uso de lâmpadas de LED, sensores de presença e aeradores nas torneiras e chuveiros.

As plantas, fachadas e cortes estão nos apêndices.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Danilo. **Aproveitamento da água de chuva**. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/daniloabranches/aproveitamento-da-agua-da-chuva/>>. Acesso em: 6 out. 2015.

ACQUANOVA. **Sistema para reuso de águas cinzas**. Belo Horizonte, MG. 2015. Disponível em: < <http://www.acquanova.com.br/produtos/sistema-para-reuso-de-aguas-cinzas/>>. Acesso em: 6 out. 2015.

AGUAWELL. **Produtos aguawell**. Disponível em: <<http://aguawell.com.br/?product=aguawell>>. Acesso em: 14 out. 2015.

ARCHDAILY. **Baixo custo, baixa Casa Energia para o New Orleans / sustainable.TO**. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/136242/low-cost-low-energy-house-for-new-orleans-sustainable-to>>. Acesso em: 14 out. 2015.

ASSIS, Eleonora Sad et al. **Princípios de sustentabilidade aplicados em Projeto habitacional de interesse social**. Belo Horizonte, MG. 2008. Disponível em: < <http://www.aresarquitectura.com.br/downloads/SETHAB2008.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2015.

BIORETRO. **Reaproveitamento de água com uma pia eco inteligente**. Disponível em: <<http://bioretro.eco.br/reaproveitando-agua-com-uma-pia-eco-inteligente/>>. Acesso em: 14 out. 2015.

BRASIL. **Especificações de Desempenho nos Empreendimentos de HIS Baseadas na ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais**. Brasília. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/catalogo/src/paginas/documentosSistemasConvencionais.php>>. Acesso em: 10 out.2015.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. **Direito à moradia adequada**. 2013. – Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013. 76 p., il. Disponível em: <<http://www.sdh.gov.br/assuntos/bibliotecavirtual/promocao-e-defesa/publicacoes-2013/pdfs/direito-a-moradia-adequada>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CAIXA. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo. Páginas & Letras - Editora e Gráfica. 2010. Disponível em: < http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

CAIXA. **Condomínio popular vira micro usina solar no sertão baiano**. 2014. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=1450>>. Acesso em: 6 out. 2015.

CAIXA. **Programa PAR**. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/programas_habitacao/par/index.asp>. Acesso em 15 out. 2015.

CASTILHO, Marília M.; GHOUBAR, Khaled. 2011. **Redesenho do projeto como crítica ao modelo atual de habitação popular**. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/disciplinas/tfg/tfg_online/tr/111/a045.html>. Acesso em: 6 out. 2015.

CIDADES, Ministério das. 2013. **Propostas de prioridades para o ministério das cidades**. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/5conferencia/imagens/arquivos/propostas-prioridades-MCID.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CUNHA, Egláisa M. P. *et al.* **Experiências em habitação de interesse social no Brasil**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, Brasília, 2007.

DICAS VERDES. **Como reutilizar água da pia do banheiro no vaso sanitário**. Disponível em: <<http://www.dicasverdes.com/2013/03/como-reutilizar-agua-da-pia-do-banheiro-no-vaso-sanitario/>>. Acesso em: 14 out. 2015.

ELETROSUL. **Casa eficiente**. Santa Catarina, 2015. Disponível em: <<http://www.lcpconstrucoes.com.br/sustentabilidade.html>>. Acesso em: 6 out. 2015.

FERRARI, Rosana. **Um incentivo à diversidade**. Cartilha Sustentabilidade e Inovação na Habitação popular. 2010. São Paulo, SP. Disponível em: <http://www.iabsp.org.br/sustentabilidade_inovacao_na_habitacao_popular.pdf>. Acesso em: 06 out. 2015.

FRONT, Brasil. **Mapas do Brasil político, regiões, clima, vegetações e biomas**. Disponível em: <[de http://brasilfront.xpg.uol.com.br/mapas-do-brasil-politico-regioes-clima-vegetacoes-e-biomas](http://brasilfront.xpg.uol.com.br/mapas-do-brasil-politico-regioes-clima-vegetacoes-e-biomas)>. Acesso em: 16 out. 2015.

FURUTO, Alison. **"Low Cost, Low Energy House for New Orleans / sustainable.TO"**. New Orleans, LA. 2011. ArchDaily. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/136242/low-cost-low-energy-house-for-new-orleans-sustainable-to>>. Acesso em: 6 nov. 2015.

GUIA DA OBRA. **Reaproveitamento da água da máquina de lavar roupas**. Disponível em: <<http://www.guiadaobra.net/forum/viewtopic.php?t=2586>>. Acesso em: 26 out. 2015.

HOSEY, Lance. **Por que arquitetos devem assumir o papel de líderes nas questões de sustentabilidade**. [Why Architects Must Lead on Sustainable Design]. 2015. ArchDaily Brasil. (Trad. Fernanda Britto). Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/108429/porque-os-arquitetos-devem-assumir-um-papel-importante-no-design-sustentavel>>. Acesso em: 8 out. 2015.

HYPENESS. **Sistema reaproveita até 955 da água que seria desperdiçada no banho**. 2015. Disponível em: <<http://www.hypeness.com.br/2015/02/sistema-simples-reaproveita-ate-95-da-agua-que-seria-desperdicada-no-banho>>. Acesso em: 04 out. 2015

IBGE. Biblioteca. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em 18 abr. 2016.

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. Disponível em: <www.idhea.com.br idhea@idhea.com.br>. Acesso em 15 mar. 2016.

LAMY, Nova. **Portifólio**. Disponível em: <[http://novalammy.com.br/ portfolio-item/brises](http://novalammy.com.br/portfolio-item/brises)>. Acesso em: 04 nov. 2015.

LCP CONSTRUÇÕES. **Sustentabilidade**. 2015. Disponível em: <<http://www.lcpconstrucoes.com.br/sustentabilidade.html>>. Acesso em: 12 out. 2015.

LEDO. **Fluorescente ou LED? Qual escolher?** 2015. Disponível em: <<http://www.ledobrasil.com.br/fluorescente-ou-led-qual-escolher>>. Acesso em: 12 out. 2015.

LENGEN, Johan Van. **Manual do arquiteto descalço**. São Paulo, Empório do Livro, 2008. Disponível em: <http://copyfight.noblogs.org/gallery/5220/manual_arquiteto_descalco_pt_1.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

NEO SOLAR ENERGIA. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. 2015. Disponível em: <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 4 out. 2015.

NOBLESSE , Água de chuva. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/113-2-Noblesse.html>>. Acesso em: 15 out. 2015

OLX. **Lâmpadas de LED**. Disponível em: <<http://rj.olx.com.br/rio-de-janeiro-e-regiao/eletrodomesticos/lampada-de-led-residencial-16w-e27-economico-fria-amarela-78724111>>. Acesso em: 4 out. 2015.

ONU. **Em Dia do Meio Ambiente, ONU convida os 7 bilhões de habitantes do planeta a mudar hábitos de consumo**. 2015. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/em-dia-do-meio-ambiente-onu-convida-os-7-bilhoes-de-habitantes-do-planeta-a-mudar-habitos-de-consumo/>>. Acesso em: 14 out. 2015.

PORTAL SOLAR. **Escolhendo o Painel Fotovoltaico**. 2015. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/escolhendo-o-painel-fotovoltaico--10-coisas-para-saber.html>>. Acesso em: 14 out. 2015.

PRINTES, Lourdes. **Saiba mais sobre captação de energia solar residencial**. 2015. Disponível em: <<http://revista.zapimoveis.com.br/usar-energia-solar-em-casa-vale-a-pena/>>. Acesso em: 12 out. 2015.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2004**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/introducao.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015

RELATÓRIO BRUNDTLAND. 10 anos da Conferência de Estocolmo 1987. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-em-Portugues#scribd>>. Acesso em: 12 out. 2015

ROSENFELD, Karissa. **"UOW Austrália Vence o Solar Decathlon China 2013"** [UOW Australia Wins the 2013 Solar Decathlon China]. 2013. ArchDaily Brasil. (Trad. Eduardo Souza). Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/137150/uow-australia-vence-o-solar-decathlon-china-2013>>. Acesso em: 6 set. 2015.

SILVA, Gleiciane T. *et al.* **Inovação da Habitação Popular**: uma parceria econômica e social. In: XV Encontro de Ciências Sociais do Norte e Nordeste e Pre-Alas Brasil. 2012. Teresina / PI. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues#scribd>>. Acesso em: 12 out. 2015.

SUSTENTÁVEL, Sempre. **Separador de água de chuva**. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva.htm>>. Acesso em: 14 out. 2015.

TOOLS, Blog torch. **Como fazer filtro para cisterna**. Disponível em: <<http://www.blogtorchtools.com.br/como-fazer-filtro-para-cisterna>>. Acesso em: 14 out. 2015.

UNIS. **Manual de normalização**: trabalhos acadêmicos. Centro Universitário do Sul de Minas UNIS MG. - 5. ed. - Varginha UNIS, 2012.

VALLE, Brenda e Robert. **La Casa Autossuficiente**. Capítulo 9: Recogidadel água de lluvia. (1 ed.) Espanha: H. BlumeEdiciones. 1981.

VARGINHA, Secretaria Municipal Planejamento. **Mapa de Varginha**. Disponível em: <<http://www.Varginha.mg.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2015.

ANEXO A – Orçamento placa solar

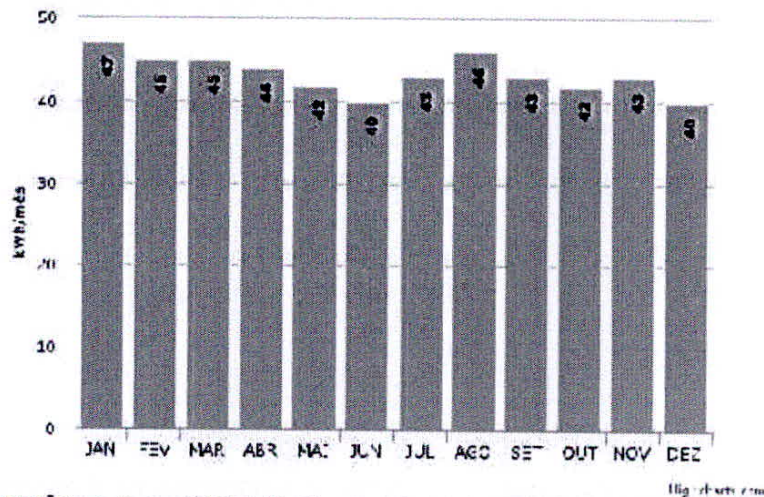
solar

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para produzir 100% da sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de: 0,33 KWp. O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia de R\$ 2.959,85 até R\$ 3.946,47.

Capacidade (Potência instalada):	0,33 KWp
Produção Anual de energia:	528 KWh / ano
Área mínima ocupada pelo sistema fotovoltaico:	2 m ² (aprox.)
Peso médio por metro quadrado:	13kg/m ² (aprox.)
Quantidade de placas fotovoltaicas:	1 placas de 250 Watts

Geração mensal de energia (em kWh)



ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.



FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para produzir 100% da sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de: 0,79 KWp. O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia de R\$ 7.130,56 até R\$ 9.507,41.

Capacidade (Potência instalada):

0,79 KWp

Produção Anual de energia:

1272 KWh / ano

Área mínima ocupada pelo sistema fotovoltaico:

5 m² (aprox.)

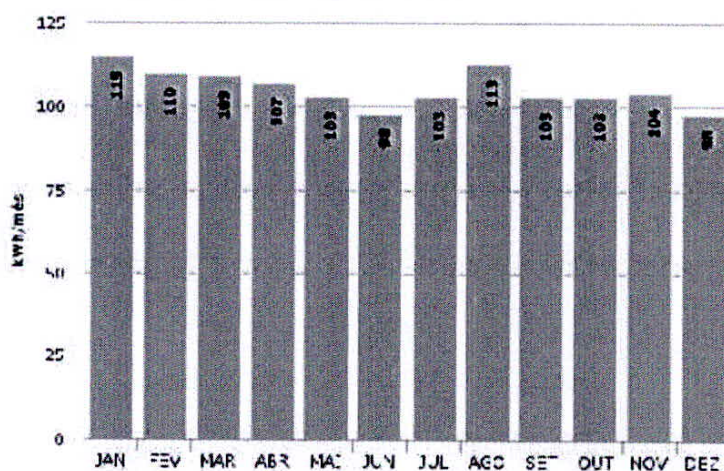
Peso médio por metro quadrado:

13kg/m² (aprox.)

Quantidade de placas fotovoltaicas:

3 placas de 250 Watts

Geração mensal de energia (em kWh)



Hig - 01-01-2011

ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

APÊNDICE A – Pranchas com plantas e cortes

Três pranchas A1 com plantas, cortes, situação, implantação e adaptações feitas no projeto.