



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS**  
**GESTÃO DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**  
**CAREN BUENO DOMINGUETI**

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: projeto de habitação unifamiliar sustentável em**  
**Varginha-MG**

**Varginha**  
**Agosto / 2016**

**FEPESMA**

N. CLASS. ....  
CUTTER D671a  
ANO/EDIÇÃO 2016

**CAREN BUENO DOMINGUETI**

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: projeto de habitação unifamiliar sustentável em  
Varginha-MG**

Trabalho apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob orientação do Prof. Christian Deni Rocha e Silva.

**Varginha  
Agosto / 2016**

**FFDFCSMTG**

**CAREN BUENO DOMINGUETI**

**ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: projeto de habitação unifamiliar sustentável  
em Varginha-MG**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros: Prof. M. Sc. Christian Deni Rocha e Silva, Profª. M. Sc. Daniella Coli Chagas e Prof. Esp. Wesley da Silva Medeiros.

Aprovada em 06/07/2016



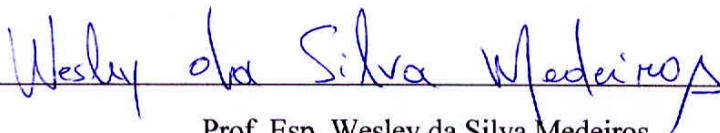
---

Prof. M. Sc. Christian Deni Rocha e Silva (Orientador)



---

Profª. M. Sc. Daniella Coli Chagas



---

Prof. Esp. Wesley da Silva Medeiros

OBS.:

## RESUMO

O tema da arquitetura sustentável consiste na prática profissional da construção civil que valoriza as percepções do homem quanto ao ambiente. Dentro desse universo de proposições, ações e responsabilidades, a construção sustentável relaciona o edifício com o ecossistema e é apresentada sob a ótica do arquiteto, ressaltando o papel do conforto ambiental, da eficiência energética e do uso racional de recursos naturais.

A construção sustentável é um conceito multidimensional que está relacionado com a redução do consumo de recursos não renováveis e renováveis, como energia, materiais e água e ainda da produção de emissões de CO<sub>2</sub>, resíduos sólidos e gasosos e poluentes. Para que um edifício seja sustentável é necessário que durante o seu ciclo de vida reduzam custos, que mantenha um ambiente interior saudável e confortável e adquiram tecnologias capazes de aproveitar o que o ambiente externo proporciona respeitando sempre o meio ambiente.

A habitação com qualidade é uma necessidade que deve ser satisfeita sem comprometer os ecossistemas existentes. Essa definição traz em um panorama geral os princípios de sustentabilidade das edificações, que consiste em preservar os recursos naturais, diminuindo o impacto ambiental e o consumo de energia e água. Assim é possível prover um ambiente construído, com conforto físico, sadio e agradável.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é projetar uma habitação sustentável e aplicar os principais conceitos e práticas que vem sendo adotadas para implantação da sustentabilidade na construção civil. Para isso, fez uma revisão histórica do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade justificando tal abordagem pelo fato do crescimento das cidades que traz como surgimento novas moradias e edificações que consomem grande parte dos recursos naturais distribuídos no planeta, podendo pensar que num futuro próximo, continuarão a produzir grandes impactos negativos no meio natural. O objetivo deste trabalho é propor um projeto de uma residência com critérios de sustentabilidade onde busque sistemas construtivos inovadores que gere baixo custo de energia e água, chegando a conclusão de que uma casa pode ser rentável, sustentável e saudável, pois a sustentabilidade se apresenta como uma mudança cultural nos processos, práticas e gestões atuais.

**Palavras-chave:** Arquitetura. Sustentabilidade. Habitação unifamiliar



## **ABSTRACT**

The theme of sustainable architecture is the professional practice of construction that values the perceptions of man and the environment. Within this universe of propositions, actions and responsibilities, sustainable construction links the building with the ecosystem and is presented from the perspective of the architect, emphasizing the role of environmental comfort, energy efficiency and the rational use of natural resources.

Sustainable construction is a multidimensional concept which is related to the reduced consumption of non-renewable and renewable resources such as energy, materials and water, and even the production of CO<sub>2</sub> emissions, solid and gaseous wastes and pollutants. For a building to be sustainable it is necessary that during their lifecycle to reduce costs, to maintain a healthy and comfortable indoor environment and acquire technologies that take advantage of what the external environment provides always respecting the environment.

The housing quality is a necessity that must be met without compromising the existing ecosystems. This definition brings in an overview of the principles of sustainability of buildings, consisting of preserving natural resources, reducing environmental impact and the consumption of energy and water. So it is possible to provide a built environment with physical, healthy and pleasant comfort.

Thus, the objective of this work is to design a sustainable housing and apply the key concepts and practices that have been adopted for the implementation of sustainability in construction. To do this, made a historical review of sustainable development and sustainability justifying such an approach because of the growth of the cities that has as emerging new homes and buildings that consume much of the natural resources distributed on the planet, and may think that in the near future, will continue to produce large negative impacts on the natural environment. The objective of this paper is to propose a project of a residence with sustainability criteria which seek innovative construction systems that generate low cost energy and water, reaching the conclusion that a house can be profitable, sustainable and healthy because sustainability is presented as a cultural change in the processes, practices and current administrations.

**Keywords:** Architecture. Sustainability. Single-family housing

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1 Justificativa</b> .....	11
<b>1.2 Objetivo</b> .....	12
<b>1.3 Metodologia</b> .....	12
<b>2 PROBLEMA</b> .....	13
<b>3 SUSTENTABILIDADE</b> .....	17
<b>3.1 Arquitetura Sustentável</b> .....	24
<b>3.2 Habitação Sustentável</b> .....	30
3.2.1 Eficiência Energética.....	32
3.2.2 Conservação, reutilização e redução da água.....	36
3.2.3 Conforto Ambiental.....	42
3.2.4 Conceito Verde.....	47
<b>4 REFERÊNCIAS PROJETUAIS</b> .....	51
<b>5 ANÁLISE DA ÁREA</b> .....	63
<b>6 PROJETO SUSTENTÁVEL</b> .....	67
<b>6.1 Partido Arquitetônico</b> .....	68
<b>6.2 Programa de Necessidades</b> .....	69
<b>6.3 Organograma / Fluxograma</b> .....	72
<b>6.4 Plano de Massas/Volumetria</b> .....	73
<b>6.5 Estudo Preliminar</b> .....	74
6.5.1 Ventilação.....	75
6.5.2 Projeto Paisagístico e Arquitetônico .....	80
6.5.3 Reuso e captação da água.....	103
6.5.4 Ecoeficiência Energética .....	106
6.5.5 Materiais utilizados .....	108
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	115
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	117
<b>ANEXOS</b> .....	123

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 — Dimensões da sustentabilidade.....	22
Figura 02 — Evolução da abrangência das problemáticas desde Arquitetura Solar até a Arquitetura Sustentável.....	27
Figura 03 — Selo de eficiência energética.....	33
Figura 04 — Etiqueta do INMETRO/PROCEL.....	33
Figura 05 — Aquecedor solar de água.....	35
Figura 06 — Painéis fotovoltaicos.....	35
Figura 07 — Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar.....	38
Figura 08 — Sistema de reaproveitamento de água.....	40
Figura 09 — Reaproveitamento da água da máquina de lavar roupa.....	41
Figura 10 — Sistema de aproveitamento da água da chuva.....	41
Figura 11 — Diagrama conforto Humano.....	43
Figura 12 — Grupos distintos de clima quente: seco e úmido.....	44
Figura 13 — Corte de ventilação natural cruzada.....	45
Figura 14 — Uso da vegetação como sombreamento para conforto térmico.....	46
Figura 15 — Detalhe de jardim sobre laje.....	49
Figura 16 — Jardim vertical na área externa.....	50
Figura 17 — Jardim vertical na área interna.....	50
Figura 18 — Jardim vertical na fachada.....	51
Figura 19 — Fluxograma da Casa Eficiente.....	52
Figura 20 — Planta baixa da Casa Eficiente – Pavimento térreo.....	53
Figura 21 — Planta baixa da Casa Eficiente - Mezanino.....	53
Figura 22 — Corte AA – Casa Eficiente.....	54
Figura 23 — Corte BB – Casa Eficiente.....	54
Figura 24 — Croqui de estratégias bioclimáticas – Casa Eficiente.....	54
Figura 25 — Projeto paisagístico – Casa Eficiente.....	54
Figura 26 — Fachada Norte: coletores solares e painel fotovoltaico – Casa Eficiente.....	55
Figura 27 — Fachada Sul – Casa Eficiente.....	55
Figura 28 — Croquis – Casa Folha.....	56
Figura 29 — Plantas – Casa Folha.....	56
Figura 30 — Cobertura – Casa Folha.....	57



Figura 31 — Fachada – Casa Folha.....	57
Figura 32 — Detalhe cobertura – Casa Folha.....	57
Figura 33 — Meera House.....	58
Figura 34 — Telhado verde – Meera House.....	58
Figura 35 — Pavimento térreo – Meera House.....	58
Figura 36 — Primeiro pavimento – Meera House.....	58
Figura 37 — Cobertura – Meera House.....	59
Figura 38 — Segundo pavimento – Meera House.....	59
Figura 39 — Terceiro pavimento – Meera House.....	59
Figura 40 — Volumetria – Rino Levi.....	60
Figura 41 — Planta e corte – Rino Levi.....	61
Figura 42 — Pátio – Rino Levi.....	61
Figura 43 — Localização do bairro Alta Villa em Varginha/MG.....	63
Figura 44 — Bairro Alta Villa, Varginha/MG.....	64
Figura 45 — Local do terreno no bairro Alta Villa.....	64
Figura 46 — Gráfico climático de Varginha/MG.....	65
Figura 47 — Tabela climática de Varginha/MG.....	65
Figura 48 — Gráfico de temperaturas em Varginha/MG.....	66
Figura 49 — Terreno no bairro Alta Villa.....	66
Figura 50 — Vista do terreno no bairro Alta Villa.....	67
Figura 51 — Distribuição dos blocos.....	71
Figura 52 — Orientação solar no terreno.....	72
Figura 53 — Fluxograma.....	72
Figura 54 — Organograma.....	73
Figura 55 — Croqui da volumetria.....	73
Figura 56 — Trajetória solar e vento predominante.....	75
Figura 57 — Terreno.....	76
Figura 58 — Distribuição dos cômodos no terreno.....	77
Figura 59 — Ventilação cruzada.....	78
Figura 60 — Ventilação cruzada no terreno.....	79
Figura 61 — Pé-direito alto melhora o conforto térmico.....	80
Figura 62 — Vento fresco na presença de água.....	81
Figura 63 — Distribuição da vegetação no terreno.....	82

Figura 64 — Agapanto.....	83
Figura 65 — Agave-Dragão.....	83
Figura 66 — Cavalinha.....	83
Figura 67 — Clerodendro.....	83
Figura 68 — Copo-de-leite.....	84
Figura 69 — Coqueiro.....	84
Figura 70 — Cróton.....	84
Figura 71 — Estrelitzia.....	85
Figura 72 — Fórmio.....	85
Figura 73 — Gengibre-Vermelho.....	85
Figura 74 — Helicônia.....	86
Figura 75 — Ixória.....	86
Figura 76 — Jasmim-Manga.....	86
Figura 77 — Junco.....	86
Figura 78 — Lírio-da-paz.....	87
Figura 79 — Moréia.....	87
Figura 80 — Murta-de-cheiro.....	87
Figura 81 — Oiti.....	88
Figura 82 — Palmeira-Garrafa.....	88
Figura 83 — Palmeira-Sagu.....	88
Figura 84 — Papiro.....	89
Figura 85 — Singônio.....	89
Figura 86 — Trapoeraba-Roxa.....	89
Figura 87 — Jardim e trepadeira na parte frontal.....	90
Figura 88 — Jardim de frente para a garagem.....	91
Figura 89 — Jardim do corredor lateral.....	92
Figura 90 — Jardim de frente para área gourmet e suíte.....	93
Figura 91 — Vegetação.....	93
Figura 92 — Árvore como filtro de calor.....	94
Figura 93 — Árvore e jardim-de-chuva no deck.....	95
Figura 94 — Gramado ao invés de cimentado.....	95
Figura 95 — Vegetação no espaço zen.....	96
Figura 96 — Espaço zen.....	96



Figura 97 — Pergolado e vidro.....	97
Figura 98 — Corredor com pergolado e vidro.....	97
Figura 99 — Detalhe Brise-Soleil.....	98
Figura 100 — Brises na cozinha.....	98
Figura 101 — Cozinha/Jantar.....	99
Figura 102 — Portas-Balcão na sala de estar/tv.....	99
Figura 103 — Entrada principal na sala de estar/tv.....	100
Figura 104 — Suíte solteiro.....	100
Figura 105 — Suíte casal.....	101
Figura 106 — Muro frontal.....	101
Figura 107 — Saída do corredor com acesso ao deck.....	102
Figura 108 — Área gourmet.....	102
Figura 109 — Área de serviço.....	103
Figura 110 — Porcentagem de água doce e salgada no Planeta.....	103
Figura 111 — Atividades diárias que consomem água.....	104
Figura 112 — Detalhe captação e reutilização da água de chuva.....	105
Figura 113 — Sistema fotovoltaico.....	107
Figura 114 — Simulação sistema fotovoltaico na residência.....	108
Figura 115 — Encaixe estrutura de madeira.....	110
Figura 116 — Estrutura em esqueleto de madeira.....	111
Figura 117 — Estrutura de madeira com drywall na parede interna.....	111
Figura 118 — Lã de Pet.....	112
Figura 119 — Tijolo ecológico para áreas molhadas.....	113

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho propõe um projeto de uma residência unifamiliar com princípios de sustentabilidade, onde o maior desafio é elaborar um projeto que agregue tecnologias construtivas inovadoras e que gere baixo custo de energia e água, aliados a um ambiente que proporcione felicidade e bem-estar aos moradores. Esses são alguns dos mais importantes conceitos que formam o objetivo desse projeto, o intuito é deixar claro que não se deve abandonar as tentativas de deixar um mundo melhor para as futuras gerações, mas sim reutilizar os recursos de maneira adequada preservando o meio ambiente.

Tendo em vista a função do arquiteto, que é atuar diante do ambiente construído, seja na sua melhoria ou do ambiente a se construir, o principal ponto é buscar soluções comuns e que possam trazer sempre a qualificação desse bem.

O objetivo do projeto consiste na idealização de uma residência que possa atender as necessidades dos moradores, dando mais liberdade com espaços livres dentro de suas dependências, sem deixar de lado a qualidade visual e volumétrica.

As pesquisas realizadas sobre o amplamente discutido tema da sustentabilidade, tiveram importância fundamental na execução deste projeto, pois acredita-se que pode conciliar o real com o acadêmico, tornando o teórico, prático. Essa pesquisa, que é a parte fundamental do trabalho, se faz útil por oferecer suporte conceitual para que o projeto sustentável possa a ser desenvolvido.

A presente dissertação estrutura-se em seis capítulos. O capítulo um tem caráter introdutório e apresenta a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa, assim como os objetivos, gerais e específicos, e os métodos a serem utilizados para chegar ao projeto final. O capítulo dois consta a problematização da pesquisa, onde aborda a pobreza, o crescimento populacional, o alto consumo dos recursos naturais, o desenvolvimento sustentável, chegando ao ponto de que é necessário mudar para obter melhorias.

O capítulo três apresenta a evolução das discussões sobre o tema sustentabilidade bem como o panorama em que as mesmas vêm acontecendo. Busca-se identificar o escopo do paradigma da sustentabilidade, revisando os conceitos e proposições de diferentes autores e instituições que debatem novos padrões de desenvolvimento. Este capítulo se desmembra em duas seções: o primeiro introduzindo o conceito de arquitetura sustentável, onde analisa os impactos ocasionados pela indústria da construção civil e aborda maneiras eficazes para se obter uma construção sustentável, e o segundo sobre habitações sustentáveis, onde aborda o que são edificações sustentáveis e o que adquirem



para serem sustentáveis, partindo para quatro itens dentre eles: eficiência energética; conservação e reutilização da água; conforto ambiental e conceito verde, sendo que cada item sintetiza a importância de adaptá-los na residência explicando a utilização e as vantagens de cada um.

O capítulo quatro se constitui de referências projetuais que é a base para a concepção da casa sustentável, chegando a conclusão de que a casa sustentável é mais limpa e econômica.

O capítulo cinco apresenta a análise e diagnóstico da área de estudo (entorno e área de influência) e da área de intervenção (terreno propriamente dito). Mostra a localização e situação do terreno, as condições climáticas da região e a legislação urbanística incidente na área para posterior a realização do projeto da habitação sustentável.

O capítulo seis é a introdução do projeto sustentável, onde aborda os objetivos e metas que foram utilizados para a concepção do projeto. Este capítulo é desmembrado em cinco seções, o primeiro aborda o partido arquitetônico, o segundo o programa de necessidades, o terceiro o organograma e fluxograma, o quarto o estudo de massas/volumetria e o quinto o estudo preliminar do projeto. Na quinta seção parte para cinco itens, neles serão explicados os ventos dominantes no terreno e onde deverão estar as aberturas da edificação para melhor aproveitamento dessa ventilação, um memorial descritivo de todas as vegetações usadas, a explicação do projeto arquitetônico, o objetivo e as vantagens da captação da água de chuva e a reutilização da mesma, onde será posicionado as placas fotovoltaicas para melhor captação da energia solar e quantidade de placas para a residência obter energia necessária para o seu funcionamento e por fim os tipos de matérias que serão empregados na edificação para ser uma construção menos poluente e mais limpa.

As considerações finais da pesquisa estão descritas no capítulo sete, onde estão evidenciados os resultados da pesquisa. Após tem as referências e por último encontra-se os anexos, que é a proposta deste projeto de habitação sustentável.

## 1.1 Justificativa

Esta pesquisa tem como foco a relação entre o ambiente construído e o meio ambiente como um todo<sup>1</sup>. Trata-se de um estudo que apresenta a trajetória das preocupações ambientais, discutidas desde a década de 60, originando o termo desenvolvimento sustentável e o reflexo de todas essas ideias e discussões nos ramos da ciência, que trata de medidas ecologicamente corretas na produção, uso e reciclagem ou demolição do ambiente construído.

A produção e uso das construções definem inúmeros impactos sobre o meio ambiente, o avanço da urbanização sobre o solo produtivo gera ocupação nas áreas ambientalmente frágeis, ocasionando o consumo irregular de recursos e a ausência de estratégias de tratamento dos resíduos sólidos e líquidos gerados, são esses os elementos recorrentes nos modelos de desenvolvimento das cidades, que precisam ser alterados para que se tenham um ambiente mais saudável.

Tal abordagem se justifica pelo crescimento das cidades que ocorre com o surgimento de novas edificações e moradias, consumindo grande parte de materiais, água e energia, sendo assim razoável pensar que, em um futuro próximo, continuarão a produzir grandes impactos negativos sobre o meio natural como, por exemplo, a escassez de água nas cidades.

Fundamenta-se ainda pela sociedade contemporânea que traz uma pressão e uma grande exploração dos recursos naturais, e essa demanda, cada vez maior desses recursos, degradam e colocam em risco todo o ecossistema e em conjunto o futuro das próximas gerações.

Esse trabalho busca critérios e requisitos para o planejamento do projeto de uma edificação sustentável tendo como base ações ecologicamente corretas de acordo com o desenvolvimento sustentável. Tem o intuito de conscientizar a população a respeito de equipamentos que podem ser usados nas habitações para amenizar a utilização dos recursos naturais e aproveitá-los de maneira adequada garantindo conforto e qualidade de vida para seus moradores.

---

<sup>1</sup> O termo meio ambiente é entendido neste trabalho como o suporte das relações dos seres vivos, envolvendo o meio físico, biológico e socioeconômico, ou seja, não considera apenas como meio natural, mas também as estruturas previamente desenvolvidas pelo homem.



## 1.2 Objetivo

Esse trabalho, tem o objetivo de apresentar recursos que viabilizem a construção de uma habitação unifamiliar sustentável, baseado nas premissas ora levantadas, entendendo o projeto arquitetônico como criador de soluções que satisfaçam as questões da sustentabilidade em consonância com a tecnologia, o meio ambiente, as demandas atuais e futuras, o desempenho do edifício, as condições sociais, a legislação, a minimização dos custos ao longo da vida útil, destacando os benefícios proporcionados pela tecnologia e a possibilidade de utilização de novos processos metodológicos para que a residência se torne sustentável, mostrando que uma casa pode se tornar ecológica e ao mesmo tempo econômica.

## 1.3 Metodologia

Nessa etapa do projeto, serão estudados os diferenciais de uma construção sustentável e explorados os melhores métodos e recursos utilizando as novas tecnologias em prol da melhoria da qualidade de vida e tornando possível a utilização dos recursos naturais de maneira equilibrada, sem degradar e preservar os meios. Serão coletados dados e realizada uma pesquisa de campo para obter mais informações sobre o local de estudo e para poder realizar os seguintes itens:

1. levantamento de referências bibliográficas que sustente os conceitos envolvidos;
2. identificação de relatos científicos que demonstrem ou não o resultado e a viabilidade de implementação de uma habitação sustentável;
3. análise e diagnóstico da área de estudo e de intervenção, no que diz respeito ao conforto térmico, ao entorno, estudo topográfico, as áreas verdes e a distribuição espacial dos cômodos e áreas externas para aproveitamento de luz natural, ventos e sol;
4. análise da legislação urbanística pertinente, referente ao uso do solo, plano diretor, códigos e leis ambientais descritos para tal área;
5. desenvolvimento do programa de necessidades junto com o perfil do cliente;
6. desenvolvimento do organograma, setorização/zonamento;
7. desenvolvimento do partido arquitetônico no que se refere ao processo de criação da habitação sustentável;
8. desenvolvimento do plano de massas/volumetria, que ocupará o espaço;
9. estudo preliminar onde será construído a versão do projeto;



Estes itens deverão ser analisados a partir de uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, para demonstrar a possibilidade de criação de um projeto arquitetônico sustentável. O problema base dessa pesquisa, busca encontrar resposta para os questionamentos que seguem: Existem viabilidade financeira para a construção de uma casa sustentável? Em caso afirmativo, quais os meios para viabilizar esse projeto sustentável?

A partir de revisão bibliográfica serão levantados os conceitos que sustentam o trabalho e os relatos que demonstrem a viabilidade do projeto sustentável. Os programas de representação gráfica AutoCAD e SketchUp serão utilizados como ferramentas para propor um projeto arquitetônico sustentável, com o objetivo de ser ecológica e econômica.

Essa pesquisa prevê a proposta do projeto sustentável e não a implementação.

## **2 PROBLEMA**

A busca pela convivência pacífica entre ambiente natural e ambiente artificial é estabelecido através da tecnologia moderna junto com a utilização do conceito da sustentabilidade, onde encontra-se alternativas de produção e consumo sustentável, que ajuda a combater o impacto ambiental causado pela ação do ser humano, reduzindo o uso dos recursos, reaproveitando os resíduos para não causar desperdício. É de grande importância que a sociedade possa usufruir de espaços adequados às suas necessidades, sem comprometer o meio ambiente.

Os recursos naturais são riquezas extraídas da natureza, e é importante utilizar apenas o necessário para que se possa manter toda a sociedade viva e com qualidade (KEELER; BURKE, 2010).

De acordo com Nobile (2003, p. 105), “recurso natural é qualquer insumo de que os organismos, populações e ecossistemas necessitam para sua manutenção, portanto, recurso natural é algo útil”.

Os recursos naturais são classificados como renováveis e não-renováveis, os renováveis são aqueles que estão disponíveis na natureza, mesmo quando são utilizados podem ser renovados, mas após um período de tempo com base nos ciclos naturais, tem como exemplo a água, o ar, a biomassa e a energia eólica. Os não-renováveis não podem ser reaproveitados após a sua utilização (NÓBILE, 2003).

O problema que vem à tona atualmente é como os seres humanos podem desfrutar do meio ambiente sem destruí-lo. A crise ambiental demonstra a realidade, que evidencia um momento crítico em que a humanidade se encontra, sendo necessário exigir uma mudança urgentemente.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente MMA (2015), “a agenda 21 pode ser definida como instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis de diferentes bases geográficas que engloba conceitos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”. Ela representa a integração entre o desenvolvimento de incentivos para a redução do impacto ambiental, a diminuição da pobreza, uma melhor qualidade de vida para a população, prosperidade econômica e igualdade social.

A Agenda 21 (1995, p.27) aborda que a erradicação da pobreza e da fome, a maior equidade na distribuição da renda e a conservação dos recursos, são desafios que continuam sendo consideráveis em toda parte, onde não é possível encontrar uma solução uniforme, mas é de fundamental importância para a solução desses problemas que se desenvolvam programas específicos para cada país. “Uma política de meio ambiente voltada sobretudo para a conservação e a proteção dos recursos, deve considerar devidamente aqueles que dependem dos recursos para sua sobrevivência, ademais de gerenciar os recursos de forma sustentável”. Sendo assim, implica uma estratégia que possa fazer frente aos problemas da pobreza, do desenvolvimento e do meio ambiente, onde é necessário que se comece por considerar os recursos, a produção e as pessoas, simultaneamente.

Ainda de acordo com a Agenda 21 (1995, p.33), “enquanto a pobreza tem como resultado determinados tipos de pressão ambiental, as principais causas da deterioração ininterrupta do meio ambiente mundial são os padrões insustentáveis de consumo e produção”. Por conseguinte, a pobreza e a degradação do meio ambiente estão relacionadas, o que acarreta em uma séria preocupação, pois tais padrões de consumo e produção provocam o agravamento da pobreza e dos desequilíbrios.

Durante anos foi transmitida para toda a humanidade que os recursos eram inesgotáveis, e hoje sabe-se que os recursos são limitados devido as práticas adotadas por toda a população, ocasionando graves problemas ambientais. É necessário a união de todos para que a exploração de recursos seja feita de maneira mais consciente e que gere menos impacto no meio ambiente. De acordo com a cartilha feita pelo CREA-MG (2009), é importante garantir uma produção eficiente que agrega a preservação ambiental e o consumo responsável, para que se possa ter um mundo saudável.



É importante promover padrões de consumo e produção que reduz o impacto ambiental e atenda às necessidades básicas da humanidade. Os países devem desenvolver uma melhor compreensão do seu papel de consumidores e obter formas de implementar padrões de consumo mais sustentáveis. Os países desenvolvidos devem tomar a frente em questão de atingir padrões mais sustentáveis de consumo, para que possa atender as necessidades básicas dos pobres e ao mesmo tempo evitar os padrões insustentáveis, principalmente dos países industrializados (AGENDA 21, 1995).

De acordo com a Consumers International/MMA/MEC/IDEC (2005), o uso excessivo de matérias-primas e de recursos naturais está atualmente recebendo bastante críticas, uma vez que o consumismo é um dos principais problemas das sociedades, pois os atuais padrões de consumo manifestam a forma como o planeta é visto pela população, assim com o aumento do consumo de energia, água, minerais e elementos da biodiversidade ocasiona muitos prejuízos ambientais. Busca-se o compromisso das pessoas de atuarem na construção de um novo padrão de consumo, ambiental e socialmente responsável, onde o consumo insustentável de uns não usurpe o direito dos segmentos menos privilegiados da sociedade de obter suas necessidades com o mínimo indispensável à qualidade de vida.

Segundo o relatório feito pela organização não governamental WWF (2014), há mais de 40 anos os padrões de consumo da humanidade estão tão elevados que a natureza não consegue repor a mesma quantidade do que é consumido, o que gera como consequência a diminuição dos recursos naturais e o acúmulo de resíduos que ultrapassa a capacidade humana de absorver ou reciclar.

Diante do tema debatido, surge a preocupação de que ou modifica os padrões de vida da população ou não haverá mais recursos para garantir o direito das pessoas a uma vida saudável. As questões ambientais são fundamentais para a sustentabilidade, a crítica ao consumo insustentável está ajudando a construir uma sociedade mais sustentável, a partir da compreensão de todos na busca por um consumo responsável onde traz o equilíbrio entre a satisfação pessoal e o bem-estar da sociedade e da natureza.

Há tempos que especialistas e organizações ambientais, vêm advertindo sobre os danos causados no planeta, podendo eles serem irreversíveis devido ao rápido crescimento da população, onde a Terra passou de cerca de 1,5 bilhão de habitantes em 1900 para 6 bilhões no ano 2000 e terá em 2030 8,5 bilhões, em 2050 9,7 bilhões e em 2100 passará de 11 bilhões de habitantes, aumentando a demanda de matérias-primas e

fontes de energias para garantir o desenvolvimento da população e das gerações futuras (GAUZIN-MULLER, 2011) (ONU, 2015).

O crescimento econômico atual traz diversos impactos na relação entre o homem e o meio ambiente. A falta de recursos financeiros/materiais em determinadas zonas urbanas leva a formas desordenadas de ocupação do espaço urbano e com a falta de planejamento das cidades leva ao crescimento desordenado da população. Sem as informações e o conhecimento necessário para que se tenha uma conscientização dos padrões de vida atual, a população consome grandes quantidades de recursos naturais com o intuito de suprirem e satisfazerem suas necessidades, tornando cada vez mais o modelo de vida dependente dos recursos obtidos do meio natural. Diante do crescimento econômico, dá-se a necessidade de criar novos conceitos capazes de permitir melhorias nos níveis de vida da população por meio de modificações nos estilos de vida, onde a humanidade dependa menos dos recursos finitos da Terra e utilize-os com mais harmonia de acordo com sua capacidade produtiva. Isso deve refletir na elaboração de um novo desenvolvimento dos ecossistemas, chamado desenvolvimento sustentável (AGENDA 21, 1995).

É necessário planejar para poder alcançar o desenvolvimento sustentável que leva como ponto principal a proteção do meio ambiente. Segundo WWF (2014), desenvolvimento sustentável deve atender as necessidades da geração atual, sem comprometer as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro, sugere qualidade e não quantidade.

Conforme Mateus (2009), o desenvolvimento sustentável tem como intuito reparar o rumo que está seguindo a crise ambiental, com a intenção de proteger o ambiente, se preocupar com as gerações futuras, obter a manutenção e melhoria da salubridade e integridade do ambiente a longo prazo. Se preocupa com a qualidade de vida da população, com os problemas sociais e éticos do bem-estar humano, com a equidade entre as gerações, implica ainda, que só haverá mudanças se cada um adquirir limites para se obter o equilíbrio entre os sistemas natural e artificial.

A concepção de desenvolvimento sustentável se dispersou por diversas áreas da economia, a grande parte da sociedade já está consciente sobre a importância da preservação ambiental para a manutenção e preservação do bem-estar humano. Nesse ponto de vista, a questão ambiental passou a receber uma maior atenção e preocupação por parte da população, que começou a sentir as consequências dos impactos das



atividades antrópicas sobre o meio ambiente e, a partir disso, tem contribuído para obter mudança no atual modelo de desenvolvimento (LIRA; CÂNDIDO, 2013).

Segundo Motta; Aguilar (2009) e Lira; Cândido (2013), o desenvolvimento sustentável busca soluções tecnológicas alternativas, que utilizam os recursos naturais de forma mais eficiente e racional, contribui para a conservação desses recursos e conseqüentemente para a melhoria das condições de vida da população. Esse desenvolvimento passa a ser o processo de mudança social e elevação das oportunidades da sociedade, harmonizando o crescimento econômico e populacional, com a eficiência econômica, a conservação ambiental, a qualidade do bem-estar humano e a equidade social, diante do compromisso com o presente junto com as futuras gerações. Deve-se também incluir a construção civil nesse novo padrão de desenvolvimento, pois, este é o principal setor que defronta com o desafio da busca de novas práticas visando a sustentabilidade.

O desenvolvimento sustentável é, portanto, um modelo de desenvolvimento pautado em princípios e ações que considerem, em igualdade de importância, os aspectos ambientais, sócio-culturais e econômicos, como um tripé de equilíbrio, onde, em se desconsiderando um dos aspectos, o desenvolvimento deixa de ser sustentável (ZAMBRANO, 2008, p27).

A construção sustentável é a resposta do mercado da construção para atingir às metas e objetivos definidos para o desenvolvimento sustentável. De acordo com Pinheiro (2006), em 1994, na primeira conferência internacional sobre a construção sustentável em Tampa, na Florida, Charles Kibert apresentou o conceito para a construção sustentável, definindo-a como a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos”. Dessa maneira, ressalta o papel fundamental do ambiente que é o controle da decisão, concepção e gestão dos empreendimentos em ambientes construídos.

### **3 SUSTENTABILIDADE**

O meio ambiente está sendo degradado e isso está ligado diretamente as atividades humanas, e para o bem da natureza muitas pessoas criaram há muito tempo ONGs,



organizações, conferências, comissões e protocolos, voltados para a sustentabilidade onde se preocupam com o planeta.

Até meados do século XX, a degradação dos recursos ambientais se apresentava como problemas localizados, não interferindo como fator limitante para o desenvolvimento num âmbito global. Após a segunda guerra mundial, o modelo de desenvolvimento adotado revelou-se como um agente de quebra do equilíbrio ecológico, e gerando como consequência, um desequilíbrio econômico e social. A utilização da tecnologia não considerava a possibilidade de esgotamento dos recursos ambientais, assim como as atividades de produção e consumo não contavam com tamanho porte de lançamento de resíduos no meio ambiente. Esses aspectos contribuíram fortemente para os riscos de escassez dos recursos naturais e degradação ambiental que ameaçam a nossa sociedade (ZAMBRANO, 2008, p23 apud ZAMBRANO, 2004).

No final da década de 1970, começou a perceber que as crises ambientais estavam se alastrando por todo o planeta, o assunto sobre o modelo econômico dos países começou a ser discutido fortemente em 1968, com o Clube de Roma, no qual afirmava a necessidade de aliar a proteção da natureza com o desenvolvimento econômico. O primeiro encontro da Organização das Nações Unidas (ONU) aconteceu em Estocolmo em 1972, cujo objetivo era estudar estratégias para reparar os problemas ambientais em todo o mundo (GAUZIN-MULLER, 2011; KEELER; BURKE, 2010).

Em 1984, outra conferência das Nações Unidas foi realizada em Genebra, conhecida como Comissão Brundtland, que definiu o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades”. É importante citar que em 1987 o Protocolo de Montreal exigiu a eliminação dos clorofluorcarbonos (CFCs), capazes de destruir a camada de ozônio, onde resultou em melhorias nas práticas de construção e gestão de edificações. (KEELER; BURKE, 2010, p.44).

No início de 1990, no Rio de Janeiro, a Organização das Nações Unidas (ONU) alertou sobre as consequências da exploração sem limites das matérias-primas, o aumento do efeito estufa e a rápida degradação da natureza. Diante desse alerta, em 1992, ocorreu a reunião da Cúpula da Terra no Rio de Janeiro (Rio-92), onde reuniu 179 chefes de governo para debater formas de desenvolvimento sustentável. O evento gerou cinco relatórios, dentre eles:

1. a declaração do Rio (The Rio Declaration), “contendo 26 princípios que variam do transporte de toxinas através de fronteiras até a implantação de princípios de precaução para o desenvolvimento sustentável”.
2. a Agenda 21, “que estabeleceu objetivos, planos de ação e estratégias de implantação detalhados para a sustentabilidade ambiental e desenvolvimentista”.
3. a Declaração de Princípios das Florestas (Statement of Forest Principles), “um acordo não obrigatório que foi o primeiro a tratar de práticas florestais sustentáveis em escala internacional”.
4. a Convenção sobre Diversidade Biológica (Convention on Biological Diversity), “uma dentre duas convenções com força de lei que lida com a preservação de espécies”.
5. a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (Framework Convention on Climate Change), “o segundo acordo com força de lei que resultou da conferência e serviu como base para o protocolo de Kyoto” (KEELER; BURKE, 2010, p.44 e 45).

Já no ano de 1996, o Protocolo de Kyoto exigiu que os países se comprometessem a reduzir o nível de emissões de gases de efeito estufa. O tratado expirou em 2012, porém muitos países participaram para contribuir com a redução do efeito estufa (GAUZIN-MULLER, 2011). A Cúpula da Terra foi um encontro intitulado Rio+10, realizado em Johannesburgo no ano de 2002 onde reconheceu o tripé da sustentabilidade, sendo eles o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental (KEELER; BURKE, 2010).

Os Fóruns Mundiais Urbanos (World Urban Fórum), ocorridos em 2002 em Nairobi, em 2004 em Barcelona e em 2006 em Vancouver, visando tratar de uma das grandes problemáticas atuais, da rápida urbanização e o impacto nas comunidades, cidades economias e políticas (ZAMBRANO, 2008 apud UNITED NATIONS 2007a/b).

A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, foi realizada de 13 a 22 de junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro. A Rio+20 foi assim conhecida porque marcou os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. O objetivo da Conferência foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das



decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes. A Conferência teve dois temas centrais: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (RIO+20, 2012).

Assim, a década de 90 foi marcada por uma visão de futuro, onde a atuação no presente deve ser movida com vistas às consequências futuras. Uma abordagem estratégica e política fundada sobre a noção de solidariedade no espaço (desenvolvimento global e luta contra a pobreza e exclusão) e no tempo (decisões das gerações de hoje com vistas às gerações futuras), tendo como objetivo um triplo dividendo: eficácia econômica, equidade social e prudência ambiental (ZAMBRANO 2008, apud CHARLOT-VALDIEU, 2004).

Segundo Ferreira (1986 apud NÓBILE, 2003, p. 99), “sustentável e sustentabilidade são palavras derivadas da palavra sustentar, que por sua vez, provêm do latim, *sustentare*, conservar, suportar, impedir que caia, manter, amparar, proteger”. Ainda segundo Houaiss e Villar (2001 apud NÓBILE, 2003, p. 99), “o verbete sustentar significa, dentre outras definições: garantir e fornecer os meios necessários para a realização e continuação de uma atividade”.

Sustentar, significa, relacionar o prolongamento da produtividade dos recursos naturais, e ao mesmo tempo manter a integridade da base desses recursos, com o intuito de poder continuar a sua utilização. A sustentabilidade somente será verdadeira se ela própria for deixada de herança para as futuras gerações (CAVALCANTI, 1996 apud NÓBILE, 2003).

O quão distante no futuro as gerações presentes devem se preocupar? Essa é outra questão que deve ser abordada, de acordo com Dixon; Fallon (1986 apud NÓBILE, 2003), as ações realizadas pela sociedade em conjunto, conduzem a horizontes de tempo mais longos do que decisões individuais de cada ser humano.

Para começar a pensar na sustentabilidade deve-se antes explorar de forma adequada as energias limpas.

O desenvolvimento tecnológico e social e equilíbrio ambiental devem caminhar juntos, gerando tecnologias limpas, sem agressões à biodiversidade e aos ecossistemas. Isto é desenvolvimento sustentado – ao mesmo tempo estimula o crescimento, o desenvolvimento e preserva os recursos naturais, para gerar comunidades autossustentáveis (ADAM, 2001, p.32)

O termo sustentabilidade aborda diversas iniciativas nas condições urbanas e ambientais, utiliza métodos como conforto ambiental e suas relações com a eficiência energética, recursos para a construção e operação de edifícios, como materiais, energia e água, com especial atenção na formulação de propostas de menor impacto ambiental (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

O termo sustentabilidade ambiental é mais específico pois está relacionado diretamente com a preservação dos recursos naturais do planeta. Com base nos conceitos de Cavalcanti (1996, apud NÓBILE, 2003, p. 100), “o objetivo da sustentabilidade ambiental é a manutenção dos sistemas de suporte da vida, ou seja, preservar a integridade dos subsistemas ecológicos e igualmente as fontes de matérias-primas necessárias para a melhoria do bem-estar humano”.

No cenário da sustentabilidade, autores como Sachs (1993), Ebsen e Rambol (2000), Silva (2003), Isoldi (2007), Carvalho (2009), dentre outros, defendem que a sustentabilidade não deve ser compreendida apenas como questão de preservação ambiental, mas deve englobar outros aspectos, consolidando uma visão holística. Dessa forma, entende-se que o conceito de edificação sustentável e o escopo dos sistemas de avaliação devem ser amplos o suficiente para abarcar as diversas dimensões que a sustentabilidade contempla (ZANDEMONIGNE; TIBÚRCIO, 2013).

Ainda de acordo com Zandemonigne e Tibúrcio (2013, p.03), evidencia-se a interdependência entre as seis dimensões da sustentabilidade, sendo elas: ambiental, social, cultural, econômica, espacial e tecnológica, sendo que uma não se efetiva sem a implementação das outras. Esses autores consideram “as dimensões econômica, social e ambiental a “espinha dorsal” da sustentabilidade, e as dimensões cultural, espacial e tecnológica, por envolverem, principalmente, questões relativas ao entorno do edifício e equipamentos instalados”.

Tibúrcio (1994, apud Zandemonigne, 2013, p.25), “em estudo sobre planos diretores para cidades de pequeno e médio porte, elaborou um diagrama para agrupar as relações entre as dimensões que o plano deveria abordar”. A Figura 01 demonstra a sustentabilidade em seis dimensões, destacando-se que, ao inserir outras dimensões à tríade (ambiental, social e econômica), surgem novas inter-relações.



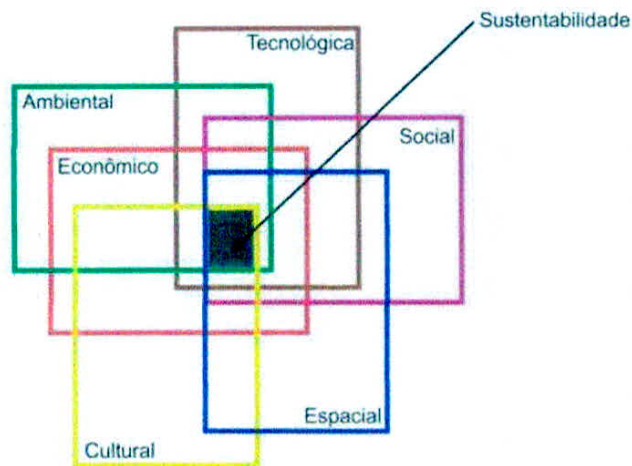


Figura 01. Dimensões da sustentabilidade

De acordo com os estudos realizados por Zandemonigne; Tibúrcio (2013) segue abaixo alguns autores que defiram as dimensões da sustentabilidade.

- a) A sustentabilidade ambiental refere-se à preservação dos ecossistemas naturais e ciclos da natureza, uso racional dos recursos naturais e preservação da natureza externa ao ser humano (SACHS 2008 a, b; FOLADORI, 2002). Na arquitetura, relaciona-se, ao uso racional de energia, água e solo, materiais locais e recicláveis, fontes renováveis e cargas ambientais (SILVA, 2003; VILHENA, 2007; CARVALHO, 2009; EBSEN e RAMBOL, 2000; CROOME e ALWAER, 2010).
- b) Já a sustentabilidade social remete a uma série de elementos associados à melhoria da qualidade de vida, à democracia e aos direitos humanos (FOLADORI, 2002). Na arquitetura visa saúde, segurança, qualidade do ambiente interno e externo, acessibilidade, transportes, infraestrutura, adaptabilidade, conforto, adequação ao local (SILVA, 2003; VILHENA, 2007; MONTES, 2005; CARVALHO, 2009; CROOME e ALWAER, 2010), privacidade e habitabilidade (ISOLDI, 2007), além de questões relacionadas à valorização da qualidade de vida e das comunidades (SATTTLER, 2002).
- c) Por sua vez, a sustentabilidade cultural, considerada por alguns autores como parte da social, visa à diversidade, de forma que cada comunidade obtenha ideias e soluções particulares para seus problemas (SACHS, 1993). Na arquitetura relaciona-se, principalmente, à adequação às condições locais, ao modo de vida



e costumes dos usuários, além da relação com as questões de patrimônio (EBSEN e RAMBOL, 2000; ISOLDI, 2007).

- d) A sustentabilidade econômica trata dos investimentos financeiros e da viabilidade econômica dos empreendimentos, garantindo equilíbrio com a economia em maior escala (SACHS, 1993; SACHS 2008 a; FOLADORI, 2002). Na arquitetura relaciona-se aos custos no ciclo de vida, custo-benefício, viabilidade e acessibilidade econômicas, desempenho, adaptabilidade e flexibilidade (SILVA 2003; VILHENA, 2007; CARVALHO, 2009; EBSEN e RAMBOL, 2000; CROOME e ALWAER, 2010; ISOLDI, 2007).
- e) Enquanto isso, a sustentabilidade espacial relaciona-se à distribuição espacial dos recursos das populações e das atividades (SACHS, 2008 b), enfatizando questões como concentração excessiva em áreas metropolitanas e destruição de ecossistemas frágeis (SACHS, 1993). Na arquitetura, relaciona-se, especialmente, à integração com padrões locais de paisagem, cultura e ecossistemas (YEANG, 1995 apud ISOLDI, 2007).
- f) Por fim, a tecnológica propõe a tecnologia como potencializadora da sustentabilidade (SILVA e TIBÚRCIO 2008). Na arquitetura, considera-se que as tecnologias utilizadas devem estar de acordo com as condições locais, serem duráveis, confiáveis, funcionais e adequadas à vida moderna (EBSEN e RAMBOL, 2000), além de viáveis economicamente. Relaciona-se também à inteligência predial e controlabilidade (CROOME e ALWAER, 2010).

Não é apenas a sustentabilidade que pode ser trabalhada em favor do uso racional dos recursos naturais, mas também a ecologia. Sustentabilidade, segundo Araújo (2008), associa-se à ideia de uma capacidade natural de sustentar, relativa ao conceito de durabilidade. E ecologia, segundo Pereira (1993) define-se como as relações entre os seres vivos entre si e com o ambiente. Embora ambas não sejam palavras sinônimas tem comum intenção de visar pela proteção do meio ambiente.

Portanto a sustentabilidade deve ser planejada junto com as ações da sociedade, dos governos e empresas, levando em conta as dimensões econômica, ambiental e social, não podendo ser derivada apenas de uma melhoria no equilíbrio e harmonia com o meio ambiente natural, suas raízes estão localizadas em um relacionamento interno à sociedade, onde busca-se o equilíbrio entre a eficiência econômica e a justiça social.

Com base na debilidade humana na atual degradação dos recursos, ocasionada pelos padrões de vida insustentáveis, a adaptação da sustentabilidade no cotidiano da

população passou a ser o principal foco para o desenvolvimento social e sustentável. É importante que toda ação humana deve conservar o meio ambiente, respeitar os ciclos naturais, o tempo de recomposição, os limites que os regem, a diversidade humana e consumir sem ultrapassar a capacidade de renovação dos recursos.

### 3.1 Arquitetura Sustentável

A disseminação dos conceitos de sustentabilidade e responsabilidade social tem contribuído com a crescente importância de se obter uma correta construção dos espaços e das cidades o que torna a atuação do arquiteto mais reconhecida e visível. Os arquitetos buscam qualidade, eficiência, inovação e produtividade com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades.

O meio ambiente sempre esteve presente na arquitetura. Na verdade, o ambiente construído nasceu a partir da interação do homem com meio ambiente. Da necessidade de proteção em relação às adversidades climáticas, o homem inventou a cabana primitiva. A primeira função de uma edificação consiste, portanto, em abrigar o homem dos rigores do clima e de criar um espaço propício ao exercício de suas atividades. Ao longo de toda a história, a arquitetura sempre se relacionou com o meio ambiente. Desde os tempos em que esta era simplesmente uma construção vernácula, em que ainda não existia a figura do arquiteto projetista, uma das habilidades necessárias ao construtor, que era transmitida de geração em geração, era o conhecimento das condições ambientais e climáticas locais para melhor adequação da edificação. Depois já com status de arquitetura, envolvendo aspectos conceituais e o desenvolvimento prévio do projeto, encontram-se nos tratados de arquitetura deixados na história, registros da preocupação de que esta deveria considerar as condições climáticas do local para a concepção da edificação (ZAMBRANO, 2008, p49).

De acordo com Zambrano (2008 apud BANHAM, R., 1980), o modernismo, estilo predominante do século XX, foi marcado como um movimento de rompimento em diversos aspectos: de destacar-se do antigo, do “velho”, da história, e voltar-se para o novo, para o futuro, para as possibilidades oferecidas pelo que os novos avanços da tecnologia poderiam oferecer ao setor da construção e aos processos de produção de insumos para esta indústria. O senso de monumentalidade que regia os estilos anteriores foi substituído pela praticidade. Massividade e estabilidade foram substituídas por leveza,



movimento, transparência e luminosidade. O que antes era o chamado “tempo das catedrais”, se transformou no “tempo da máquina, do movimento” e os edifícios modernos passaram a ser tratados como grandes máquinas.

Não obstante os inúmeros avanços promovidos através da arquitetura moderna pela racionalização e industrialização dos processos de construção (introduzindo a pré-fabricação de elementos construtivos, a mecanização em sistemas prediais e no canteiro de obras entre outros), o estilo internacional foi o responsável por um considerável prejuízo para a arquitetura. Foi uma arquitetura que, em grande parte dos casos, dispensou a exploração dos recursos naturais gratuitos (aquecimento solar, iluminação natural, ventilação natural, etc.), contribuindo fortemente para que a construção civil passasse a se configurar como um dos setores da sociedade de maior consumo energético. Neste contexto passou-se a dar valor aos conhecimentos técnicos, dos sistemas artificiais na edificação, em detrimento dos conhecimentos relativos ao ambiente que nos circunda. (ZAMBRANO, 2008).

A área da arquitetura tem contribuído com a utilização de vários sistemas construtivos para a redução dos impactos socioambientais, desde a concepção do projeto até a utilização do espaço. Essa área contempla todo o conhecimento do local, onde irá harmonizar pessoas, promover a mobilidade, utilizar os recursos naturais de maneira adequada e estruturar os ambientes construídos. O arquiteto pretende promover uma atuação profissional mais proativa para a gestão dos assuntos das cidades e para a manutenção da qualidade de vida e dos recursos naturais. (FILHO, 2013)

O termo sustentabilidade ganhou rápida disseminação na área da arquitetura. Que arquitetura é essa que utiliza a sustentabilidade? É aquela que tenta minimizar ao máximo os impactos ocasionados no meio ambiente? Como diferenciá-la de outras arquiteturas? Qual a diferença dos termos sustentável, ecológica, bioclimática e solar? Esses tipos de arquitetura utilizam-se de determinadas tecnologias ou do emprego de determinados materiais reciclados a partir da visão de um processo construtivo sustentável.

Desenvolveu-se nos Estados Unidos e Europa, a chamada Arquitetura Solar, que baseava-se no objetivo fundamental de reduzir ou suprimir a dependência às formas de energia não renováveis, dos combustíveis fósseis ou da energia nuclear explorando, através de sua relação com entorno microclimático, o potencial dos recursos energéticos solares. Porém, percebeu-se que esta arquitetura, enquanto priorizava a otimização energética, frequentemente apresentava um desequilíbrio térmico considerável. O que a princípio era uma solução de economia energética para solucionar o conforto térmico de

inverno, passou a ser causa de desconforto, pelo motivo inverso, pelo excessivo aquecimento no período de verão. Por esta razão, esta arquitetura veio a ser questionada, tornando-se mesmo um contra exemplo (ZAMBRANO, 2008, apud FERNANDEZ, Pierre, 2007).

Foi, portanto, dado o nome de Arquitetura Bioclimática, a uma arquitetura que passou a ser desenvolvida com uma especial atenção às relações com o clima e com microclima que a rodeiam.

A arquitetura bioclimática relaciona-se com o local de implantação, utiliza os conceitos da topografia, do clima e da vegetação, para obter vantagens na hora da construção. Com o recurso da energia solar passiva, tem como objetivo obter o melhor resultado energético, o uso do sistema de captação de água de chuva, através de cisternas para reaproveitar a água e também a reutilização de materiais para a construção (GRAÇAS, 2010).

O termo “sustentável” deve ser aplicado em todo o processo da construção, onde as dimensões da sustentabilidade, anteriormente comentado, cumpra seu papel para gerar menor impacto e obter um resultado mais eficiente (GAUZIN-MULLER, 2011).

A arquitetura sustentável, segundo a arquiteta e professora Joana Gonçalves (FILHO, 2013, p.50), “é aquela que busca a igualdade social por meio da valorização da eficiência econômica e da maior redução do desperdício e do impacto ambiental causado pelas construções”.

A arquitetura tem sua importância durante toda vida útil do edifício. Sua relação com o clima local, fez com que aderisse ao conforto ambiental poupando o consumo de energia convencional, como é bem colocado por Corbella; Yannas (2009, p.19):

A Arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as próximas gerações.

Arquitetura sustentável, também denominada de arquitetura verde, arquitetura ecológica ou eco arquitetura, valoriza os conceitos de sustentabilidade ao aderir na prática



profissional da construção civil. Produz espaços aproveitando os recursos renováveis disponíveis de forma sustentável (NUNES; CARREIRA; RODRIGUES, 2009).

A arquitetura sustentável entra nesse cenário voltada à economia e ao uso racional dos recursos naturais. Contribui com a elaboração de projetos energeticamente eficientes, por intermédio de uma arquitetura adaptada ao clima, considerando a iluminação natural integrada à artificial, valorizando o uso de ventilação natural, executando a especificação de acabamentos e materiais tecnicamente adequados, entre outros aspectos (NUNES; CARREIRA; RODRIGUES, 2009, p.06).

Arquitetura ecológica é aquela que utiliza os materiais respeitando sua natureza e extraíndo deles seu melhor comportamento. Um projeto ecológico se utiliza dos fundamentos científicos para a obtenção de resultados práticos com simplicidade e baixo custo energético (GAUZIN-MULLER, 2011, p.10).

Independentemente do nome — arquitetura verde, ecológica, bioclimática ou sustentável —, todas têm em comum a busca por ambientes saudáveis e confortáveis aos usuários, a eficiência e diminuição dos recursos naturais, a utilização de energias renováveis e materiais que não agridam o meio ambiente e que evita o desperdício. Esses nomes não vieram para modificar a arquitetura e sim para buscar uma nova forma de pensar, planejar e projetar espaços, aderindo desde a utilização de materiais e tecnologias minimizadoras de impactos no meio ambiente.

A figura 02 ilustra o que foi a ampliação crescente das abordagens da arquitetura desde a Arquitetura Solar, na década de 70 até se chegar à visão atual, da Arquitetura Sustentável. Observa-se que a cada momento a visão se ampliou, incorporando novas dimensões.

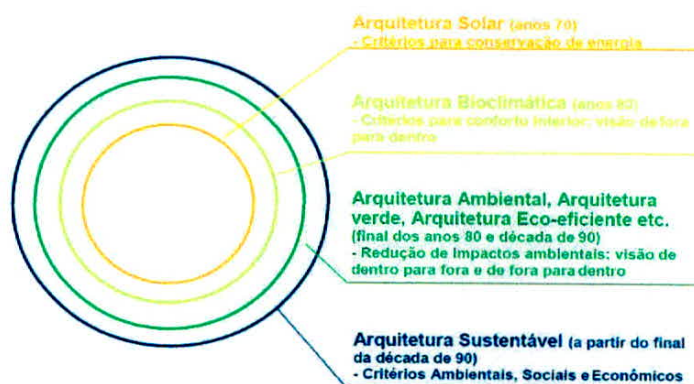


Figura 02. Evolução da abrangência das problemáticas desde Arquitetura Solar até a Arquitetura Sustentável

Nesta abordagem passou-se a considerar os possíveis impactos ambientais, a eficiência energética, saúde, riscos etc., ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, desde o processo de fabricação dos materiais de construção, até o desmonte no fim da vida útil da edificação. Passou-se a ter consciência de que a edificação não se relaciona unicamente com seu entorno ambiental imediato. Os insumos utilizados para sua produção e os rejeitos gerados ao longo de todo o ciclo de vida, impactam a natureza desde a escala local (impactos diretos ao sítio e ao entorno), regional (esgotamento de recursos e poluição), e contribuem ainda com os danos que somam para impactos na escala global (como o aquecimento global e as mudanças climáticas) (ZAMBRANO, 2008).

Assim, deve-se pensar em arquitetura sustentável sendo aquela que concilia ecossistemas naturais e edifício, segundo ADAM (2001, p.9) “ecoedifício é um conceito dinâmico e progressivo de qualificação, que integra: indivíduo, edifício e ecossistemas, permitindo que todos assimilem-se harmonicamente”. Diante disso é necessário repensar o uso dos recursos naturais, em prol das atividades humanas e aplicar a construção civil dentro desse conceito.

De acordo com Souza; Paliari; Agopyan; Andrade (2004), a indústria da construção apresenta uma elevada ligação com o desenvolvimento sustentável. Apesar de ser um dos setores econômicos mais importantes atualmente, é caracterizada pelo consumo excessivo de matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis, pois ela utiliza esses recursos tanto na fase de obras como na fase de uso, operação e manutenção das edificações. No tempo de durabilidade do edifício, este irá usufruir os recursos naturais e liberar os resíduos no planeta, absorvendo muito mais energia e água, ocasionando maiores impactos ambientais, o que a torna motivo de diversas discussões quanto à necessidade de se buscar o desenvolvimento sustentável. No entanto, no mercado da construção é possível verificar que já se encontram disponíveis algumas tecnologias comprovadamente mais sustentáveis do que as convencionais.

O arquiteto, um profissional criador de novos espaços, tem como responsabilidade incentivar a importância da redução dos recursos naturais, bem como a preservação do meio ambiente. É necessário estar sintonizado com as novas demandas e processos requeridos para que se faça diminuir os resíduos das obras, incentivando a reciclagem dos materiais. O profissional propõe e aplica soluções de acordo com as necessidades e os parâmetros estabelecidos, podendo inclusive argumentar com o cliente a necessidade de



reutilizar os materiais e aderir equipamentos eco sustentáveis para gerar menos resíduos e usufruir de maneira adequada e consciente os recursos.

Segundo Mateus (2009), a concepção de construção sustentável baseia-se no desenvolvimento de um método que permite à construção civil abordar e proporcionar soluções viáveis aos principais problemas ambientais de nossa época, está relacionado com a redução do consumo de energia não renovável, materiais, água, emissões de resíduos e poluentes. Para que um edifício seja sustentável é necessário que durante o seu ciclo de vida, ou seja, a fase de obras, uso, operação, manutenção e demolição, utilize materiais e produtos de construção ecoeficientes e que minimizem a utilização dos recursos.

No setor da construção, a gestão do conhecimento está relacionada à construtibilidade. A importância do processo de projeto na gestão do conhecimento deve-se ao fato deste processo permear desde a estruturação do empreendimento até a construção da edificação, iniciando no planejamento, passando pela elaboração dos projetos do produto (edificação) e dos projetos para produção, pela execução da obra, estendendo-se até a fase de uso e manutenção (MELHADO; MEDEIROS, 2013 apud MELHADO, 1994; KAMARA et al., 2002; EMMIT, 2002; ROMANO, 2003; VAKILI-ARDEBILI; BOUSSABAIN, 2007)

A construção civil internacional já está atuando a favor do uso racional dos recursos naturais para conservar e melhorar o meio ambiente, não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas também pelo incentivo financeiro que são concedidos a pessoas e empresas que tomam medidas para mudar seus hábitos e padrões de vida, incluindo medidas de reabilitação da edificação para se tornar sustentável e viável economicamente.

Uma reportagem feita por Ferreira (2015), mostra que o empresário Ryan McEvoy que mora em Los Angeles mudou a sua casa para se tornar mais econômica e sustentável. A prefeitura orienta os moradores e dá ajuda financeira, o chamado "rebate", em português "desconto", que nada mais é do que o governo pagar parte dos gastos que o cidadão tem com equipamentos que economizam água. Ryan trocou o vaso sanitário por um que permite meia descarga, gastou o equivalente a R\$600,00, mas só colocou R\$60,00 do próprio bolso. Ele comprou um chuveiro com arejador que consome metade da água dos chuveiros comuns e também ganhou uma compensação por isso. A conta de água caiu para o equivalente a R\$180,00 por mês, R\$100,00 a menos do que antes.

A partir dessas medidas adotadas pelos moradores são criadas as habitações sustentáveis, que utilizam materiais e equipamentos ecologicamente corretos com o

intuito de realizar o uso racional dos recursos naturais, e diminuir os impactos causados no meio ambiente. A primeira atitude a ser realizada para se obter esse tipo de edificação é se preocupar desde a concepção do projeto, ou seja, no estudo preliminar deve-se pensar e inserir a sustentabilidade, estudar o local, o entorno, o conforto ambiental para poder construir uma habitação que utilize todos os recursos de forma adequada para a própria qualidade de vida do morador. Após deve-se prosseguir com essa ideia de sustentabilidade durante a construção, utilizando materiais naturais e recicláveis para que na sua vida útil seja uma edificação ecológica.

### **3.2 Habitação Sustentável**

Diante das pesquisas realizadas do tema em questão e de uma maneira breve é possível afirmar que um projeto que se denomina sustentável tenha que possuir alguns pontos primordiais no seu desenvolvimento. Prioriza-se os seguintes tópicos: aproveitamento adequado dos recursos naturais; eficiência energética; economia e aproveitamento de água; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termoacústico; uso racional de materiais e a reciclagem dos mesmos; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Priorizando esses pontos para a execução do projeto obtém-se uma casa ecológica dentro dos padrões que se pode chamar de sustentáveis. A adaptação da construção às necessidades atuais e futuras dos usuários, a criação de um ambiente interior saudável que proporcione saúde e bem-estar são objetivos perseguidos na concepção do projeto e se configuram também como elementos de sustentabilidade.

De acordo com Venâncio (2011), o planejamento é fundamental para o sucesso no resultado da equação estética + funcionalidade de uma residência. Existem sistemas que podem ser empregados sem muita dificuldade, mas com muita boa vontade sustentável em construções residências. Agrupadas, estas técnicas, podem ajudar na preservação ambiental, visando a um mundo melhor e a uma construção responsável. A partir daí, surgiram os “7 ECOS”, que são: Ecoeficiência do projeto; Ecoeficiência da água; Ecoeficiência de energia. Ecoeficiência de recursos naturais; Ecoeficiência de materiais; Ecoeficiência de acessibilidade e Ecoeficiência de resíduos. O emprego dos princípios da ecoeficiência no projeto de um imóvel demanda investimento inicial tanto financeiro quanto de planejamento. Os resultados ao longo da vida útil da casa são benefícios que vão desde a valorização imobiliária e à baixa manutenção do imóvel, o



que ocasiona o retorno do investimento, passando à qualidade de vida, que está associada a um modo de viver mais sustentável, sem contar a preservação do meio ambiente.

Segundo Medeiros (2012), a casa sustentável é onde tudo se integra, deve-se aproveitar o vento, a chuva, a luz natural e o ar noturno, utilizando sempre o ambiente externo a favor da qualidade do ambiente interno. Dentro da edificação, as soluções sustentáveis são responsáveis por proporcionar o conforto necessário a cada um dos espaços planejados, obtendo o controle da temperatura, umidade, ventilação e iluminação. A edificação deve se adaptar às novas exigências do mercado e da população, contemplar os conceitos de sustentabilidade e atender a todas as condicionantes ambientais.

O desempenho térmico de uma edificação está diretamente ligado às características climáticas do local de sua instalação. O conhecimento do clima e da geografia local é um importante auxílio para todo profissional executar um bom projeto arquitetônico. Com isso, pode utilizar-se dos recursos naturais, que atendam às exigências de conforto do usuário, criando uma situação de sustentabilidade do ambiente e de satisfação do homem (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2003 apud NUNES; CARREIRA; RODRIGUES, 2009).

Em conformidade com Keeler; Burke (2010), atualmente, existem muitas definições formais para o termo edificação sustentável, mas todas têm em comum pelo menos um dentre vários componentes essenciais para utilizar a sustentabilidade a favor do menor impacto ao meio ambiente.

Com base no CREA-MG (2009), os edifícios são responsáveis pela escolha correta dos materiais e técnicas construtivas desde a sua operação até a manutenção, devem optar por materiais produzidos com baixo custo ambiental, com recursos renováveis e baixos índices de desperdício, e minimizar o uso dos recursos naturais, contudo ficam com o cargo de proporcionar uma boa qualidade ambiental para as cidades. A estruturação do edifício deve respeitar os usuários e seus vizinhos, deve-se adotar soluções que reduzam o consumo de água e energia no seu uso cotidiano.

De acordo com o arquiteto e urbanista, Ivan de Melo Dutra (FILHO, 2013) uma nova construção, para ser sustentável, deve ter ou oferecer bem mais que a canalização de águas de chuva, deve-se fazer uso de elementos de vedação, utilizando materiais reciclados, empregar o uso de painéis solares ou fotovoltaicos para geração de parte da energia, entre outros.

“Uma edificação do século XXI deve ser capaz de se adaptar a condições climáticas extremas, funcionar quando a eletricidade falha e gerar boa parte da sua energia com a energia do ambiente externo” (ROAF, 2014, p.22).

Conforme Tajiri; Cavalcanti; Potenza (2012), uma habitação pode ser considerada sustentável quando o tripé da sustentabilidade é incorporado em todas as etapas do seu ciclo de vida, ou seja, desde a fase de concepção, construção, uso e manutenção e até no processo de demolição.

Uma habitação sustentável contempla os seguintes aspectos, sendo que cada um deles serão detalhados mais profundamente nos próximos capítulos:

1. Eficiência energética, com o intuito de reduzir o consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma habitação, com a utilização de fontes alternativas e renováveis;
2. Uso racional da água, com a adaptação de equipamentos que garantem a conservação da água para a sua reutilização e para reduzir o consumo e a geração de efluentes;
3. Materiais de construção sustentáveis, com o objetivo de reduzir o uso de recursos naturais, onde possa reutilizar ou reciclar esses materiais para que causem menor impacto ambiental;
4. Conforto ambiental, para a garantia de conforto térmico e acústico aos ocupantes da habitação;
5. Conceito Verde, com a utilização de fachadas verdes, teto verde e o uso de paisagismo na habitação.

É importante salientar que é necessário adotar a sustentabilidade em toda a edificação desde a sua concepção até seu uso e manutenção, sempre levando em consideração a relação custo x benefício x preservação do meio ambiente e os usuários devem contribuir com suas ações.

### 3.2.1 Eficiência Energética

De acordo com a cartilha do CREA-MG (2009, p.08), “energia é a realização de trabalho seja para movimentar, aquecer, resfriar, iluminar, sustentar as telecomunicações, e produção dos meios necessários ao conforto humano e à produção de bens e serviços”. O consumo de energia estabelece uma ligação entre o desenvolvimento econômico e o



nível de qualidade de vida da sociedade, mostra o ritmo das atividades em vários setores, e a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente avançados.

Além das campanhas contra o desperdício, surge cada vez mais equipamentos de baixo consumo e maior eficiência energética.

Segundo Tajiri; Cavalcanti; Potenza, (2012) e Lamberts; Dutra; Pereira (2013), o setor residencial responde por quase 23% do consumo total de energia elétrica no País. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL tem investido na conscientização das pessoas em relação ao desperdício de energia, lançando o selo de eficiência energética (Figura 03), onde garante que os equipamentos comprados pelo consumidor consomem menos energia que seus similares. Existe também a etiqueta de cores do Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO em parceria com o PROCEL, que classifica o equipamento numa escala de “A” até “E”, sendo que “A” os mais eficientes e “E” os que consomem mais energia (Figura 04). Junto com a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, a PROCEL avaliou que o uso de chuveiro elétrico em uma casa com quatro pessoas, por exemplo, é responsável por 22% do total da conta de luz e o aquecimento de água para chuveiro é responsável por, aproximadamente, 6% do consumo nacional de energia elétrica sendo que no período de pico (entre 18 e 21 horas), aumenta para 20% da demanda do sistema.



Figura 03. Selo de eficiência energética

<b>Energia (Elétrica)</b>		REFRIGERADOR	→ Indica o tipo de equipamento
Fabricante		ABCDEF	→ Indica o nome do fabricante
Marca		XYZ(Logo)	→ Indica a marca comercial ou logomarca
Tipo de degelo		ABC Automático	→ Indica o modelo/tensão
Modelo (tensão/V)		(PQR/220)	
<b>Mais eficiente</b>		<b>A</b>	→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado
	A		
	B		
	C		
	D		
	E		
	F		
<b>Menos eficiente</b>			
	G		
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes)</b>		<b>XY,Z</b>	→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês
Volume do compartimento refrigerado (l)		000	
Volume do compartimento do congelador (l)		000	
Temperatura do congelador (°C)		<b>CC</b> -18	
Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Aquecedores - RESPEC01-01/07 Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.			
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		<b>INMETRO</b>	
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>			

Figura 04. Etiqueta do INMETRO/PROCEL

É necessário reduzir o consumo de energia, substituir combustíveis fósseis por energias renováveis e aumentar a eficiência energética para diminuir os efeitos da emissão de gases de efeito estufa no planeta. Uma das barreiras para a melhoria da eficiência energética é a econômico-financeira. Comprar equipamentos mais eficientes envolve, em geral, custos iniciais mais altos, mas muitos não sabem que o retorno investido pode ser recuperado em poucos anos ou até mesmo em meses, devido à redução na conta de luz. O que não se pode deixar de fazer, portanto, é um cálculo do custo-benefício do que será investido. O uso de energia solar e de conceitos de arquitetura bioclimática (ventilação e iluminação natural) têm se mostrado como técnicas economicamente viáveis para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012).

A eficiência energética na arquitetura busca possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia. Diferencia-se energeticamente um edifício do outro, quando proporciona as mesmas condições ambientais, porém com redução no consumo de energia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013).

Os edifícios sustentáveis geralmente alcançam economias de energia de 20% a 50% por meio de medidas como a orientação adequada da construção, telhados frios, paredes e tetos altamente isolados, aproveitamento da luz natural e uso de sistemas eficientes de iluminação, aquecimento, resfriamento, aquecimento de água e ventilação (KATS, 2014, p.26).

Desde o projeto inicial deve-se aderir a estratégias para reduzir o consumo de energia nas edificações habitacionais. O profissional da área de arquitetura deve implantar a edificação adequadamente, usar formas apropriadas ao clima, criar uma separação térmica entre o interior e o exterior, fornecer ar fresco possibilitando o controle da ventilação e selecionar equipamentos eficientes em energia (KEELER; BURKE, 2010).

A energia solar pode ser aproveitada de duas maneiras, a primeira como fonte de calor para aquecimento da água e dos ambientes e segundo, para a geração de energia elétrica a partir do efeito fotoelétrico.

De acordo com Tajiri; Cavalcanti; Potenza (2012, p.37), “os aquecedores solares promovem economia de até 35% na conta de luz mensal das famílias. Somente no ano de 2007, foram economizados, cerca de 620GW/h no Brasil, energia suficiente para abastecer 350 mil residências”. O aquecimento da água é obtido por meio da absorção da luz solar por coletores que geralmente são feitos com chapas metálicas, para aquecer e



transferir o calor para a água que circula em suas tubulações. A água fica armazenada em um reservatório térmico, chamado de boiler, que a mantém aquecida mesmo durante os períodos nublados e chuvosos. Para garantir que nunca haverá falta de água quente em uma residência, todo aquecedor solar traz um componente auxiliar de aquecimento, que utiliza outra fonte de energia (elétrica ou a gás), para suprir eventuais necessidades. Esse componente é automaticamente acionado quando a temperatura da água no reservatório esfria (Figura 05).

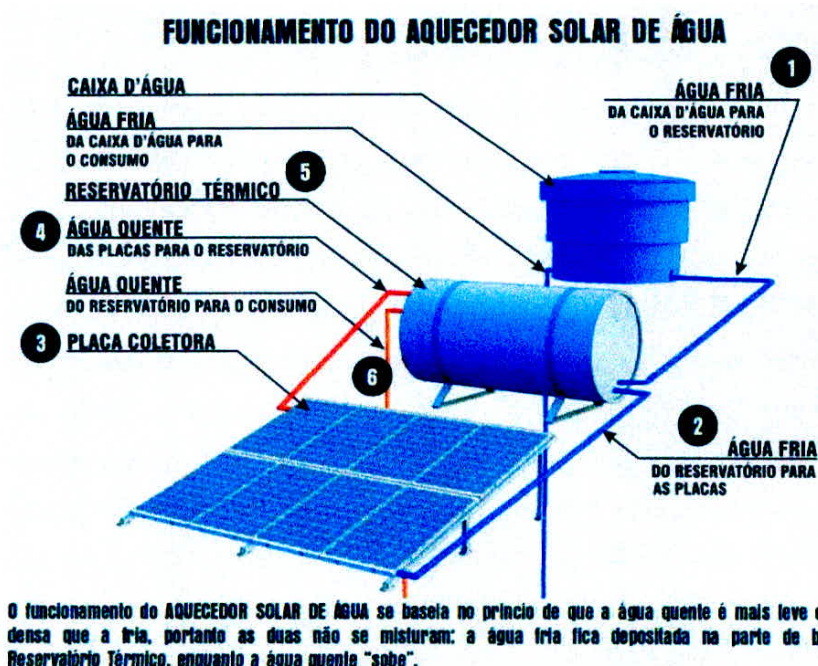


Figura 05. Aquecedor solar de água

Assim como os sistemas de aquecimento de água, os sistemas fotovoltaicos possuem como base para o seu funcionamento a energia solar. Células fotovoltaicas convertem a luz do sol em energia elétrica. O elemento básico de um sistema solar fotovoltaico é o material condutor, que geralmente é o silício (Figura 06).



Figura 06. Painéis Fotovoltaicos

Quando a radiação solar dentro de determinados comprimentos de onda incide sobre uma célula solar, o silício libera elétrons que geram eletricidade, e a sua eficiência em converter luz solar em eletricidade pode variar entre 10 e 15%, dependendo da tecnologia adotada (KEELER; BURKE, 2010).

Dessa forma, os coletores ou painéis solares, devem estar posicionados adequadamente para melhor aproveitamento do sol e toda sua movimentação diária. As placas fotovoltaicas proporcionam fonte de energia limpa e renovável pois o silício não é tóxico, requer pouca área para a instalação das placas e pouca manutenção, as placas são silenciosas, não emitem gases de efeito estufa, geram uma economia na conta de energia e um retorno financeiro de dois a cinco anos com vida útil superior a vinte anos (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012).

Entretanto não basta apenas adquirir produtos energeticamente mais eficientes, deve-se obter ações proativas para a redução no consumo de energia, que avaliam se os processos e equipamentos interagem, identificando assim desperdícios que consomem recursos, garantir o bom funcionamento dos equipamentos para que seus desempenhos sejam mantidos o mais próximo do ideal, monitorar e agir quando desvios ocorrerem e garantir a melhoria contínua para a perpetuação das boas práticas.

### 3.2.2 Conservação, reutilização e redução da água

A atenção dada aos aspectos energéticos das edificações sustentáveis contribui para a diminuição das emissões dos gases de efeito estufa. Deve-se considerar a água tão importante quanto a energia, pois ela impacta diretamente sobre as condições de vida da população. Ela é um recurso finito e não tão abundante como parece ser, por isso deve ser poupada e o esforço tem que ser coletivo. Essa é uma noção que só começou a ser difundida nos últimos anos, à medida que os racionamentos se tornaram mais urgentes e necessários.

A sustentabilidade da água está sendo motivo de discussão mundial. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9433/97, estabelece entre seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. (SINDUSCON-SP, 2005, p.23)



A gestão da água de acordo com uma postura ecológica significa, proteger o lençol freático e as águas superficiais, reduzir o consumo de água potável e garantir a sua qualidade, minimizar o volume das águas servidas a ser tratado, com o objetivo de reduzir os custos relativos ao saneamento, ao redimensionamento das redes saturadas existentes e à construção de novas estações de tratamento, assegurar um tratamento ecológico das águas servidas, limitar a impermeabilização dos solos a fim de reduzir os riscos de inundação e criar lagos integrados às áreas verdes que melhorem a qualidade do ar e o ambiente social (GAUZIN-MULLER, 2011, p.64).

O objetivo principal é restabelecer o equilíbrio entre a oferta e demanda de água para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social. Atualmente já estão sendo criados métodos e sistemas alternativos para se chegar a esse objetivo. O reuso, a reciclagem, a gestão da demanda, a redução das perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição (SINDUSCON-SP, 2005).

Destaca-se o direito de informação por parte do cidadão, onde as concessionárias de água devem alertar o consumidor para a necessidade urgente de economizar e de evitar vazamentos e outras perdas, propor medidas para ajudar a sociedade a enfrentar essa crise.

O consumo total de água, independentemente da tipologia do edifício, é composto por uma parcela que é usada e outra que é desperdiçada. A água utilizada é aquela necessária para a realização das diferentes atividades.

Segundo Oliveira (1999 apud OLIVEIRA; et al. 2007, p.08), “conceitua desperdício como sendo toda a água que está disponível em um sistema hidráulico e é perdida ou utilizada de forma excessiva”. Para a redução do desperdício de água nos edifícios, pode-se implementar: ações que incentivam e dão subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e redução de tarifa, ações que por meio de campanhas educativas e de sensibilização do usuário, impliquem na redução de consumo com relação ao uso da água nas atividades e da mudança do comportamento individual; ações que por meio da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, da detecção e correção de vazamentos, realizem o reaproveitamento de água e da reciclagem de água servida. Contudo é de grande importância a implementação dos três tipos de ação para que se obtenham resultados desejáveis e a redução de consumo de água seja permanente.

Dessa maneira, o desperdício engloba, a perda que é toda a água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade, e pode ocorrer por causa de vazamentos, mau desempenho do sistema e negligência do usuário, e o uso excessivo que por sua vez, ocorre quando a água é utilizada de modo inadequado em uma atividade como o uso de procedimentos inadequados e o mau desempenho do sistema.

O desperdício e a escassez da água atualmente estão ocasionando grandes problemas sócio ambientais. Em São Paulo 30% da água produzida é perdida em vazamentos nas tubulações. Uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água diariamente em sua residência, dependendo da região. A maior parte decorre do uso do chuveiro, responsável por 55% do consumo, contabilizando gastos de água em torno de 45 a 144 litros (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012, p.48).

Para a implementação de um programa de conservação de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos. Vale ressaltar que os valores de consumo apresentados na figura não representam, necessariamente, a realidade de toda e qualquer edificação habitacional (SINDUSCON-SP, 2005), (Figura 07).

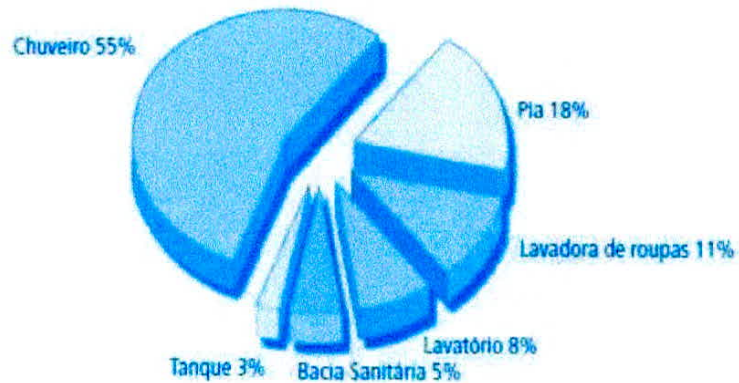


Figura 07. Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar

Em edificações residenciais, os usos de água no ambiente interno distribuem-se principalmente em atividades de limpeza e higiene, e no ambiente externo ocorrem devido à irrigação, lavagem de veículos e piscinas, entre outros. De acordo com essa classificação, a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos: potáveis: higiene pessoal, ingestão e preparação de alimentos (usos de água com rigoroso padrão de potabilidade, conforme estabelecido na legislação aplicável); não potáveis: lavagem



de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, entre outros (SINDUSCON-SP, 2005).

1. De acordo com Tajiri; Cavalcanti; Potenza, (2012), a partir de programas de conservação e reuso, são realizadas medidas para reduzir o consumo da água, contribuindo para a sua preservação. Desde as mudanças de hábito dos consumidores até a implantação de equipamentos modernos, podem garantir a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício. Os equipamentos em que se observam os maiores níveis de consumo de água são:
2. Torneiras consomem em média 25%: Uma torneira meio aberta, por cinco minutos, gasta de 12 litros (banheiro) a 39 litros (cozinha) em casas e pode chegar a 80 litros em apartamentos.
3. Bacia sanitária consome por volta de 5% a 14%: As fabricadas a partir de 2003 gastam 6 litros por acionamento, mas as antigas gastam a partir de 9 litros.
4. Chuveiro consome de 50% a 55%: Uma ducha de 15 minutos consome 135 litros de água em casas e 243 litros em apartamentos; o chuveiro elétrico gasta, respectivamente, 45 e 144 litros.
5. Máquina de lavar roupas: Com capacidade para 5kg de roupas, consome 135 litros de água.
6. Tanque: A torneira aberta por 15 minutos chega a gastar 279 litros.
7. Mangueira: Regar as plantas por 10 minutos pode gastar até 186 litros.
8. Piscina: Um tanque médio não coberto perde, aproximadamente, 3.700 litros por mês com evaporação.
9. Vazamentos: Um buraco de 2 mm em um cano desperdiça até 3.200 litros de água em um dia, e uma torneira gotejando, até 46 litros.

A troca de bacias sanitárias com descargas convencionais por outras com válvulas do tipo dual flush pode reduzir em até 50% o consumo de água. Torneiras de lavatórios encontradas em banheiros e cozinhas e chuveiros devem possuir arejadores ou borrifadores, que reduzem a seção de passagem da água e direcionam o fluxo do jato. O seu uso nas torneiras traz redução de cerca de 50% da vazão nas mesmas condições de uso.

Por meio de medidas adotadas para se obter o reuso e o aproveitamento de água, e da descrição das tecnologias economizadoras para os pontos de consumo pode-se

avaliar os reais benefícios e a viabilidade de se implantar esses sistemas e componentes em edificações residenciais.

A implantação de um Programa de Conservação de Água (PCA) em uma nova edificação, inicia-se com a etapa de avaliação preliminar, na qual se realiza a avaliação da demanda e oferta de água para proposição de soluções viáveis técnicas e econômicas. Sistemas de reaproveitamento de águas servidas utilizam tanto a água da chuva quanto água já utilizada uma vez na casa, como em uma ducha, banheira ou máquina de lavar roupa, para usos secundários que não necessitam de água potável, como em descargas de bacias sanitárias, rega de jardins e lavagem de quintais (SINDUSCON-SP, 2005 e ROAF, 2014), (Figura 08). A Figura 08 ilustra um sistema esquemático de reuso de água em uma residência horizontal unifamiliar. Nessa figura o sistema de reuso é constituído por dois reservatórios, um inferior e outro superior e a água é reutilizada na bacia sanitária e em uma torneira de jardim. Todo o sistema e pontos de utilização de água de reuso devem estar devidamente identificados (OLIVEIRA; Et al. 2007).

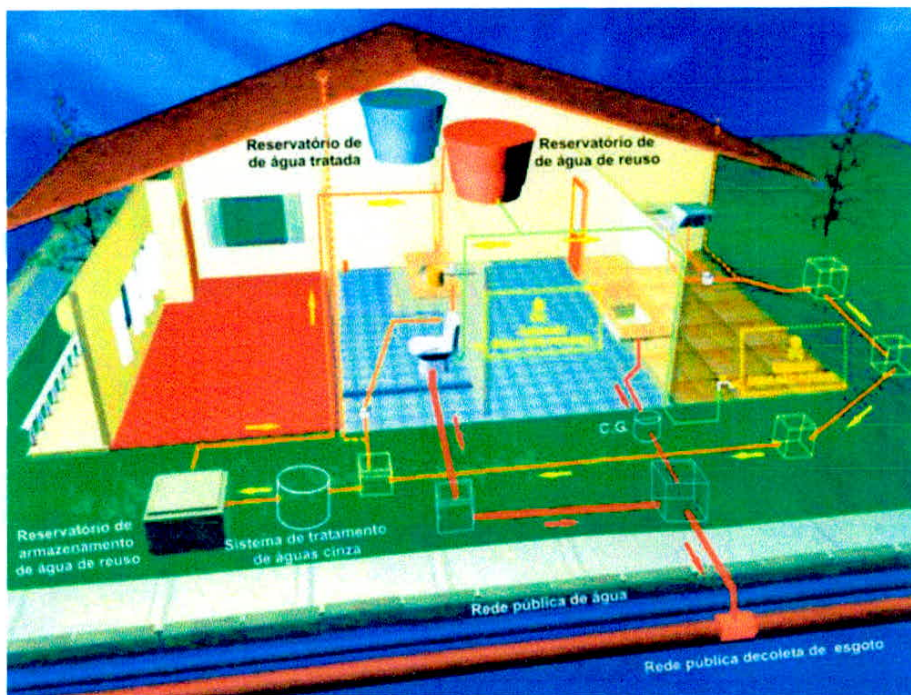


Figura 08. Sistema de reaproveitamento de água

O reaproveitamento de águas servidas reduz muito a necessidade de uso de água potável em aplicações não potáveis, sendo a água efetivamente utilizada mais de uma vez antes de ser lançada ao esgoto. Um dos procedimentos para reuso da água realizado por usuários de edificações residenciais é a reutilização da água de enxágue da máquina de



lavar roupas para a limpeza de pisos, rega de jardins ou lavagem de outras roupas. (ROAF, 2014 e OLIVEIRA, 2007), (Figura 09).



Figura 09. Reaproveitamento da água da máquina de lavar roupa

Os sistemas de aproveitamento de água da chuva proporcionam uma economia no consumo residencial de até 45%. A água da chuva deve ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação, limpeza de garagens e calçadas e em descargas sanitárias, desde que haja controle de sua qualidade e após a verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde dos usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012).

Para a implantação do sistema o projeto da edificação deve considerar e explorar os sistemas de captação de águas pluviais. Isso envolve a especificação de calhas bem dimensionadas, o fácil acesso a todo sistema, para manutenção, e o cálculo da inclinação da cobertura, que não deve acelerar o fluxo de água nem impedir sua condução até a cisterna (MEDEIROS, 2012), (Figura 10).

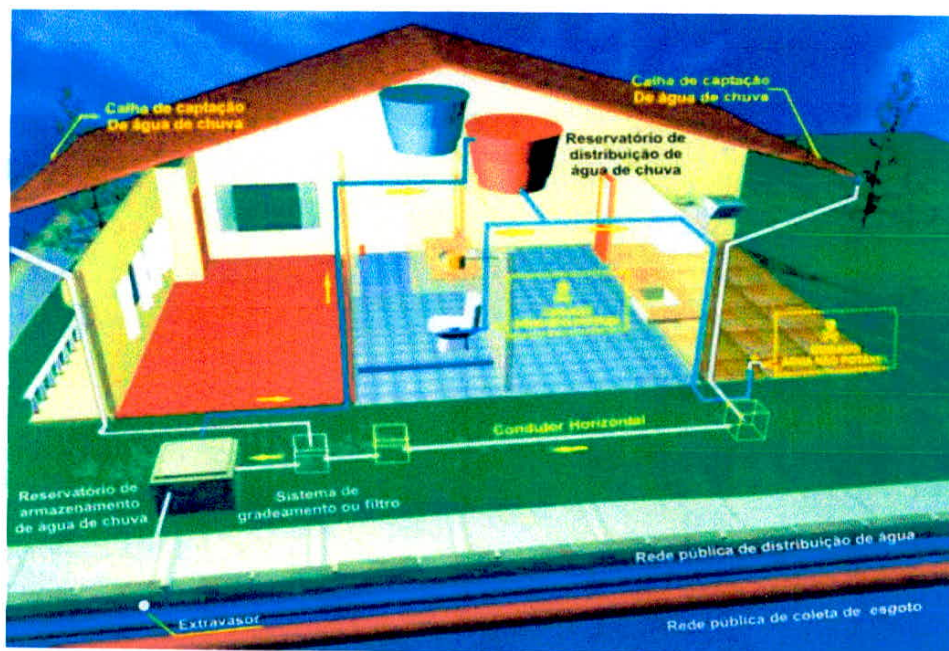


Figura 10. Sistema de aproveitamento da água da chuva

Segundo Fewkes (1999 apud OLIVEIRA; Et al. 2007), os sistemas de aproveitamento de água de chuva podem ser implantados nos sistemas hidráulicos prediais que visam reduzir o consumo de água potável. Para regiões com períodos chuvosos, esse sistema é amplamente viável. Em regiões com períodos prolongados de estiagem a adoção desse sistema requer a implantação de unidades de reservação com dimensões maiores, o que torna o sistema mais oneroso. Nesse caso, é aconselhada a adoção de um sistema integrado de aproveitamento de água de chuva e de reuso de efluentes domésticos, de forma a tornar o sistema funcional durante todo o ano, ampliando assim, o potencial de sustentabilidade.

### 3.2.3 Conforto Ambiental

O estudo do entorno e das condições climáticas da área de estudo é essencial para projetar uma habitação que tenha conforto e qualidade de vida para seus moradores.

“Para abrigar novas soluções e técnicas sustentáveis para uma edificação, utilizam-se como base de projeto as condições climáticas do entorno, ciclo de vida da edificação e o aproveitamento sustentável dos materiais” (MEDEIROS, 2012, p.19).

As edificações estão ligadas o tempo todo com o ambiente externo, estão rodeadas de energias disponíveis para o próprio uso no interior, na forma de luz, calor, vento e sol. É preciso ficar atento sobre a função e os momentos de uso de cada cômodo de uma casa, para adequar no terreno de acordo com o tipo de luz e calor necessário. “Qualquer *ecohouse* deve atualmente ser projetada para fazer mais com menos, para atender bem às suas respectivas funções, usando recursos suficientes, mas não excessivos, por meio de um projeto elegante e custos bem gerenciados” (ROAF, 2014, p.22).

O projeto de ambiente externo com o interno, deve-se adequar com as seguintes estratégias: a edificação tem que ser posicionada de maneira útil de acordo com a localização e o entorno do terreno, para se tornar eficiente e permitir que a distribuição dos espaços tenha conforto ambiental e usabilidade consciente, adquirir de forma sustentável os recursos disponibilizados do lado externo como complemento ao conforto ambiental da habitação, priorizar o uso da vegetação nativa para sombreamento e conforto térmico e integrar de forma funcional, os subsistemas sustentáveis, alinhando-os às escolhas de eficiência e economia de recursos energéticos. (MEDEIROS, 2012)

O conforto ambiental está relacionado à sensação de bem-estar. O conforto dos espaços internos é uma combinação dos parâmetros objetivos que são as características



do determinado espaço. Esses parâmetros podem ser específicos e gerais, tratando-se, os primeiros, de conforto térmico, acústico e visual, e os gerais são dimensões do espaço, fluxo interno, requisitos de organização (MEDEIROS, 2012).

O projeto da habitação sustentável deve adequar ao clima do local onde vai ser inserido, construindo espaços que possibilite ao homem condições de conforto e amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como excessivo calor, frio ou ventos. As variáveis que interferem no desempenho térmico de uma edificação é a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância de época e o sentido dos ventos e índices pluviométricos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

De acordo com INMET, (2009 apud TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012), o conforto térmico faz com que o usuário adquira prazer dentro de sua habitação, porém a sensação térmica agradável ao homem varia de pessoa para pessoa. O conforto térmico está relacionado com as variáveis do ambiente, como temperatura, umidade relativa e velocidade de deslocamento do ar e também das variáveis humanas, tais como vestimentas e atividades físicas. A INMET criou um diagrama caracterizando uma zona de conforto térmico em função apenas da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar, como mostrado na figura 11.

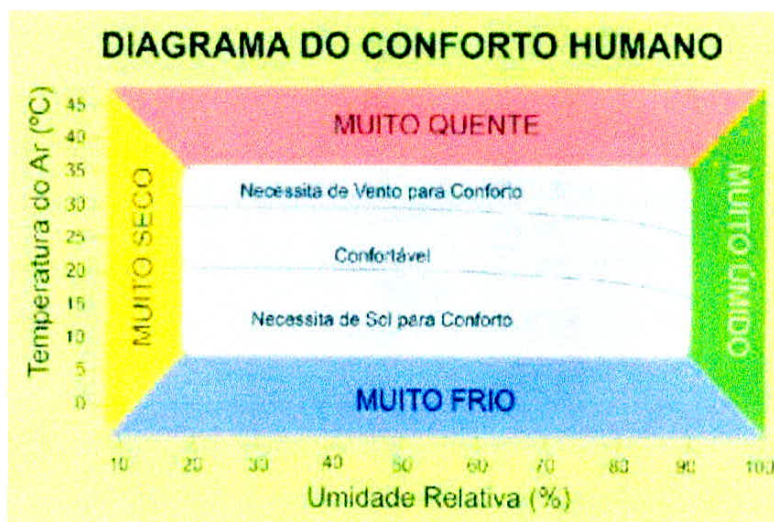


Figura 11. Diagrama conforto Humano

Para o ser humano estar em devido conforto de acordo com a temperatura do ambiente, essa deve variar entre 18° e 30°C. Abaixo dos 18° há a necessidade de calor para aquecer e manter o conforto já acima de 30° há a necessidade de controlar a

incidência de radiação solar, para isso existem diversas formas de obter o conforto satisfatório, com a utilização de brises, implantação de telhados verdes, janelas adequadas ao local do ambiente, entre outros (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012).

No Brasil existe em predominância dois tipos de clima, o clima quente seco e o quente úmido (Figura 12).

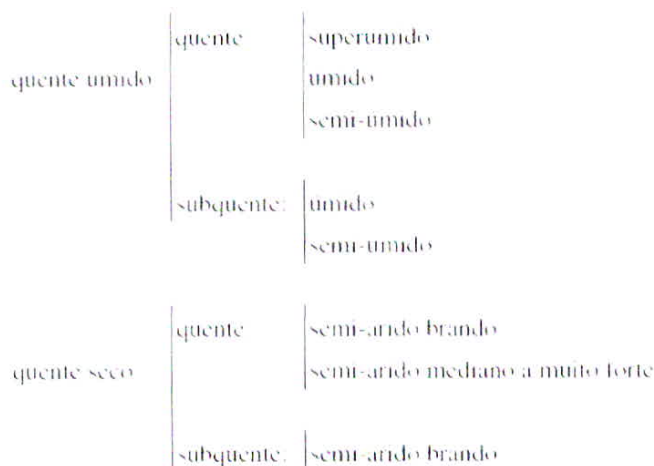


Figura 12. Grupos distintos de clima quente: seco e úmido

Com base na figura 12, quanto mais seco for o clima, as temperaturas serão extremas, este fenômeno acontece por causa das partículas de água que ficam suspensas no ar e tem a capacidade de receber o calor do Sol e se aquecerem fazendo com que na parte da noite a temperatura do ar fique mais baixa do que a do solo e tenderá a entrar em equilíbrio térmico, dissipando o calor armazenado durante o dia. Porém quanto mais úmido estiver o ar, maior será a quantidade de água em suspensão. Assim, essas partículas, vão armazenar o calor e devolver o calor retido ao ar, dificultando a dissipação do calor do solo, pois parte desse calor será devolvido na direção do solo e a outra parte para a atmosfera, assim, as temperaturas noturnas do ar vão ser parecidas com as diurnas. Nas localidades onde o clima é predominantemente quente, não é recomendável que a radiação atinja as construções e penetre nos ambientes, pois causa ganhos demasiados de calor. É importante determinar a posição do Sol, para proteger a envoltória da edificação (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Em Varginha o clima predominante é o tropical, e a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos.



As estratégias para combater o ganho de calor devido à radiação solar e à consequente elevação de temperatura do ar interior, e a das superfícies internas que rodeiam as pessoas, consistem em: posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devida à energia solar, proteger as aberturas contra a entrada de sol, dificultar a chegada do sol às superfícies do envelope do edifício, minimizar a absorção do sol pelas superfícies externas, determinar a orientação e o tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural (CORBELLA; YANNAS, 2009, p.42).

A ventilação nada mais é que o movimento do ar entre uma edificação e o seu exterior, e o arejamento interno da habitação que afeta a sensação de bem-estar do ser humano. Para minimizar a necessidade de utilização de aparelhos eletrônicos para refrigeração e ventilação do ambiente é importante projetar uma casa em que se prioriza a ventilação natural, proporcionando otimização da eficiência energética e do conforto térmico aos usuários. (TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012).

De acordo com Medeiros (2012, p.23), “pode-se obter conforto através da ventilação noturna que reduz a massa térmica do edifício à noite, e a velocidade do ar que gera uma sensação de resfriamento”. Portanto, em climas quentes e úmidos a ventilação cruzada promove o posicionamento de aberturas de janelas que permitem excelente ventilação e favorece o aproveitamento dos ventos da região (Figura 13).

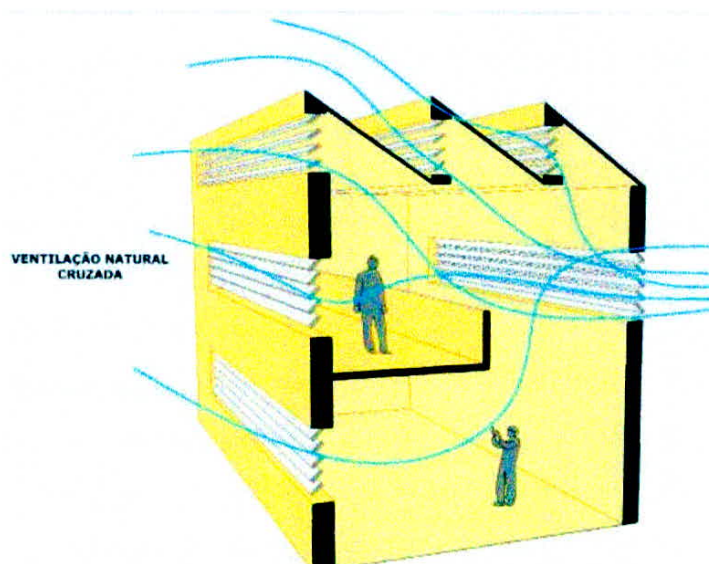


Figura 13. Corte de ventilação natural cruzada

Projetos que possuem áreas com vegetação podem ajudar a modificar o ambiente dentro e fora da casa. O processo de evapotranspiração das superfícies das folhas resulta em resfriamento do ar (PAULA, 2004 apud TAJIRI; CAVALCANTI; POTENZA, 2012), (Figura 14).

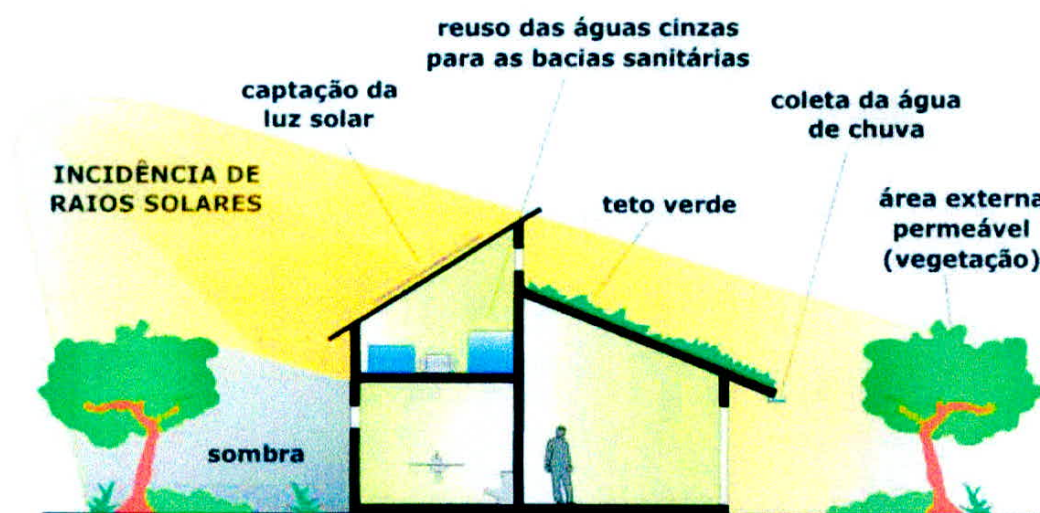


Figura 14. Uso da vegetação como sombreamento para conforto térmico

Os sistemas de ventilação podem representar de 20% a 60% das despesas energéticas. É aconselhável fazer circular o calor das zonas expostas ao Sol (face Norte) para as zonas não expostas (face Sul), para garantir de forma natural o conforto dos usuários no verão (GUAZIN-MULLER, 2011).

É importante posicionar a edificação de uma maneira que consiga uma corrente de ar no seu interior, organizar os espaços internos, estudar a localização para o dimensionamento das aberturas, que irá controlar a entrada da luz e da radiação direta e estudar a geometria e as cores das superfícies internas, para conseguir uma distribuição homogênea da luz no interior. Essas são algumas estratégias para se obter uma boa iluminação natural nas edificações (CORBELLA; YANNAS, 2009).

A luz natural admitida no interior das edificações consiste em luz proveniente diretamente do sol. É um aspecto fundamental tanto do ponto de vista do consumo de energia quanto do conforto visual.

O conforto visual é uma condição importante a alcançar para promover o bem-estar, a saúde e, também, para aumentar a produtividade. Este conforto é também determinado pela iluminação natural captada com os olhos, receptores extremamente sensíveis e complexos que precisam de conforto para funcionarem de forma eficiente.



O projeto sustentável deve, no mínimo, projetar uma edificação cujo eixo principal seja com fontes de luz natural, o que maximiza a iluminação e minimiza os ganhos térmicos. Para que haja um equilíbrio entre janelas e a implantação da edificação, as primeiras devem ser planejadas com cuidado, e onde quer que as aberturas forem projetadas, é importante considerar como a iluminação natural entrará no cômodo e como a luz solar direta será barrada. Além das vantagens da iluminação natural, deve-se preocupar também com os seus pontos fracos, sendo ele o ofuscamento. Para reduzi-lo é necessário difundir a luz em vez de deixá-la entrar em um espaço diretamente, ou seja, utilizar vários focos de luz ao invés de um único ponto (KEELER; BURKE, 2010).

Para obter um conforto visual adequado, devem-se escolher lâmpadas e luminárias que reproduzam adequadamente as cores e que evitam o ofuscamento direto ou indireto. Deve-se lembrar também que a luz mais confortável para os olhos é a luz natural, a qual deve ser explorada ao máximo, estimulando o consumo racional e sustentável de energia.

Outro conforto importante que deve ser mencionado é o conforto acústico e deve ser considerado no projeto de arquitetura. Para proteger a habitação dos ruídos externos, o arquiteto deve estudar a implantação e a orientação do edifício em função das fontes de ruídos conhecidas. Para garantir o conforto dos usuários, é preciso reforçar o isolamento acústico da cobertura, das paredes externas, das superfícies envidraçadas, das aberturas de entrada de ar e dos pisos (GAUZIN-MULLER, 2011).

O ruído pode ser controlado atuando sobre a fonte produtora do som, anulando ou diminuindo, monitorando seu caminho de propagação para evitar a transferência do ruído à estrutura da edificação. Existem os isolantes acústicos que tem como objetivo reduzir a energia do som transmitido e os absorventes acústicos que servem para reduzir a energia de um som refletido por uma superfície do mesmo ambiente (CORBELLA; YANNAS, 2009).

#### 3.2.4 Conceito Verde

A paisagem do entorno pode orientar a análise das decisões do projeto, buscando harmonizar integralmente todos os itens que o constituem. Através do ordenamento da vegetação em função da circulação e das áreas de lazer que se pretende criar, desenvolve-se o paisagismo funcional e a estética agradável. O responsável pelo paisagismo deve determinar o tipo de vegetação, sua altura, localização e seu sombreamento. É muito importante para o bem-estar manter, de forma regular, o contato visual com os elementos

naturais, porque reforçam a sensação de serenidade e de confiança, restabelecendo a relação com a natureza. Assim, uma superfície ampla com áreas verdes, podendo ser telhado verde, jardim vertical, hortas, floreira ou fachada verde é um aspecto positivo a considerar na concepção de espaços habitacionais, e além das funções estéticas e de sombreamento, tem o papel de fornecer alimentos (MEDEIROS, 2012).

De acordo com Abbud (2010), o paisagismo sobre a laje é uma alternativa vantajosa. No planejamento de jardins sobre lajes, a primeira medida é saber se é possível que a terra do jardim fique no mesmo nível dos pisos, como nos jardins sobre o solo normal. Em seguida, é preciso estudar o porte da vegetação que será utilizada, para avaliar as cargas e acrescentá-las no dimensionamento das vigas, lajes e pilares.

Para ser feito começa-se pela laje, faz-se uma camada de regularização com argamassa, de modo que se dê caimento da água para os ralos, que deverão estar tanto nas áreas de piso como sob os canteiros. Sobre essa regularização, aplica-se impermeabilização com manta anti-raízes e, para protegê-la de perfurações, coloca-se nova camada protetora de argamassa. Por cima desse estrato, emprega-se 10cm de brita ou argila expandida, para criar vazios e facilitar a drenagem da água. Isso é importante para evitar que as raízes venham a apodrecer. Essa camada drenante deverá ser coberta ainda por manta geotêxtil que é uma espécie de tela fechada para filtrar a água, separando-a do último componente, a terra para o plantio. A porção de terra deve ter no mínimo 40cm de profundidade, mas se forem usados arvoretas e arbustos maiores, o ideal é 70cm de profundidade. Camadas de terra menores que 40cm são toleráveis para gramados, desde que se utilize irrigação automática, com times computadorizados pois sem isso, a ação constante do sol e do vento resseca rapidamente o solo e compromete a grama (ABBUD, 2010, p.151) (Figura 15).

Segundo Tajiri; Cavalcanti; Potenza (2012), o telhado verde consiste no uso de coberturas vegetais (grama, flores, árvores e arbustos), ao invés de cerâmica ou cimento para revestir as lajes de casas e prédios. As vantagens obtidas através da aplicação do telhado verde são:

- 1- Diminui a poluição e melhora a qualidade do ar das cidades. A vegetação absorve as substâncias tóxicas e a libera oxigênio na atmosfera.
- 2- Ajuda a combater o efeito de Ilhas de Calor nas grandes cidades.
- 3- Melhora o isolamento térmico da edificação. Protege contra as altas temperatura no verão e ajuda a manter a temperatura interna no inverno.



- 4- Melhora o isolamento acústico da edificação. A vegetação absorve e isola ruídos.
- 5- Maior retenção da água das chuvas. A vegetação auxilia na drenagem da água da chuva, reduzindo assim a necessidade de escoamento de água e de sistemas de esgoto e ainda filtra a poluição dessas águas.
- 6- Diminui a possibilidade de enchentes. Como retém melhor a água da chuva, o excesso não vai para as ruas.
- 7- Ajuda na diminuição da temperatura do micro e macro ambientes externo.
- 8- Reduz o consumo de energia, e melhora a eficiência energética devido à redução da temperatura no ambiente interno, diminuindo a necessidade de refrigeração.
- 9- Aumento da biodiversidade, atraindo pássaros, borboletas entre outros.
- 10- Embeleza a edificação e a cidade.

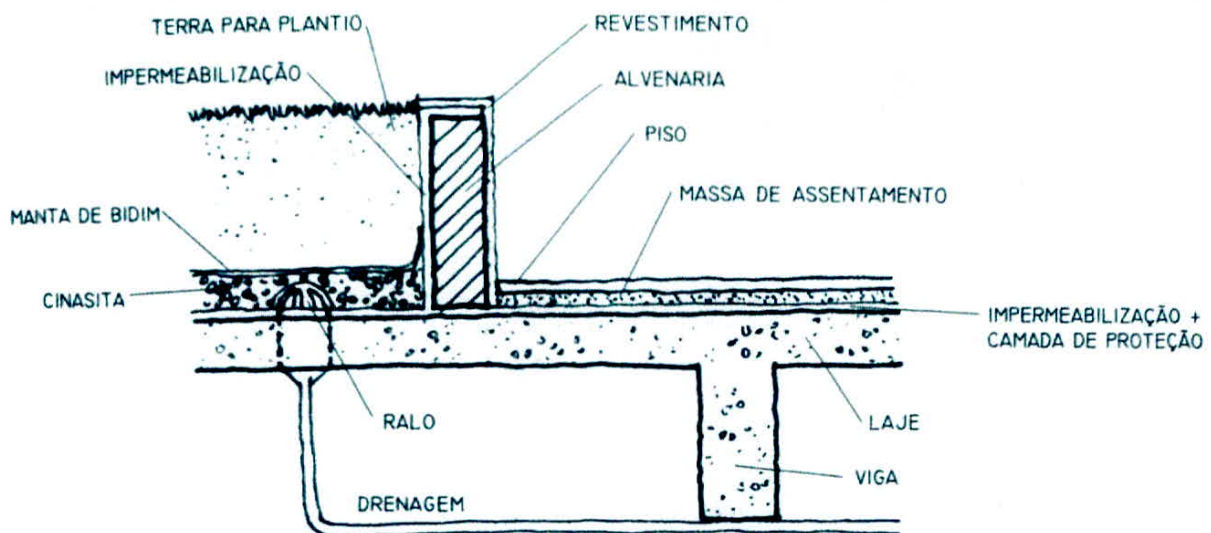


Figura 15. Detalhe de jardim sobre laje

A estrutura dos jardins verticais produz oxigênio, reduz o ruído urbano e ajuda a combater o efeito de ilha de calor. O empilhamento verde tem como objetivo proporcionar conforto térmico, visual e eficiência hídrica, podem ser utilizados na área externa, interna ou na fachada da edificação (MEDEIROS, 2012), (Figura 16, 17 e 18).



Figura 16. Jardim vertical na área externa



Figura 17. Jardim vertical na área interna





Figura 18. Jardim vertical na fachada

#### 4 REFERÊNCIAS PROJETUAIS

Nesse capítulo será abordado algumas referências projetuais que tiveram como iniciativa aderir a sustentabilidade no seu projeto. A Casa Eficiente, localizada em Florianópolis/SC, que foi resultado de uma parceria firmada entre a ELETROSUL/ELETRONBRAS/PROCEL e o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina.

O projeto arquitetônico, de autoria das arquitetas Maciel; Andrade, “incorpora estratégias de adequação climática, eficiência energética e uso racional da água, as quais foram reunidas em uma edificação residencial que funciona como vitrine de tecnologias e laboratório de pesquisa”.

Abaixo estão descritos os principais condicionantes de projeto e nas figuras 19, 20 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 mostra o projeto e os esboços realizados para dar funcionalidade as práticas adotadas:

1. Melhor aproveitamento das condições climáticas locais (radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e ventos predominantes) para definição das soluções de projeto.
2. Emprego de sistemas alternativos de resfriamento e aquecimento ambiental.
3. Prioridade no uso de materiais locais (renováveis ou de menor impacto ambiental).
4. Projeto paisagístico privilegiando o uso de espécies nativas da Mata Atlântica em vias de extinção e o uso de espécies frutíferas. Aproveitamento da vegetação para criação de um microclima local agradável.
5. Uso racional de água. Instalações hidráulicas utilizando peças e linhas econômicas.
6. Uso de equipamentos que promovem um baixo consumo de água (ou equipamentos economizadores de água), aproveitamento de água pluvial, tratamento de efluentes por zona de raízes e aproveitamento dos efluentes de águas cinza (de banho, tanque, máquina de lavar roupa e lavatório) após tratamento biológico.
7. Integração do partido arquitetônico com sistemas complementares, tais como aquecimento solar e geração de energia fotovoltaica.
8. Acessibilidade a todos os ambientes, facilitando a visita pública.

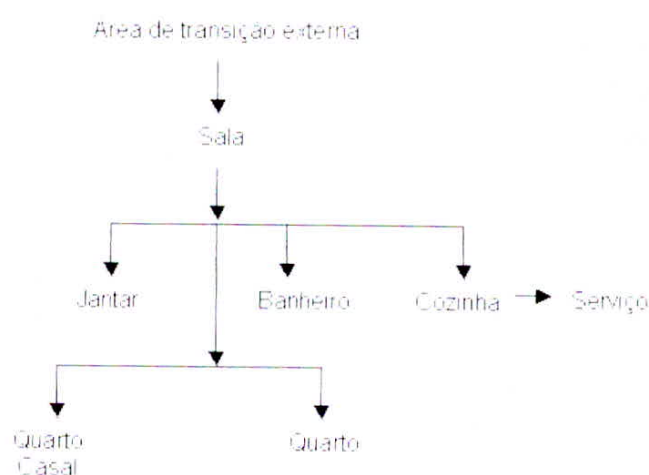


Figura 19. Fluxograma da Casa Eficiente



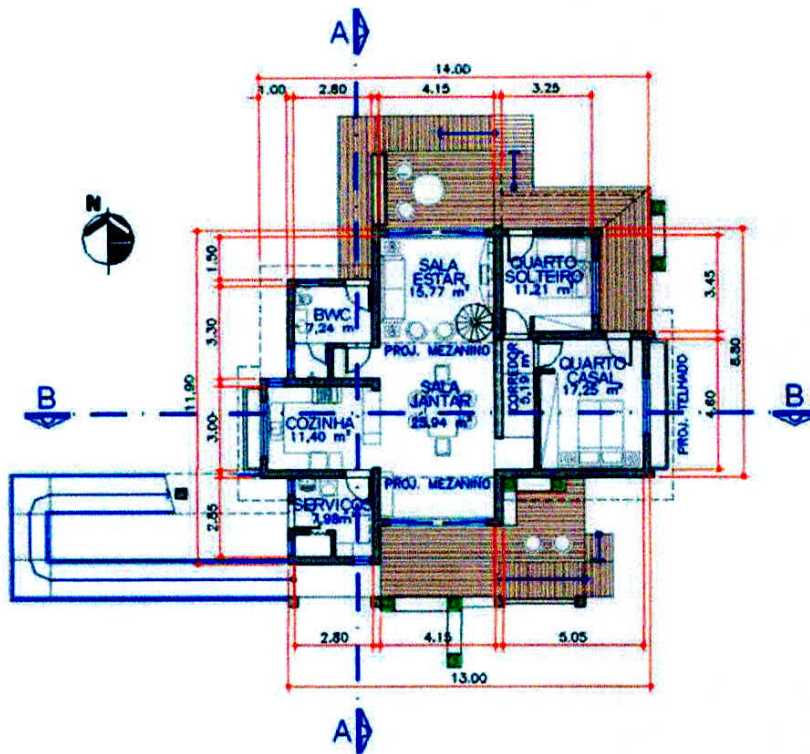


Figura 20. Planta baixa da Casa Eficiente – Pavimento Térreo

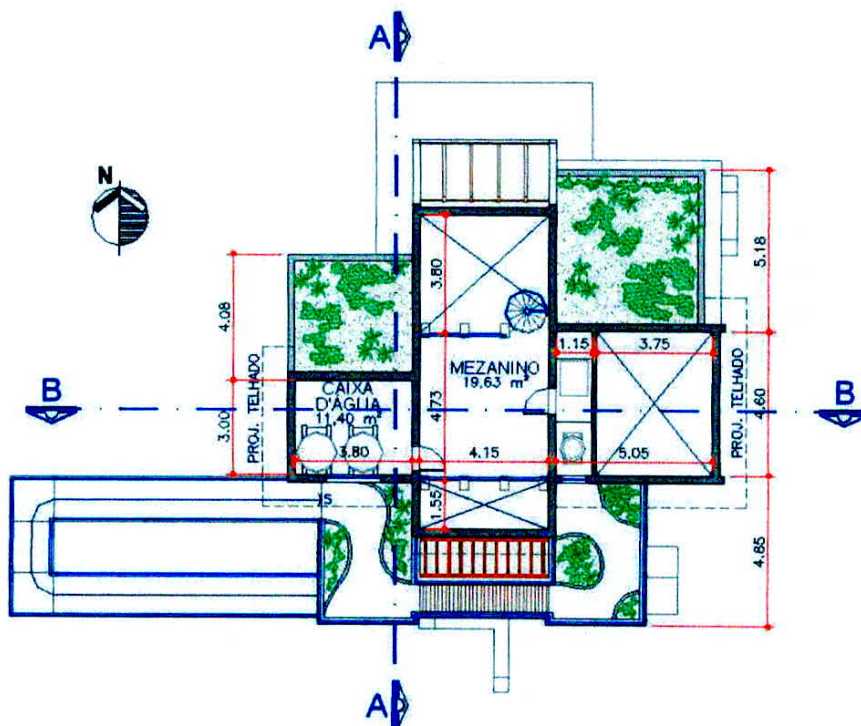


Figura 21. Planta baixa da Casa Eficiente – Mezanino

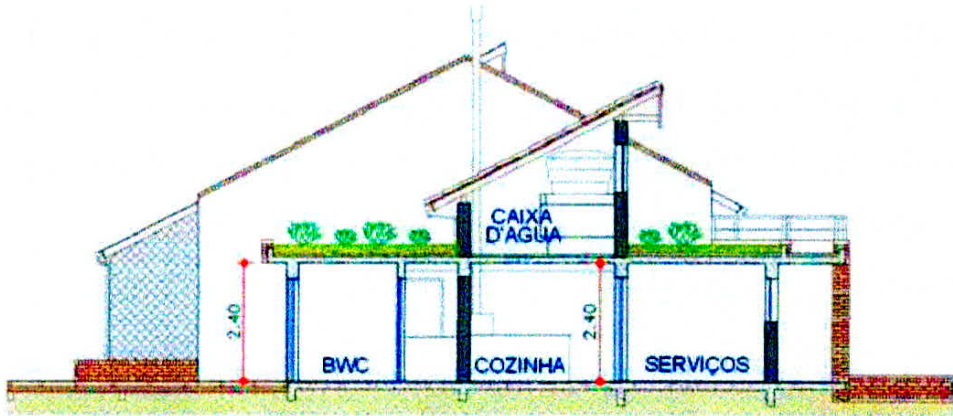


Figura 22. Corte AA – Casa Eficiente

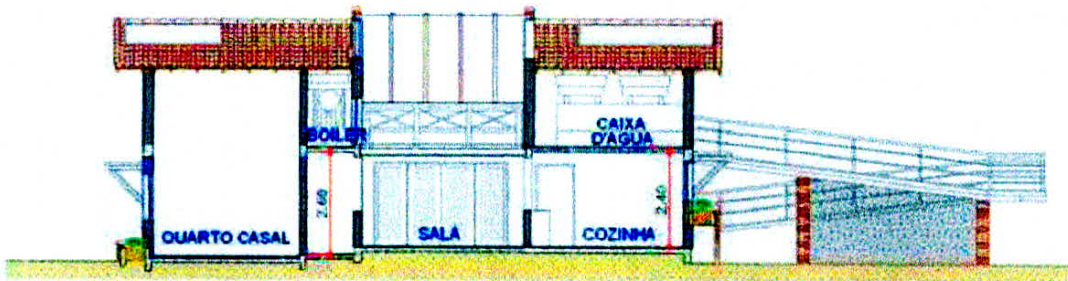


Figura 23. Corte BB – Casa Eficiente

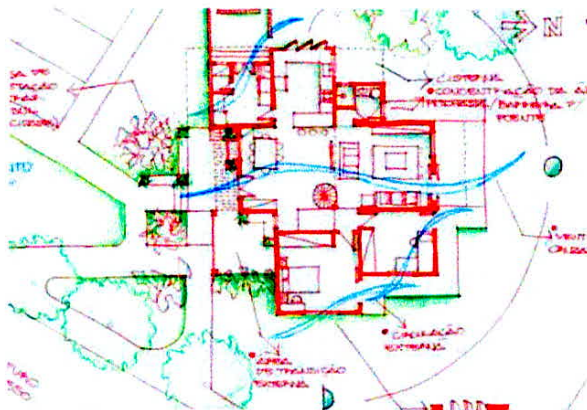


Figura 24. Croqui de estratégias bioclimáticas – Casa Eficiente

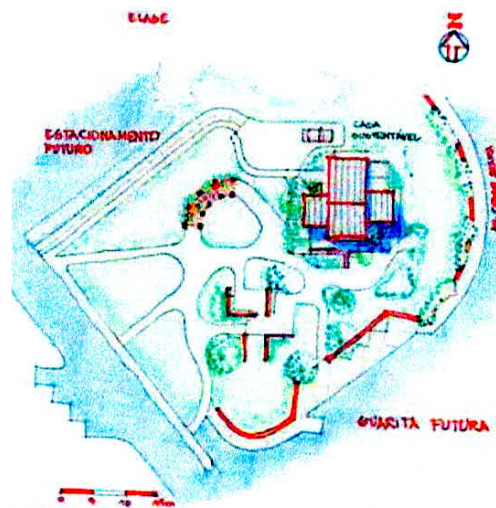


Figura 25. Projeto Paisagístico – Casa Eficiente



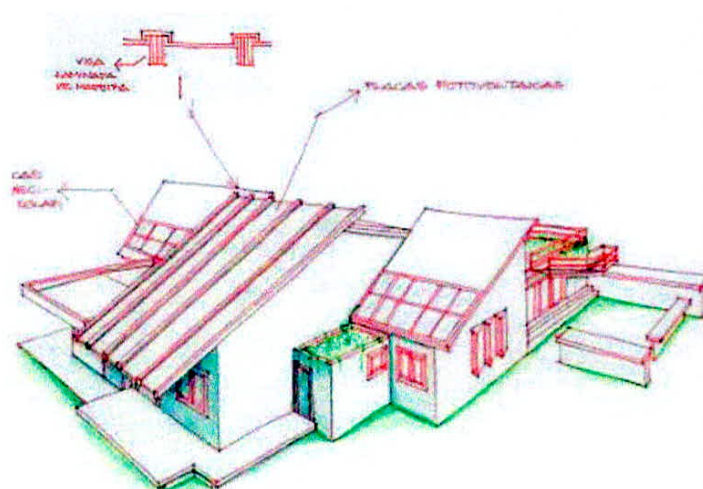


Figura 26. Fachada Norte: Coletores solares e painel fotovoltaico – Casa Eficiente

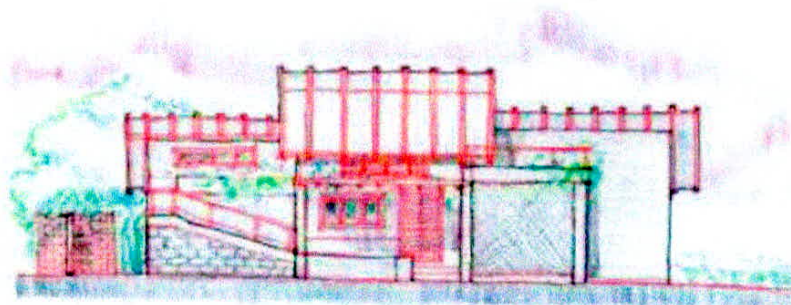


Figura 27. Fachada Sul – Casa Eficiente

A Casa Folha construída no ano de 2008 na cidade Angra dos Reis/RJ. O projeto foi desenvolvido para o clima quente e úmido no qual a casa está situada. A cobertura foi projetada no formato de folhas com o intuito de proteger todos os cômodos da casa e os espaços livres do sol. Possui pé direito muito alto e aberturas para permitir a entrada dos ventos e obter um resfriamento passivo em todas as áreas da casa. Foi utilizado vidros para integrar os ambientes internos com os externos. Toda a estrutura da cobertura foi feita em madeira laminada de eucalipto e o telhado com pequenas peças de madeira (pinús). Todas as superfícies de acabamento da casa, exceção feita ao vidro e ao cobre patinado, são naturais: Ardósia ferrugem em tiras, madeira natural, madeira de cruzeta de poste no piso do térreo e tramas de bambu (MAREINES; PATALANO, 2008) (Figura 28, 29, 30, 31 e 32).





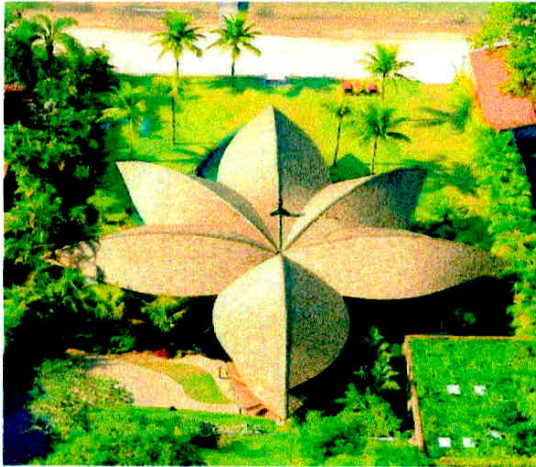


Figura 30. Cobertura - Casa Folha



Figura 31. Fachada - Casa Folha



Figura 32. Detalhe cobertura - Casa Folha

Sky Garden House, conhecida mais como Meera House projeto feito pelo escritório Guz Architects, está localizada na ilha de Sentosa em Singapura. A residência unifamiliar possui quatro andares, a estratégia foi construir um muro sólido para cada vizinho do lado para proporcionar privacidade, sempre que possível, criando uma luz e escada bem central que iria canalizar a brisa do mar através do centro do edifício. A parte dianteira e a parte traseira do edifício, possuem um terraço, permitindo que cada andar tenha acesso visual ou real da vegetação, o que permite maior interação com os diversos níveis de jardim. Com essa estratégia, os moradores podem ter a sensação de sempre estarem no nível térreo (ARCHDAILY, 2011) (Figura 33, 34, 35, 36, 37, 38 e 39).



Figura 33. Meera House

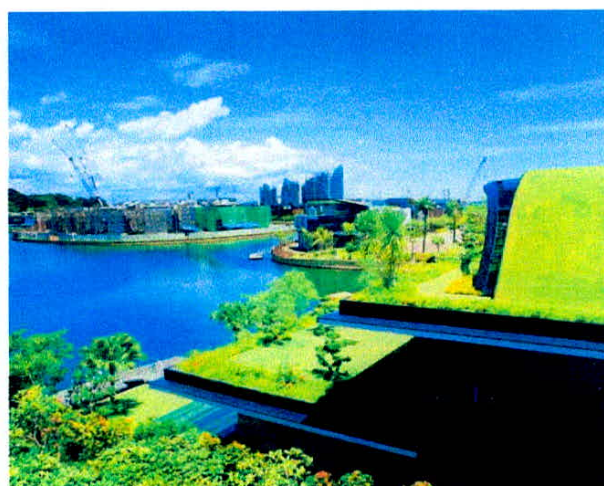
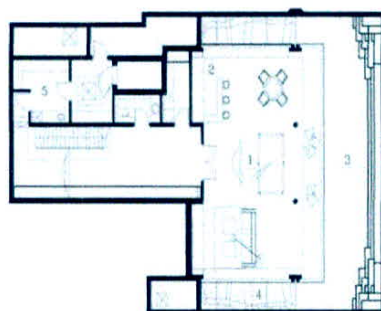


Figura 34. Telhado verde - Meera House

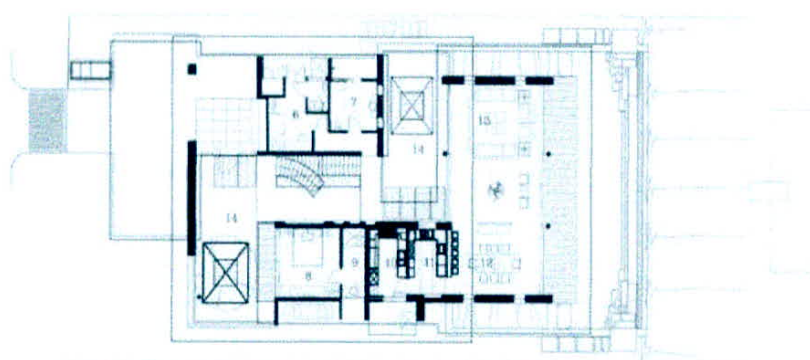
BASEMENT PLAN



- 1 MEDIA ROOM
- 2 BAR + WINE CELLAR
- 3 SWIMMING POOL
- 4 FISH POND
- 5 LAUNDRY

Figura 35. Pavimento térreo – Meera House

FIRST FLOOR PLAN



- 6 BEDROOM
- 7 BATH
- 8 GUESTROOM
- 9 GUESTBATH
- 10 WET KITCHEN
- 11 DRY KITCHEN
- 12 DINING
- 13 LIVING
- 14 FISH POND

Figura 36. Primeiro pavimento – Meera House



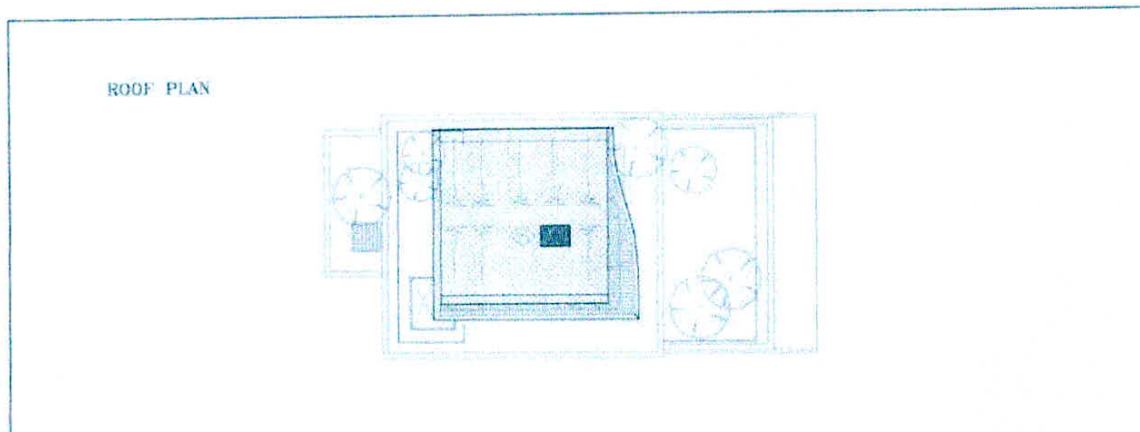


Figura 37. Cobertura – Meera House

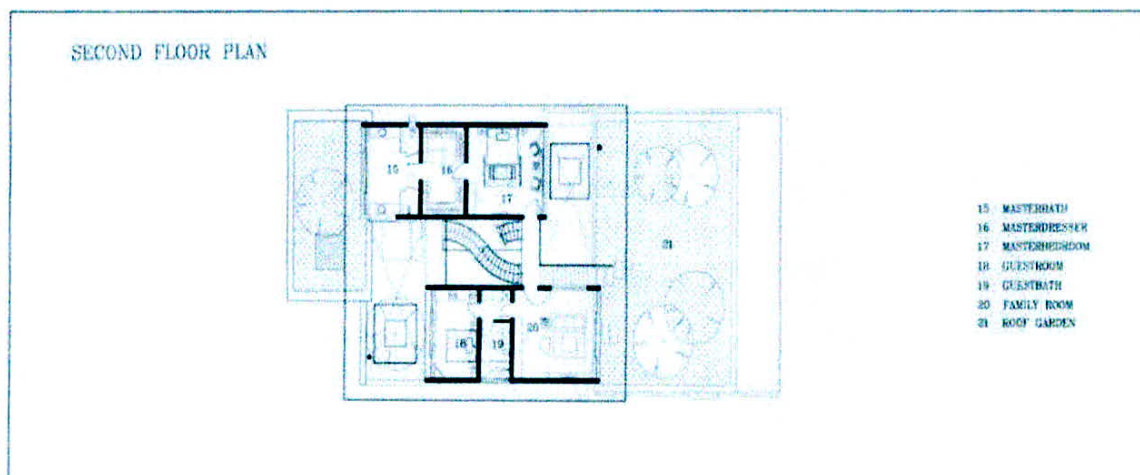


Figura 38. Segundo pavimento – Meera House

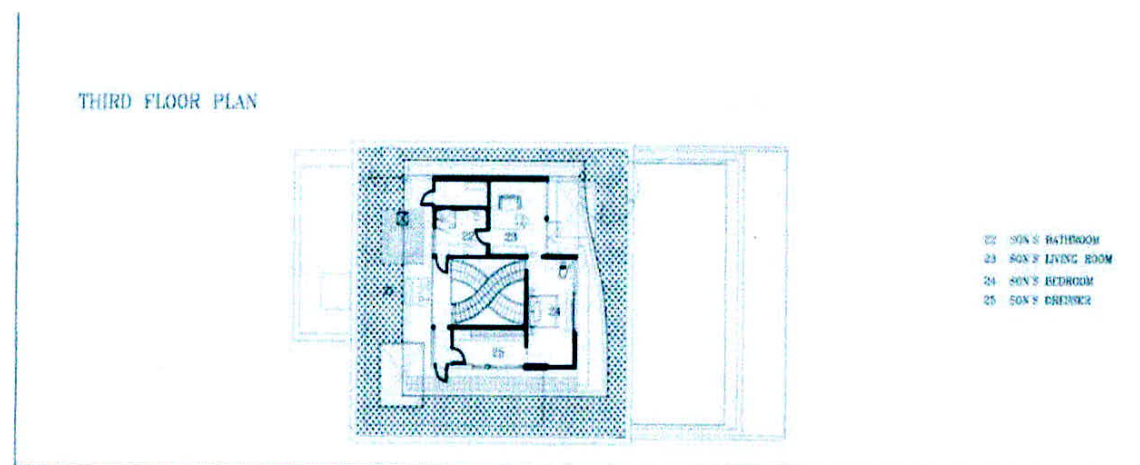


Figura 39. Terceiro pavimento – Meera House

A residência Castor Delgado Perez projetada pelo arquiteto Rino Levi em São Paulo – Brasil, ocupa um lote de meio de quadra, estreito e comprido. A partir do recuo frontal, são dispostos três volumes: na parte frontal do lote, um pequeno bloco sobre pilotis, que abriga a garagem e as dependências de empregada; ao centro, um grande prisma retangular, com pequenos recuos laterais, que organiza o corpo principal da casa; e, na parte posterior do lote, uma edícula, que absorve a irregularidade geométrica do terreno e acomoda dependências de hóspedes e salão de festas. A volumetria resultante do conjunto é pura e ganha expressão através da contraposição entre a horizontalidade do prisma principal e a verticalidade do volume sobre pilotis (Figura 40).

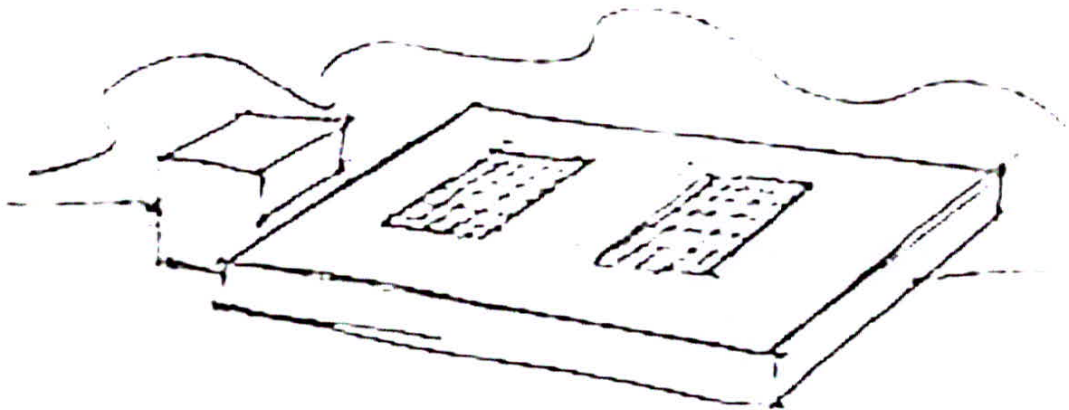


Figura 40. Volumetria – Rino Levi

O prisma principal é rasgado por um grande pátio central, que, como centro compositivo, organiza o zoneamento da casa em três de seus lados – setor de serviço na ala lateral direita, com acesso independente pela garagem; acesso e circulação principal na ala lateral esquerda; ala do setor íntimo na parte posterior do lote, garantindo privacidade aos quartos e orientação solar favorável (noroeste). A ocupação periférica do volume a partir do vazio central, como é clássico neste esquema tipológico, é transgredida com a disposição da ala do setor social, que de modo inusitado “invade” o grande pátio (Figura 41 e 42).



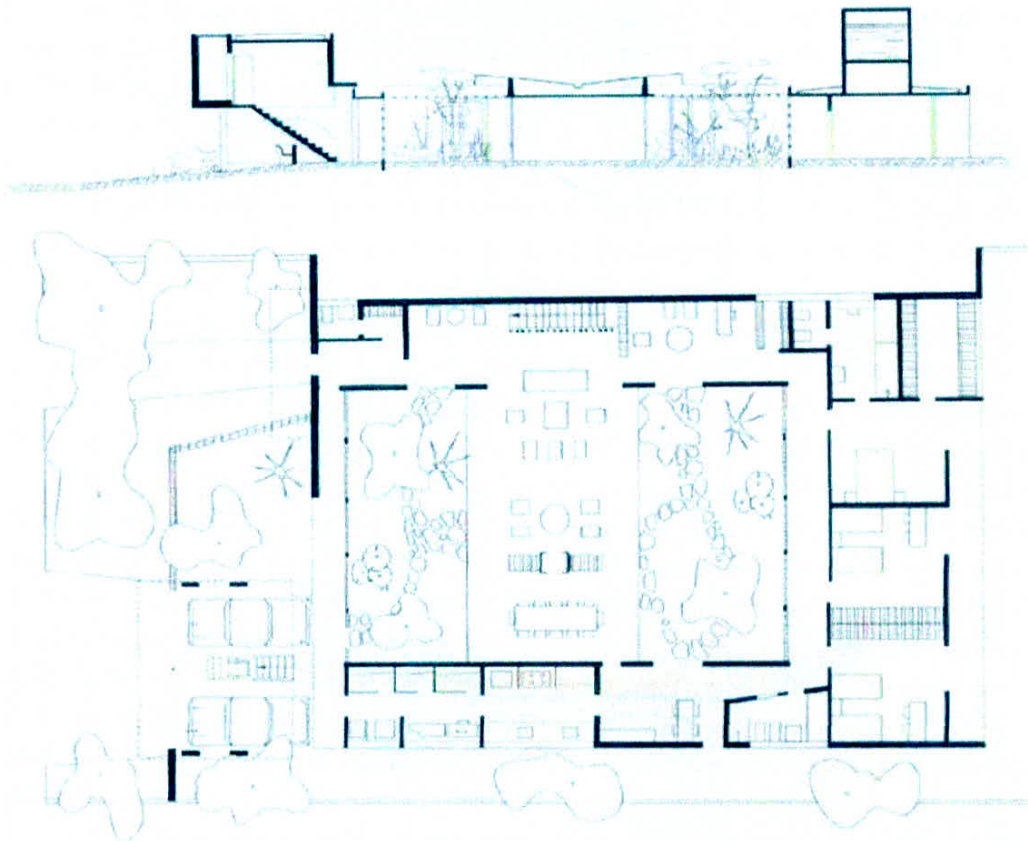


Figura 41. Planta e Corte – Rino Levi

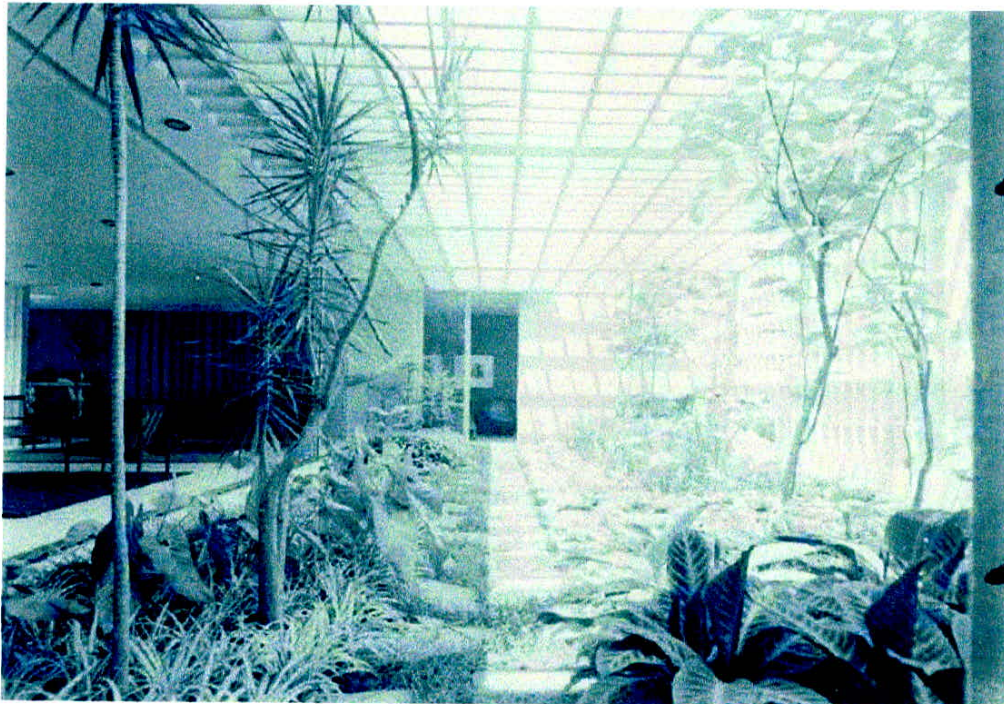


Figura 42. Pátio – Rino Levi

As interações física e visual dos ambientes com os jardins e pátios, juntamente com a fluidez da planta, multiplicam os visuais e estabelecem diversos pontos focais de interesse. A casa é um artifício dinâmico, construído para abrigar uma vida privada isolada da rua e ligada a “espaços exteriores artificializados” que são inseridos no lote e no próprio interior da casa (ARCHDAILY, 2015).

O processo de projetar é uma atividade complexa, em que se acumulam valores técnicos, científicos e artísticos. O arquiteto deve ter em mente esses valores, de modo que sua arquitetura não se torne apenas uma forma de arte, pois não se pode abrir mão da qualidade do produto. O entorno e os fatores climáticos devem ser peças fundamentais na concepção do projeto. Os arquitetos devem atender ao programa de necessidades que o cliente exige, tentando aliar requisitos técnicos, funcionais e estéticos ao fator econômico que esse mesmo cliente dispõe.

O rigor no processo de projeto se faz necessário quando se busca a qualidade no espaço construído. Neste sentido, o programa arquitetônico vem contribuir para que o projetista considere a complexidade envolvida na concepção de espaços urbanos e de edifícios de acordo com o seu uso e onde está inserido. O objetivo do programa arquitetônico é descrever o contexto onde o projeto vai operar. Ao cumprir seu objetivo, ele estabelece o problema que a forma deverá responder. O usuário do edifício é o elemento ativo do contexto, e é nele que as atenções devem estar focadas para se estabelecer as necessidades que a forma projetada deverá cumprir. Deve-se identificar as características físicas, psicológicas e culturais do usuário, bem como suas atividades desempenhadas no espaço a ser projetado e seus valores.

Todo processo de projeto deve se preocupar com o clima do local a ser inserido a edificação, pois é o clima que influencia o processo de projeto desde os primeiros traços, portanto é necessário construir ambientes utilizando-se dos meios de produção mais adequados ao melhoramento do bem-estar humano. O arquiteto tem que providenciar esse bem-estar sob a ótica das derivações do conforto ambiental, sendo elas térmico, lumínico e acústico. O processo de projetar deve criar ambientes que priorizem os aspectos de conforto, funcionalidade e estética, seja uma habitação, escolar, supermercado, etc. O emprego dos materiais e técnicas construtivas também devem ser adequados ao ambiente do projeto.

Essas referências projetuais são modelos construídos para exemplificar e mostrar como não é difícil construir uma residência com princípios de sustentabilidade. O



resultado final dessa nova arquitetura ecológica, verde e sustentável, proporciona grandes vantagens para seus consumidores. Tem como intuito incentivar o uso de tecnologias modernas e práticas que podem ser adotadas para beneficiar a habitação e integrar o ambiente interno com o externo, obtendo uma melhora na ventilação, iluminação e insolação. Afinal, quem não quer ter uma casa saudável, clara, termicamente confortável e econômica? A casa sustentável, além de beneficiar o meio ambiente, garante o bem-estar e a qualidade de vida do seu usuário.

## 5 ANÁLISE DA ÁREA

O terreno está localizado no Bairro Alta Villa em Varginha/MG, e está situado próximo aos Bairros Santa Luiza e Vila Verde, e também do Via Café Garden Shopping (Figura 43). Este é um bairro novo na cidade, no momento encontra-se apenas algumas casas construídas e em fase de construção (Figura 44).



Figura 43. Localização do bairro Alta Villa em Varginha/MG





Figura 44. Bairro Alta Villa, Varginha/MG

O local em que o terreno está inserido tem um certo declive. Tem como principal objetivo, projetar espaços confortáveis e eficientes para os moradores, controlando a insolação e promovendo a entrada dos ventos para que não haja necessidade de utilização de iluminação elétrica durante o dia e nem de ventiladores e condicionadores de ar na maior parte do ano (Figura 45).



Figura 45. Local do terreno no bairro Alta Villa



O clima da região é Clima Tropical de Altitude, sendo as estações do ano bem definidas com inverno frio e seco e verão quente. De acordo com a Koppen e Geiger, a temperatura no município tem uma média anual de 20.2°C, podendo também alcançar temperaturas próximas de 0°C no inverno, a média anual de pluviosidade é de 1400mm. O mês mais seco é julho e tem 20mm de precipitação. O mês de maior precipitação é dezembro, com uma média de 262mm. (Figura 46).

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	241	206	163	63	40	25	20	23	65	122	170	262
°C	23.1	23.0	22.1	20.2	17.8	16.3	16.6	18.3	20.1	21.2	21.9	22.0
°C (min)	17.3	17.2	16.1	13.8	10.6	8.6	8.6	10.2	12.8	14.8	15.9	16.2
°C (max)	28.9	28.8	28.1	26.7	25.0	24.1	24.6	26.5	27.4	27.7	27.9	27.8
°F	73.6	73.4	71.8	68.4	64.0	61.3	61.9	64.9	68.2	70.2	71.4	71.6
°F (min)	63.1	63.0	61.0	56.8	51.1	47.5	47.5	50.4	55.0	58.6	60.6	61.2
°F (max)	84.0	83.8	82.6	80.1	77.0	75.4	76.3	79.7	81.3	81.9	82.2	82.0

Figura 46. Gráfico climático de Varginha/MG

Se compararmos o mês mais seco com o mês mais chuvoso verificamos que existe uma diferença de precipitação de 242mm. A média da temperatura ao longo do ano é de 20.2°C (Figura 47).

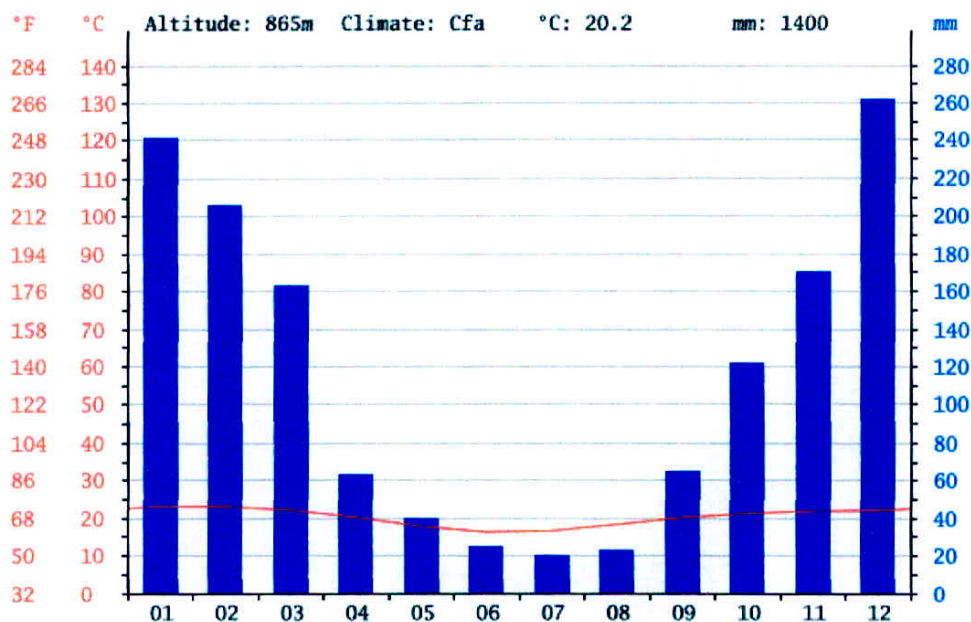


Figura 47. Tabela climática de Varginha/MG

Com uma temperatura média de 23.1 °C, janeiro é o mês mais quente do ano. Ao longo do ano junho tem uma temperatura média de 16.3 °C. Durante o ano é a temperatura média mais baixa (Figura 48).

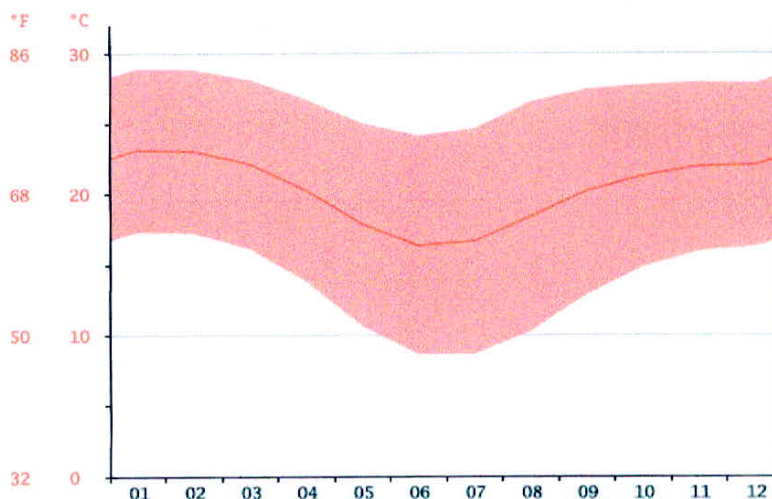


Figura 48. Gráfico de temperaturas em Varginha/MG

Quanto à infraestrutura, o bairro tem total acesso a todos os tipos de serviço públicos, como fornecimento de água, iluminação, captação de esgoto, coleta de lixo e telefonia.

O terreno previsto para a implantação do projeto está situado na Avenida João Coelho Tavares, lote 10, possui 13,82m de frente para a Avenida e de fundos onde no momento não possui rua, apenas um terreno baldio, 28,79m do lado esquerdo onde não possui nenhuma edificação e 28,06m do lado direito onde existe uma residência, perfazendo uma área total de 392,83m<sup>2</sup> (Figura 49 e 50).



Figura 49. Terreno no Bairro Alta Villa





Figura 50. Vista terreno no bairro Alta Villa

A Lei N° 3.006/98 dispõe sobre o código de obras habitacionais e a Lei N° 3.181/99 dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano no município de Varginha/MG, nelas intitula que quando for habitação unifamiliar de dois pavimentos, deve obedecer o recuo exigido de 1,50m somente de um lado do terreno, o gabarito deverá atingir até 7 metros, respeitar o limite do coeficiente de impermeabilização que é de 0,9, a taxa de ocupação máxima 70% e deixar uma vaga para automóvel sem que seu acesso à edificação interfira no fluxo normal do tráfego e no sistema viário, e ter uma distância de 6 metros ou mais da esquina. O piso dos passeios deverá ser de material resistente e antiderrapante. É expressamente proibido o avanço de qualquer elemento ou volume constituído no nível do passeio. O closet e despensa, seja qual for o seu destino e utilização, deverá ter pelo menos um vão aberto diretamente para áreas livres delimitadas na própria edificação ou diretamente no próprio lote, de forma a proporcionar a iluminação e ventilação adequadas (PREFEITURA DE VARGINHA, 1998/99).

## 6 PROJETO SUSTENTÁVEL

As edificações consomem grande quantidade de materiais e energia para sua construção e operação. O projeto sustentável tem como objetivo produzir edificações que usem recursos energéticos e naturais de modo eficiente ao longo de toda sua vida. A arquitetura sustentável se esforça para buscar soluções de arquitetura que protejam tanto o ambiente natural como as inúmeras formas de vida da Terra. Simplificando, as

estratégias de projeto sustentável para a construção incluem em reduzir, reusar e reciclar materiais, avaliar os impactos no meio ambiente e à saúde, da aquisição de matérias-primas até o fim da vida útil, projetar buscando a eficiência energética e limitando o consumo de água (CHING; BINGGELI, 2013).

A partir da análise dos conceitos de sustentabilidade na arquitetura com base no conforto e qualidade, é constatada a importância da preocupação que projetos de edificações devam ter, desde a sua concepção, com os recursos naturais e a sua adequação ao meio ambiente. O primeiro passo é entender o perfil da edificação que está sendo projetada. Tratando-se de um ambiente construído, a eficiência e a eficácia projetual devem andar juntas, pois um determinado projeto arquitetônico pode ser eficiente pelo ponto de vista de um projetista em todos seus aspectos tecnológicos e projetuais mas em contrapartida, é necessário verificar se esta eficiência projetual proporciona satisfação aos seus usuários, tornando a edificação em questão eficaz. Um projeto que procura utilizar recursos naturais resultará em um ambiente saudável, de qualidade e possibilitará aos seus usuários maior satisfação e bem-estar nas atividades que ali serão desenvolvidas (MACHADO; AZEVEDO; ABDALLA, 2011).

Arquitetura sustentável é aquela compromissada com o conforto ambiental, adequada ao clima local, integrada ao entorno, preocupada com a qualidade do ambiente e com a satisfação dos seus usuários e este é o principal objetivo deste trabalho, propor um projeto que atende todos esses requisitos, onde será elaborado com alto respeito ao meio ambiente, com baixo custo e técnicas construtivas sustentáveis, uso de poucos recursos, grande integração no meio ambiente e aproveitamento máximo de vegetação, dando preferência à iluminação e técnicas naturais.

## **6.1 Partido Arquitetônico**

Como o objetivo geral deste trabalho é criar um projeto de uma habitação sustentável, o primeiro e mais importante eixo para elaboração do projeto arquitetônico é a sustentabilidade da edificação. Portanto o partido arquitetônico adotado é o de uma edificação com critérios de sustentabilidade, sendo estas estreitamente ligadas ao sítio, à sociedade, ao clima, à região e ao planeta.

Este projeto irá se enquadrar na forma de construção sustentável, pois irá utilizar recursos e materiais sustentáveis que agridam o menos possível o meio ambiente, tecnologias modernas e apropriadas para este tipo de construção, tornando-se edificações



com excelente conforto térmico, sem poluentes internos e vai permitir a integração entre homem e meio ambiente, adaptando o ambiente interno para as necessidades de uso, produção e consumo sem utilizar os recursos naturais de maneira excessiva.

De acordo com ROAF (2014), as edificações deveriam seguir três princípios básicos: serem projetadas para um clima pré-determinado, para o meio ambiente social e físico e para o tempo, seja dia ou noite, com uma vida útil longa e que pode ser adaptada com o passar dos anos.

A partir disso o partido arquitetônico se propõe a fazer um aproveitamento passivo dos recursos naturais disponíveis na região, que consiste em aproveitar os recursos do clima local de forma a melhorar o conforto térmico, a iluminação e ventilação da casa, para não precisar utilizar os sistemas eletrônicos ou mecânicos, abusando da vegetação a favor do conforto ambiental.

## **6.2 Programa de Necessidades**

O Programa de Necessidades deve relacionar espaços e funções, aspectos psicológicos e estéticos que deverão estar contidos no projeto. Ele é estabelecido a partir da listagem do que se pretende fazer ou do que será necessário prever para o projeto a ser elaborado, indo, no entanto, muito além de medidas-padrão ou de uma razão determinada pela área do espaço físico destinado a cada indivíduo. Incorporado ao Programa estão, também, as variáveis sociais, culturais, econômicas e artísticas.

Um critério primordial para julgar o sucesso de um projeto de interiores é se ele é funcional. Funcionalidade é o nível mais fundamental de projeto. Uma edificação é projetada para melhorar o funcionamento dos espaços internos e tornar mais convenientes as tarefas e atividades que são executadas nela. O funcionamento adequado de um projeto está diretamente relacionado aos propósitos daqueles que o habitam e usam, assim como as suas habilidades e dimensões físicas. Para cumprir a função e o objetivo de um espaço interno, é necessário analisar cuidadosamente o usuário e as exigências impostas pelas atividades que ocorrerão naquele espaço (CHING; BINGGELI, 2013).

A partir desses pontos abordados por Ching e Binggeli no parágrafo anterior, o projeto da habitação sustentável buscou a qualidade urbana e dos usuários, percebida e avaliada não apenas sob aspectos morfológicos, ou seja, a edificação não pode ser pensada e planejada apenas sob o visível, o sensível (paisagem, estrutura e forma), mas também a

partir das questões fisiológicas que se referem às atividades humanas, sua interação coletiva, sua diversidade.

Projetar com sucesso para o conforto em uma edificação com ventilação natural, sem sistemas mecânicos (de aquecimento ou refrigeração) e com baixo consumo de energia e água, exige uma compreensão da relação tríplice entre clima, pessoas e edificações. O resultado está no reconhecimento e na apropriação do cidadão àquele lugar e aos seus usos.

A ideia é que a casa seja, além de rentável, sustentável, garantindo uma vida saudável aos moradores. É necessário especificar claramente as formas de apropriação do ambiente para aliar às necessidades da família, entendendo as particularidades de cada usuário, as possibilidades de distribuição do mobiliário e a distribuição funcional dos cômodos. Foram definidas três etapas para a elaboração do Programa de Necessidades:

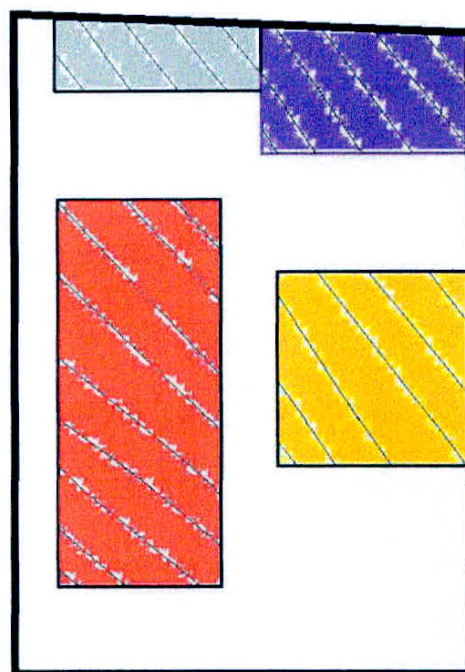
- Etapa 01: Necessidade dos Usuários
  - a) Identificar os usuários;
  - b) Faixa etária;
  - c) Características dos usuários;
- Etapa 02: Necessidade das atividades
  - a) Identificar as atividades principais;
  - b) Identificar a natureza das atividades;
  - c) Determinar as exigências dessas atividades;
- Etapa 03: Análise do Espaço
  - a) Condições do terreno;
  - b) Orientação Solar;
  - c) Preocupações ambientais;

Etapa 01: Os futuros usuários é um casal na faixa dos 30 anos e estão esperando uma menina, gostam de receber visitas para fazer reuniões com os amigos e de cozinhar, porém as vezes gostam de ficar a sós e cozinhar para eles mesmo. Desejam que os ambientes internos sejam integrados, porém podendo dividi-los quando quiserem e interagindo com os ambientes externos, querem também que a casa tenha muitos jardins e duas suítes.

Etapa 02: Como os usuários gostam de receber visitas foi proposto uma ala social que liga todas as outras alas, tem acesso fácil a área de lazer porém com fechamento de vidro, pois é uma ala social para a realização de atividades não silenciosas mas em pequenos grupos de amigos, com isso o fechamento de vidro não traz privacidade



nessas alas mas se as portas estiverem fechadas traz um ambiente interno mais reduzido deixando-o aconchegante para comportar as atividades realizadas só pelos dois, o que também foi proposto na sala de televisão que está na ala social, porém ao invés de ter portas de vidro será utilizado portas-balcão proporcionando uma sala restrita e com privacidade quando essas portas estiverem fechadas (Figura 51).



LEGENDA:

- SOCIAL
- ÍNTIMO
- LAZER
- SERVIÇO

Figura 51: Distribuição dos blocos

Etapa 03: O terreno atualmente encontra-se com apenas vegetação rasteira, não possui nenhum tipo de arborização. Foi realizado um estudo da orientação solar para propor uma edificação que traga bem-estar para seus usuários em todas as horas do dia e estações do ano. Como o objetivo deste trabalho é projetar uma edificação sustentável obteve-se uma preocupação ambiental, foi pensado nos tipos dos materiais que serão usados, na distribuição dos cômodos para uma melhor construção, na captação da água da chuva, na utilização de placas fotovoltaicas para obter a economia de energia e em bastante vegetação, deixando os ambientes ventilados e sem a necessidade de utilizar iluminação artificial durante o dia (Figura 52).

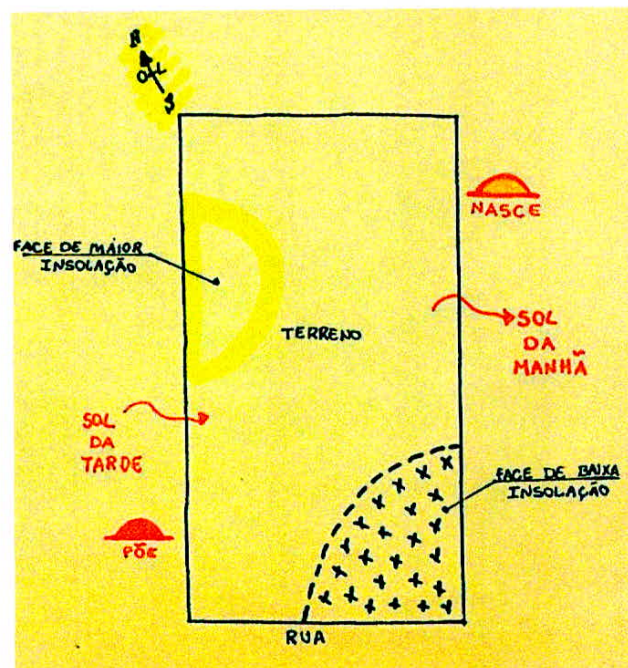


Figura 52. Orientação Solar no terreno

### 6.3 Organograma / Fluxograma

A partir da efetuação do programa de necessidades foi realizado um organograma e fluxograma dos ambientes. O organograma (Figura 53) deve relacionar os setores em grandes blocos de função, seguindo para programas de pequeno porte, onde deve também indicar os fluxos, denominado fluxograma (Figura 54).

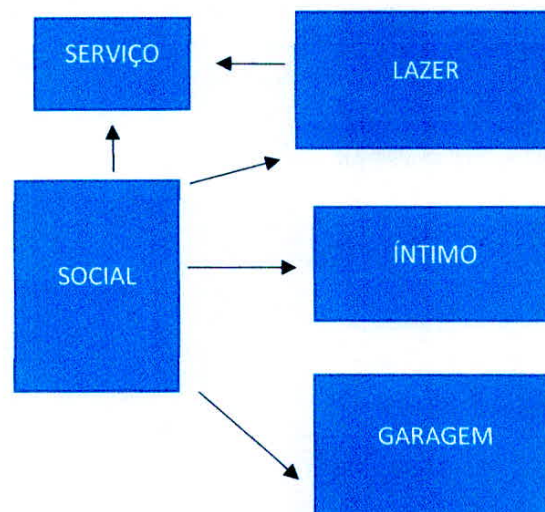


Figura 53. Fluxograma



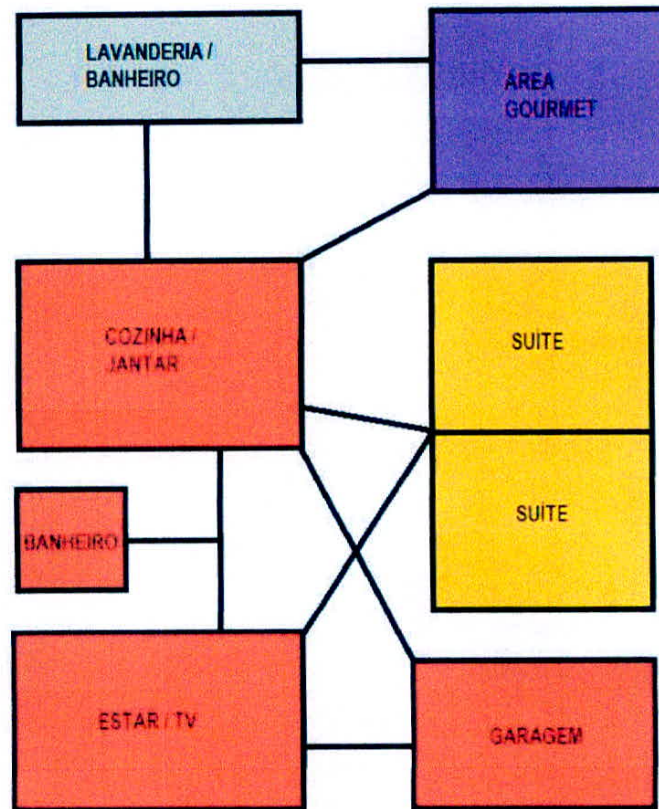


Figura 54. Organograma

#### 6.4 Plano de Massas/Volumetria

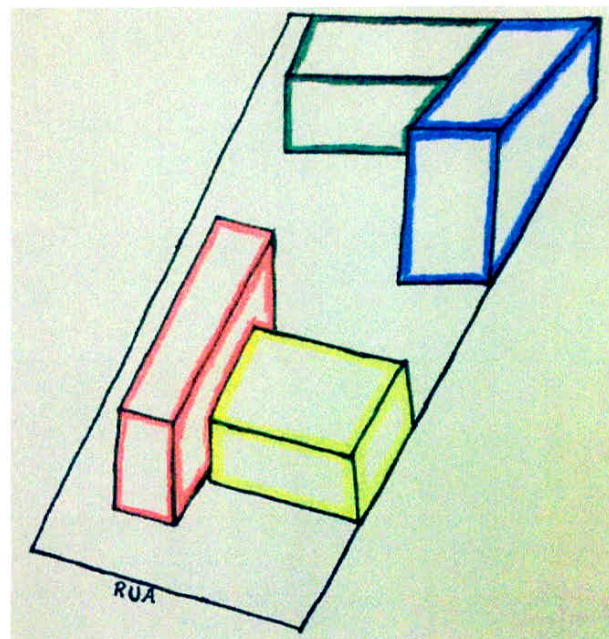


Figura 55. Croqui da Volumetria

## 6.5 Estudo Preliminar

A adaptação da construção às necessidades atuais e futuras dos usuários, a criação de ambientes internos e externos saudáveis que proporcionam saúde e bem-estar são pontos primordiais para a concepção deste projeto que se relacionam também com os elementos de sustentabilidade.

Partindo do programa de necessidades e do organograma junto com o fluxograma, o seguinte projeto arquitetônico foi o desenvolvimento da pesquisa sobre sustentabilidade na arquitetura, pensando na melhor distribuição dos cômodos no terreno e nos seus dimensionamentos. O objetivo foi conciliar formas e funções, dando maior importância a qualidade dos ambientes internos e externos, com caráter estritamente funcionalista para que no segundo plano possa ser observado de uma maneira estética. O projeto possui uma planta bem definida com seus espaços distribuídos para o melhor percurso dos moradores, foi proposto um simples projeto paisagístico e também a posição dos móveis no interior da residência.

O projeto arquitetônico foi realizado pensando no conjunto entre pessoas (usuários), lugar (clima) e habitação, utilizando os recursos externos como o sol, ventos, iluminação para favorecer o ambiente interno sem a utilização de sistemas mecânicos (seja de aquecimento ou de refrigeração), priorizando o baixo consumo de energia. A forma da edificação foi determinada referente ao clima local, de forma com que os usuários sintam conforto e bem-estar dentro e ao redor de sua moradia.

O bloco social terá 74,32m<sup>2</sup>, o bloco íntimo 54m<sup>2</sup>, o bloco de lazer/serviço 50m<sup>2</sup> e o corredor interno 13,43m<sup>2</sup>, perfazendo uma área total de construção 191,75m<sup>2</sup>.



### 6.5.1 Ventilação

Os recursos disponíveis na natureza, quando aproveitados de forma inteligente em uma construção, trazem conforto térmico e conseqüentemente ajudam na sensação de felicidade dos seus moradores.

Ao fazer o estudo do terreno, é importante verificar os ventos dominantes da região e se existem elementos naturais (montanhas) ou artificiais (prédios) que podem influenciar na intensidade e na direção dos mesmos (VENÂNCIO, 2011).

De acordo com a figura 56, Venâncio (2011), mostra a trajetória solar e de onde vem o vento predominante, colocando essa carta solar no terreno tem-se como resultado a figura 57.

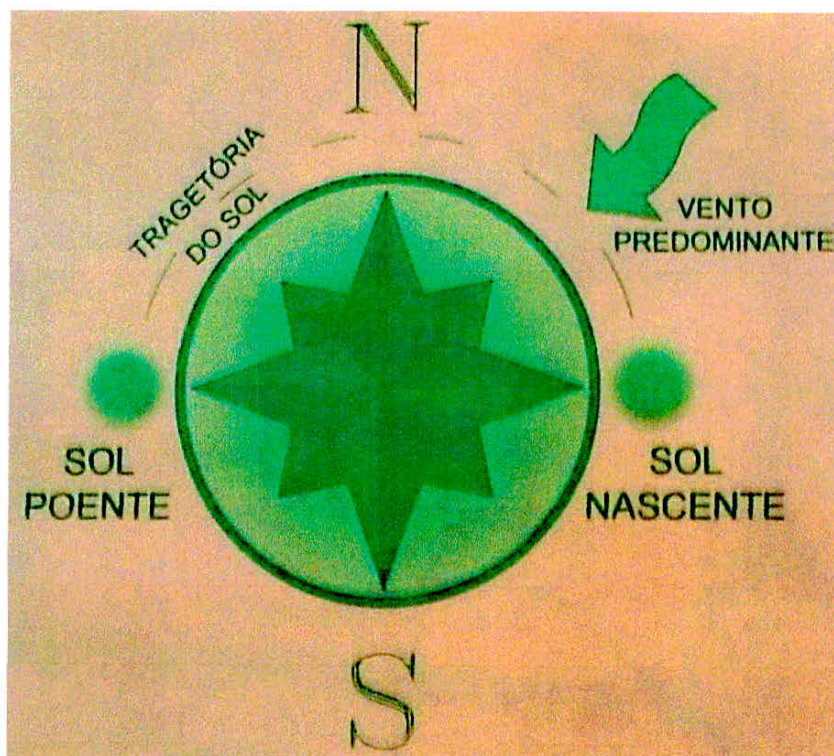


Figura 56. Trajetória solar e vento predominante

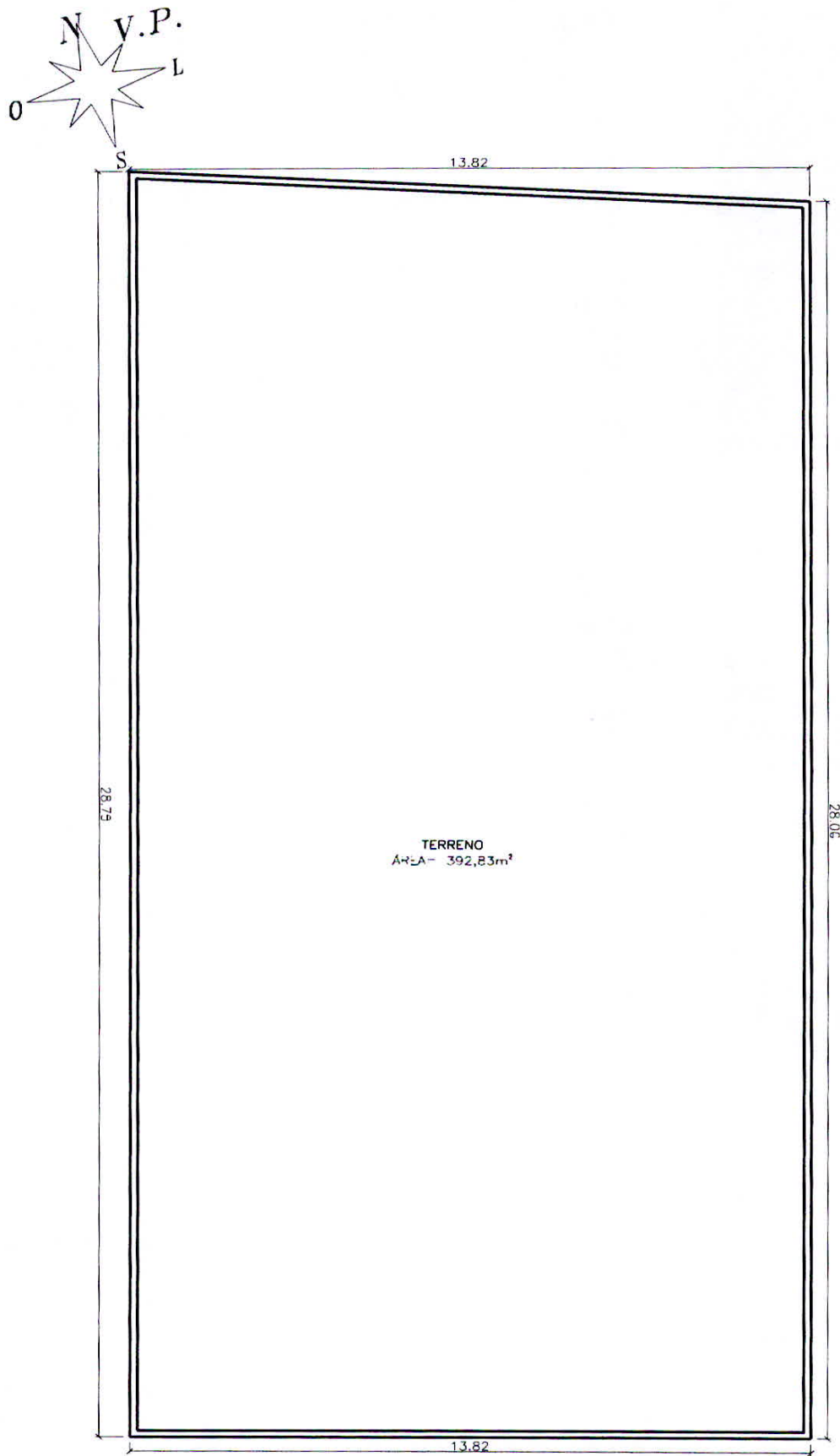


Figura 57. Terreno



Após realizado o estudo do terreno e encontrado a localização do Norte e do vento predominante, foi posicionado os cômodos no terreno (Figura 58).

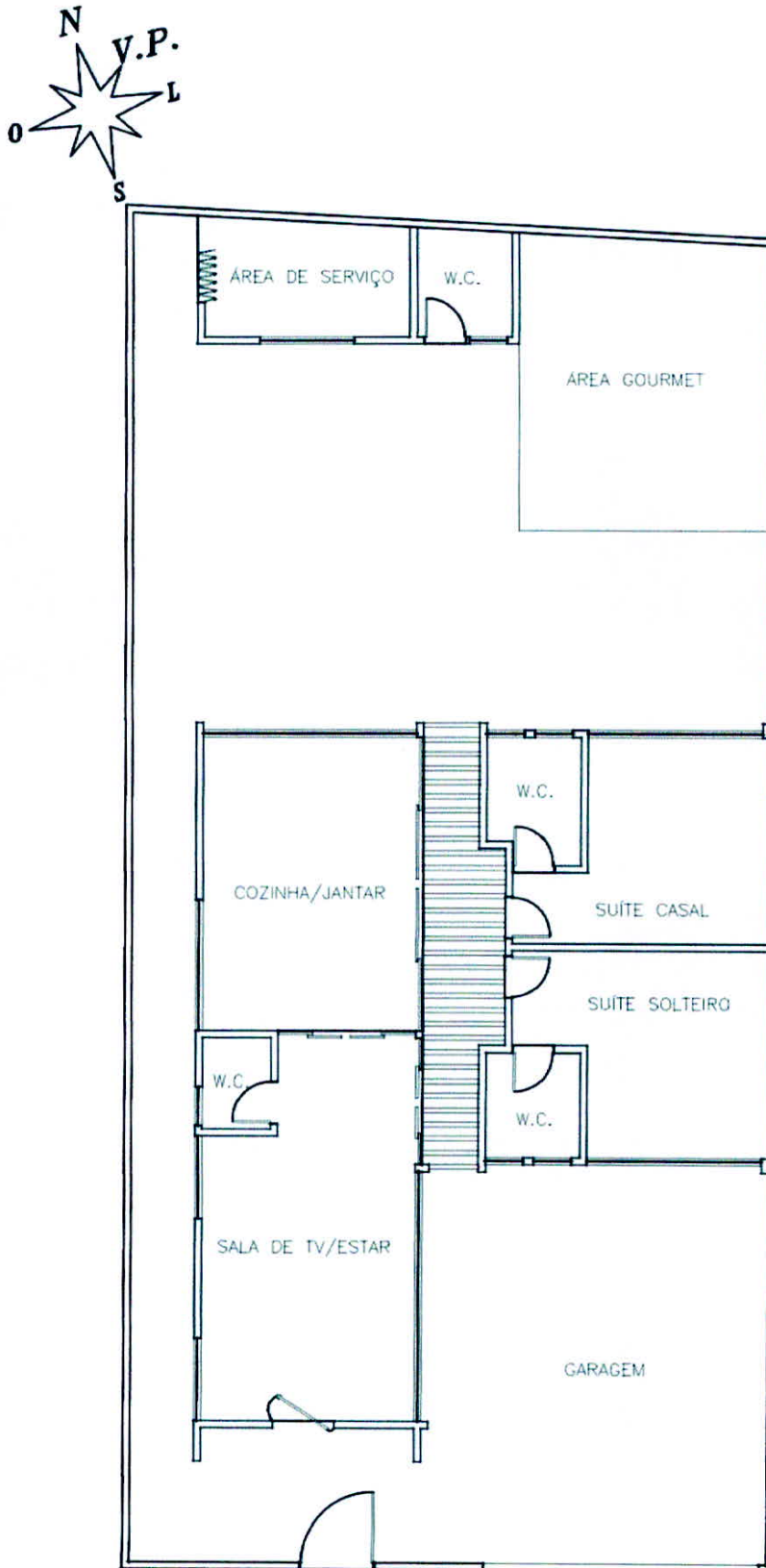


Figura 58. Distribuição dos cômodos no terreno

Foi proposto criar blocos sob pilotis, para que o solo abaixo dos blocos seja gramado melhorando o clima interno da edificação. Na parte direita do terreno foi recomendado deixar o bloco íntimo com as duas suítes, pois é onde está situado a fachada Leste, sendo assim os quartos não irão pegar o sol quente da tarde. Na parte esquerda do terreno foi proposto deixar o bloco social, que está a sala de estar/tv na frente e atrás a sala de jantar com a cozinha. No fundo ficou a área gourmet com a área de serviço. Entres os blocos não há portas, é um corredor aberto, com duas saídas, uma para garagem na frente da casa e outra para a área de lazer nos fundos da casa. O objetivo deste corredor é promover a ventilação cruzada, que segundo Venâncio (2011 p.135), “a ventilação cruzada favorece a renovação do ar num ambiente e também torna o microclima da edificação mais agradável” (Figura 59 e 60).

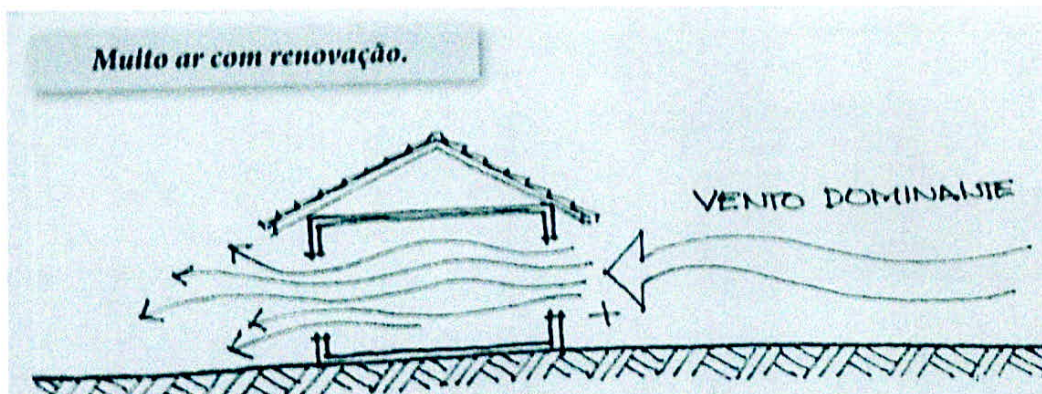


Figura 59. Ventilação cruzada

Na figura 60, o vento predominante vindo do Noroeste irá entrar no bloco social e atravessá-lo, pois terão esquadrias deixando o bloco aberto para receber a ventilação. O corredor sem portas também irá receber os ventos podendo cruzar com o bloco social através das aberturas, e o bloco íntimo terá pouca ventilação cruzada, mas enquanto a porta do quarto da suíte do casal estiver aberta o vento que irá entrar pela janela sairá através da porta e se juntará ao vento do corredor.



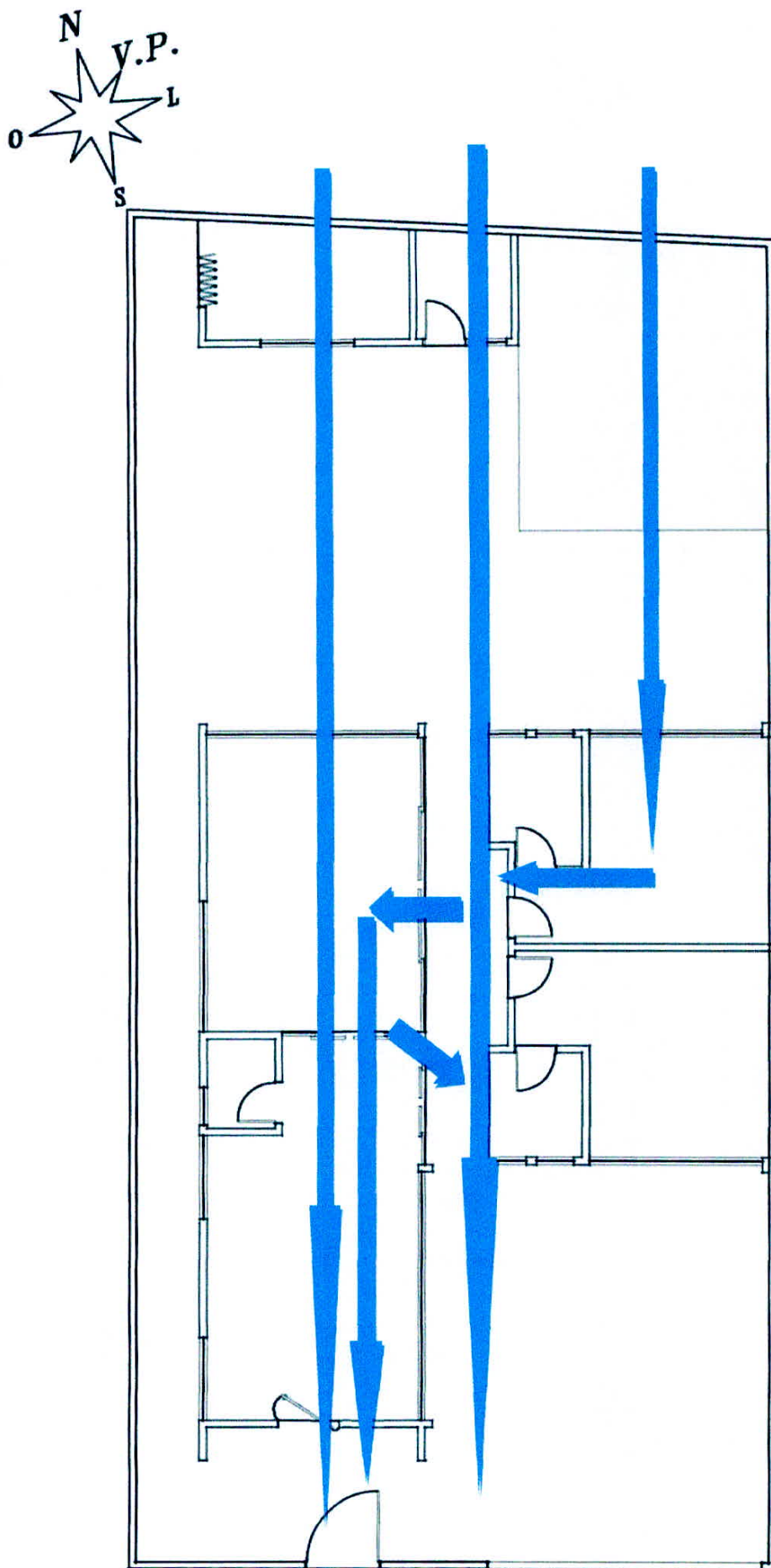


Figura 60. Ventilação Cruzada no terreno

A cobertura do corredor é um pergolado de madeira com vidro em cima para proteger a passagem dos usuários da chuva. Em todos os blocos as paredes externas são de vidro fixo podendo ter janelas, e na parte de dentro da casa, no bloco social, são portas de correr que podem separar os ambientes quando estiverem fechadas ou integrar quando estiverem abertas. O bloco social terá cinco metros de altura, sendo ele mais alto que o bloco íntimo com três metros de altura, a intenção do bloco social ser mais alto é para melhorar o conforto térmico do bloco devido à quantidade de ar que poderá entrar (Figura 61).

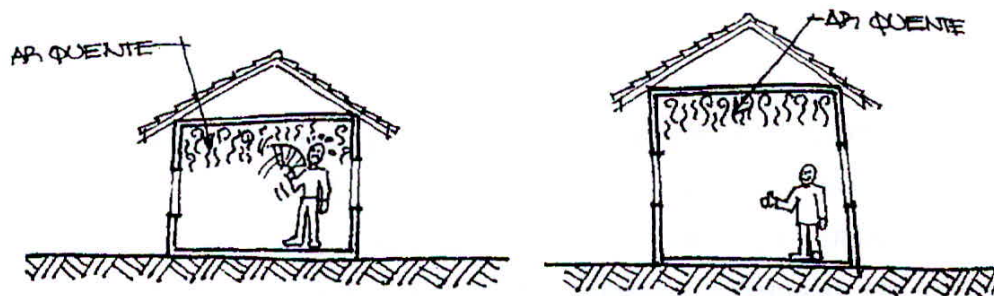


Figura 61. Pé-direito alto melhora o conforto térmico

### 6.5.2 Projeto Paisagístico e Arquitetônico

A vegetação no entorno da construção pode alterar significativamente a temperatura das suas paredes e conseqüentemente, do seu interior.

Segundo Abbud (2010), o paisagismo é a única expressão artística em que participam os cinco sentidos do ser humano. O paisagismo envolve o olfato, a audição, o paladar e o tato, que proporciona uma rica vivência sensorial, ao somar as mais diversas e completas experiências perceptivas. Quanto mais um jardim consegue aguçar todos os sentidos, melhor cumpre seu papel. Uma paisagem construída com plantas e árvores proporciona impressões as mais diversas a seus frequentadores. Além disso, jamais permanece a mesma, mas se altera segundo as estações do ano, revelando ao longo do tempo aspectos que seu observador não pode apreender de uma única vez.



Segundo Venâncio (2011 p.138), “ao passar por uma área sombreada ou superfície com água, antes de entrar na casa, o vento fica mais fresco, aumentando o seu desempenho térmico” (Figura 62).

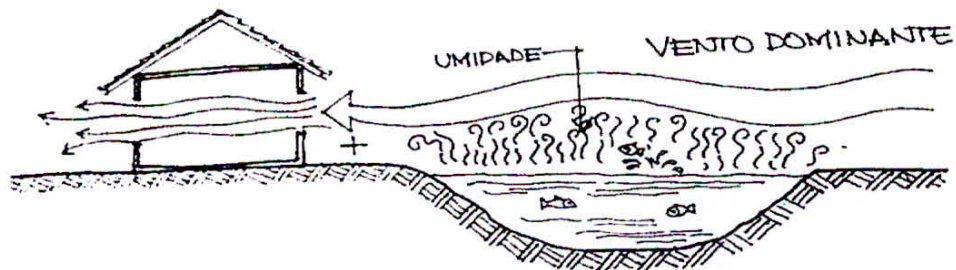


Figura 62. Vento fresco na presença de água

De acordo com a figura 62 pensou-se em criar jardins-de-chuva onde o vento predominante irá passar antes de entrar na residência, juntamente foi proposto também bastante gramado com grande diversidade de plantas e arborização. De acordo com Abbud (2010), a arquitetura paisagística limita e subdivide os espaços. Os volumes vegetais e construídos propostos dividirão esse espaço inicial em unidades menores, que serão percebidas e vivenciadas em relação às maiores. Dependendo das extensões, alturas e luminosidades, cada espaço paisagístico pode transmitir as mais diferentes e contrastantes percepções. Pode sugerir aconchego, bem-estar, paz, surpresa, grandiosidade, beleza e muito mais. E, por isso, dificilmente um jardim pode ser entendido de modo rápido ou de apenas um único ponto de vista.

Conforme mostra a figura 63, foi criado vários espaços com gramados e neles uma diversificação de plantas que serão especificadas logo abaixo da figura, os dados foram retirados do site jardineiro<sup>2</sup>. Um dos objetivos principais deste projeto paisagístico foi criar espaços aconchegantes, permitindo efeitos visuais a cada instante com bastante sombra e controle do microclima. O resultado foi obter espaços verdes, indispensáveis para o bem-estar das pessoas, o paradoxo entre a amplitude do céu e os pequenos nichos criados utilizando diferentes espécies de vegetação traz aconchego. O desafio maior do projeto foi integrar diversos espaços de lazer de maneira que o conjunto tivesse charme e harmonia, ainda mais porque serviria a um público eclético de pessoas: jovens e idosos, casados e solteiros, crianças e adolescentes. Os diversos nichos de espaços verdes têm como objetivo trazer intimidade entre um ambiente e outro. Assim, foram desenvolvidas diferentes áreas e até um espaço reservado por vegetação de grande porte chamado espaço

<sup>2</sup> [www.jardineiro.net](http://www.jardineiro.net)

zen, um ambiente silencioso, mais reservado, indicado para descansar, ler, não pensar em nada ou meditar.

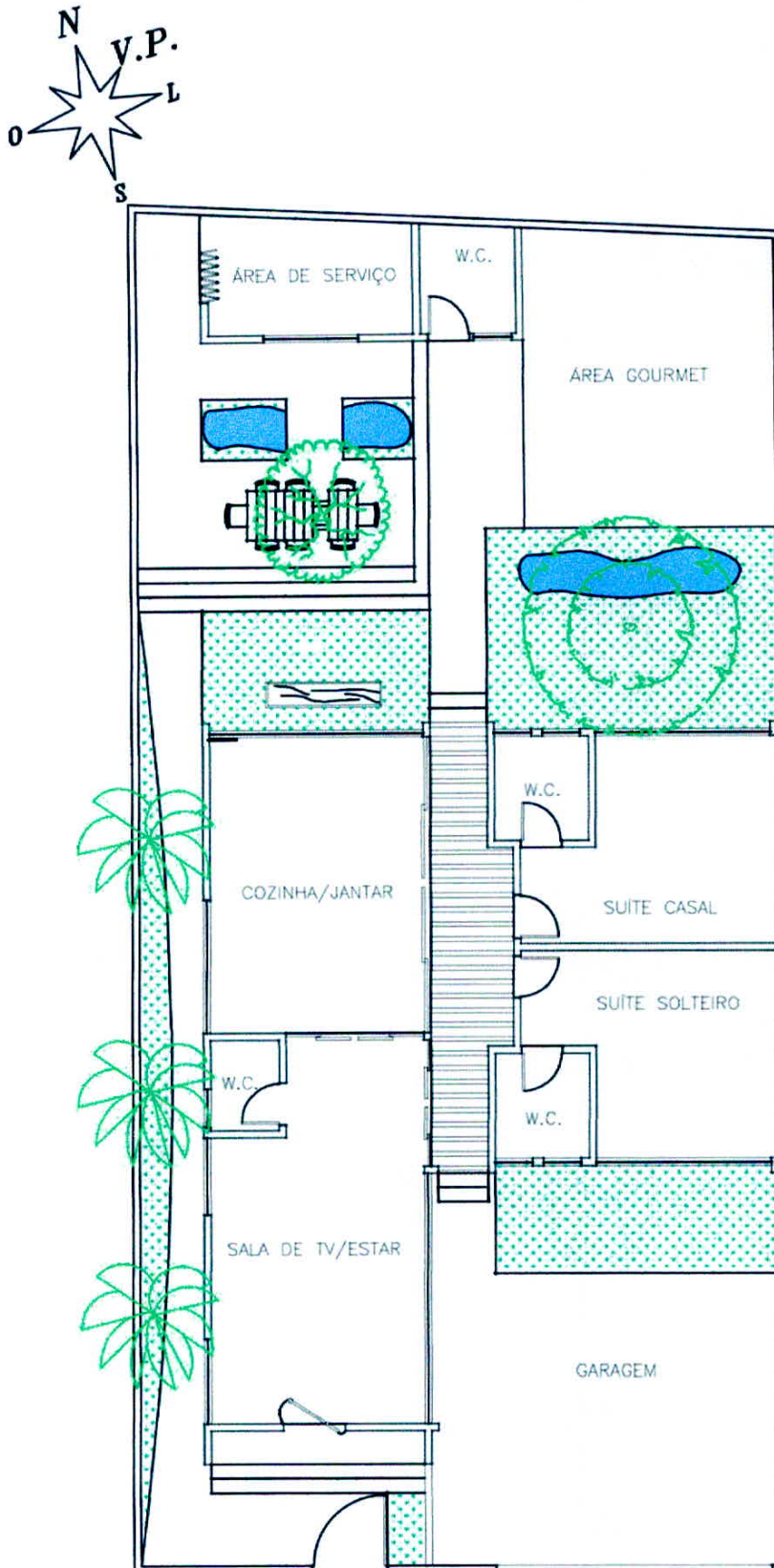


Figura 63. Distribuição da vegetação no terreno



## Classificação da vegetação:



Figura 64. Agapanto

NOME: Agapanto

NOME CIENTÍFICO: *Agapanthus Africanus*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno, pode chegar a um metro de altura, objetivo foi de criar cor e textura no jardim.



Figura 65. Agave-Dragão

NOME: Agave-Dragão

NOME CIENTÍFICO: *Agave Attenuata*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno, pode chegar a um metro e meio de altura, como não necessita de muita manutenção foi ideal para criar formas no jardim.



Figura 66. Cavalinha

NOME: Cavalinha

NOME CIENTÍFICO: *Equisetum Giganteum*

CARACTERÍSTICAS: Cultivada em locais úmidos, pode chegar até dois metros de altura, foi utilizada no jardim-de-chuva.



Figura 67. Clerodendro

NOME: Clerodendro-Vermelho

NOME CIENTÍFICO: *Clerodendron Splendens*

CARACTERÍSTICAS: É uma trepadeira e foi utilizada no pergolado que separa a garagem da entrada principal, é apreciada por beija-flores e atinge até três metros de altura.



Figura 68. Copo-de-Leite

NOME: Copo-de-Leite

NOME CIENTÍFICO: *Zantedeschia Aethiopica*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, cultivado em locais úmidos e foi utilizada próximo ao jardim-de-chuva dando uma coloração branca ao jardim.



Figura 69. Coqueiro

NOME: Coqueiro

NOME CIENTÍFICO: *Cocos Nucifera*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno e pode atingir até 12 metros de altura, foi utilizado na parte lateral esquerda do terreno com o objetivo de barrar o vento quente da tarde e impedir a entrada da insolação na residência.



Figura 70. Cróton

NOME: Cróton

NOME CIENTÍFICO: *Codiaeum Variegatum*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, pode atingir até três metros de altura, foi utilizada para dar cor e textura no espaço zen.





Figura 71. Estrelitzia

NOME: Estrelitzia –Branca

NOME CINÉTICO: *Strelitzia Augusta*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno, e pode atingir até dois metros de altura. O principal intuito foi proporcionar privacidade para alguns locais, criando uma barreira visual com esse tipo de vegetação.



Figura 72. Fórmio

NOME: Fórmio

NOME CINÉTICO: *Phormium Tenax*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno e pode chegar até três metros de altura, podendo ser plantado em locais úmidos. Sua folhagem ornamental e suas folhas longas deu vida ao jardim próximo do jardim-de-chuva.



Figura 73. Gengibre-Vermelho

NOME: Gengibre-Vermelho

NOME CINÉTICO: *Alpinia Purpurata*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, atinge até dois metros de altura. Combina muito bem com paisagens tropicais e suas flores vermelhas alegam o jardim. Necessita de solo irrigado regularmente e por isso foi plantada próximo ao jardim-de-chuva.



Figura 74. Helicônia

NOME: Helicônia-Papagaio

NOME CIENTÍFICO: *Heliconia Psittacorum*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, atinge até um metro e meio de altura. Foram plantadas uma do lado da outra criando arranjos florais, dando harmonia e cor no jardim.



Figura 75. Ixória

NOME: Ixória-Vermelha

NOME CIENTÍFICO: *Ixora Chinensis*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, atinge até dois metros de altura. Sua textura e cor vibrante criou um contraste com as plantas verdes no corredor lateral, atraindo os beija-flores e as borboletas.



Figura 76. Jasmim-Manga

NOME: Jasmim-Manga

NOME CIENTÍFICO: *Plumeria Rubra*

CARACTERÍSTICAS: Árvore que pode atingir até seis metros de altura. Foi plantada no meio da mesa posta no deck com o objetivo de dar sombra e barrar a insolação. Suas flores são perfumadas, deixando um ambiente bem agradável.



Figura 77. Junco

NOME: Junco

NOME CIENTÍFICO: *Juncus Effusus*

CARACTERÍSTICAS: Planta aquática, atinge um metro de altura. Foi plantada no jardim-de-chuva.





Figura 78. Lírio-da-Paz

NOME: Lírio-da-Paz

NOME CIENTÍFICO: *Spathiphyllum Wallisii*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e luz difusa. Necessita de solo com uma boa drenagem, por esse motivo foi plantada próximo ao jardim-de-chuva combinando com o copo-de-leite.



Figura 79. Moréia

NOME: Moréia

NOME CIENTÍFICO: *Dietes Iridioides*

CARACTERÍSTICAS: Pede sol pleno e chega até 50 centímetros de altura. As flores são de cor branca com uma mancha amarela. De baixa manutenção, por isso foi plantada no jardim frontal da residência onde será pouco frequentado.



Figura 80. Murta-de-Cheiro

NOME: Murta-de-Cheiro

NOME CIENTÍFICO: *Murraya Paniculata*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, atinge até sete metros de altura. Foi utilizada como cerca-viva criando um jardim vertical no muro esquerdo, amenizando o calor que se propagará para a residência, e suas flores perfumadas agradam os ambientes dentro e fora da casa.



Figura 81. Oiti

NOME: Oiti

NOME CIENTÍFICO: *Licania Tomentosa*

CARACTERÍSTICAS: Árvore frutífera que pode atingir até doze metros de altura. Sua copa é globosa, bem formada e cheia, produzindo excelente sombra e efeito ornamental.



Figura 82. Palmeira-Garrafa

NOME: Palmeira-Garrafa

NOME CIENTÍFICO: *Hyophorbe Lagenicaulis*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno podendo atingir seis metros de altura. É uma espécie exótica e escultural. Seu plantio isolado valoriza a característica escultural da espécie, principalmente como um ponto de destaque no jardim. Foi plantada próximo do espaço zen, dando maior atenção para o local.



Figura 83. Palmeira-Sagu

NOME: Palmeira-Sagu

NOME CIENTÍFICO: *Cycas Revoluta*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, podendo atingir três metros e meio de altura. Foi plantada no corredor lateral criando contraste com a Ixória, deixando um corredor impactante.





Figura 84. Papiro

NOME: Papiro

NOME CIENTÍFICO: *Cyperus Papyrus*

CARACTERÍSTICAS: Planta aquática, pede sol pleno e atinge até três metros de altura. Suas hastes longas e folhas finas criam um charme no jardim-de-chuva.



Figura 85. Singônio

NOME: Singônio

NOME CIENTÍFICO: *Syngonium Angustatum*

CARACTERÍSTICAS: Pede luz difusa e meia-sombra, atinge até 40 centímetros de altura. Sua folhagem traz decoração para o jardim, aprecia umidade e por isso foi plantada próxima ao jardim-de-chuva.

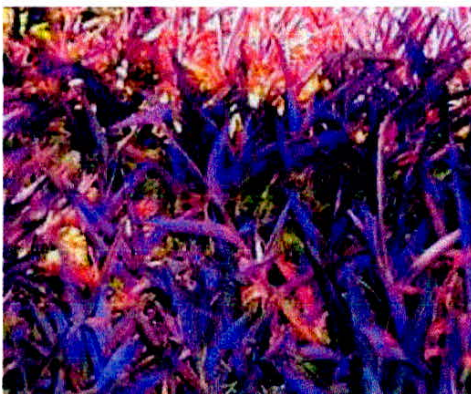


Figura 86. Trapoeraba-Roxa

NOME: Trapoeraba-Roxa

NOME CIENTÍFICO: *Tradescantia Pallida*

CARACTERÍSTICAS: Pede meia-sombra e sol pleno, atinge até 40 centímetros de altura. Sua folhagem traz decoração pois, suas folhas e caules são roxos e suas florzinhas são rosas, dando cor ao jardim.

No total foram cultivados 23 tipos variados de vegetações, deixando o projeto paisagístico com muitas cores, formas, cheiros, texturas e sabores, valorizando a paisagem ao redor da residência. Foi realizado um projeto paisagístico no formato 3D,

que será apresentado a seguir explicando melhor a utilização das vegetações que foram citadas.

Na parte frontal da residência foi utilizado um cobogó de madeira para separar a entrada principal da garagem. No primeiro plano foi usado Helicônia-Papagaio (*Heliconia Psittacorum*), Agapanto (*Agapanthus Africanus*) e Moréia (*Dietes Iridioides*), criando diferentes formas, texturas e cores para esse pequeno jardim. Já no cobogó foi utilizado a trepadeira Clerodendro-Vermelho (*Clerodendron Splendens*), é uma trepadeira de textura semi-lenhosa muito ornamental, dispensa maiores manutenções e atrai beija-flores, que confere romantismo ao jardim e a fachada da casa, como é mostrado na figura 87.



Figura 87. Jardim e trepadeira na parte frontal

Na figura 88, em primeiro plano se encontra a Estrelitzia-Branca (*Strelitzia Augusta*), é uma vegetação de médio porte com o intuito de dar privacidade ao quarto de solteiro, criando uma barreira visual quando o portão da garagem for aberto, assim ninguém irá ver dentro do quarto. Segundo Abbud (2010), as plantas rasteiras possibilitam efeitos surpreendentes sobre o solo, pois oferecem flores e folhas coloridas que podem formar relvados e tapetes com texturas e cores maravilhosas. E com essa finalidade que foi utilizado a forração Trapoeraba-Roxa (*Tradescantia Pallida*), suas folhas e caules são roxos e suas flores são rosas dando coloração e criando belos volumes no jardim. É uma planta rasteira que não suporta pisoteio e por isso foi aderido rodela de tronco no jardim servindo de apoio para a passagem. Neste jardim também foi plantado



a Moréia (*Dietes iridioides*) e o Agapanto (*Agapanthus Africanus*). As espécies foram escolhidas para dar diversidade de cores e texturas.



Figura 88. Jardim de frente para a garagem

O corredor lateral servirá de passagem para quando tiver alguma festividade na residência, dando a alternativa dos convidados não adentrarem na casa. Neste corredor foi proposto o plantio da Ixória-Vermelha (*Ixora Chinensis*), Palmeira-Sagu (*Cycas Revoluta*) e a Agave-Dragão (*Agave Attenuata*), todas elas dando texturas, formas e cores para esse corredor. Foi aderido também Coqueiros (*Cocos nucifera*), pois como essa é a fachada oeste, o coqueiro irá promover sombras na fachada da casa para que as radiações do Sol não infiltrem e causam uma insolação excessiva, privando também a entrada dos ventos quentes. O jardim-vertical no muro é a Murta-de-Cheiro (*Murraya Paniculata*), que também vai ajudar a controlar o micro clima dentro da residência. O jardim-vertical reduz a poluição sonora pois as plantas absorvem ruídos e funcionam como revestimento acústico, reduz também a poluição do ar e é um ótimo isolante térmico além da beleza visual. Em ambientes fechados, uma parede verde pode diminuir até 3°C de temperatura, o que proporciona economia no uso do ar condicionado e melhora do micro clima local (Figura 89).

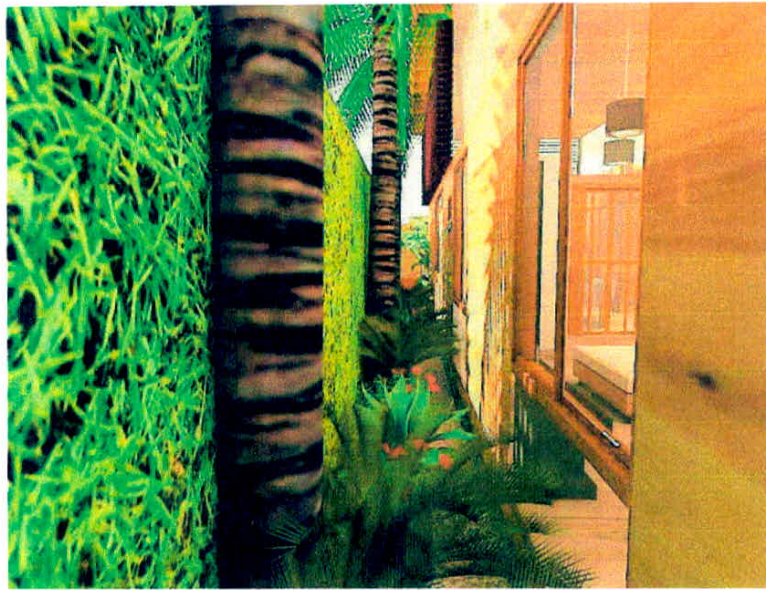


Figura 89. Jardim do corredor lateral

No jardim de frente a suíte do casal e a área de lazer, foi pensando em criar um jardim-de-chuva pois é onde o vento predominante irá passar antes de entrar na residência assim ao passar pelo jardim-de-chuva que contém água o vento ficará mais fresco, aumentando o seu desempenho térmico. Os jardins-de-chuva são dispositivos de drenagem do tipo controle na fonte, baseados no sistema de biorretenção, montados em depressões rasas na paisagem e cobertos por uma camada de cobertura vegetal, funcionando como estrutura de retenção, infiltração e tratamento das águas advindas, principalmente, do escoamento superficial (MELO, 2011). A correta ventilação a disposição dos jardins-de-chuva e das vegetações é necessário para tornar o ambiente saudável e livre de umidade.

No jardim-de-chuva terá Cavalinha (*Equisetum Giganteum*), Junco (*Juncus Effusus*), Papiro (*Cyperus Papyrus*), são plantas aquáticas que podem ser marginais ou palustres, as marginais preferem locais rasos, permanecem com as raízes e a primeira porção do caule e folhas submersos, além disso oferecem abrigo para a vida silvestre, como rãs, insetos e outros animais aquáticos, já os palustres preferem locais encharcados, mas muitas palustres se comportam como marginais. Outras plantas também foram plantadas próximo ao jardim-de-chuva, são Copo-de-Leite (*Zantedeschia Aethiopica*), Lírio-da-Paz (*Spathiphyllum Wallisii*), Gengibre-Vermelho (*Alpinia Purpurata*), Fórmio (*Phormium Tenax*) e o Singônio (*Syngonium Angustatum*), pois todas essas são plantas que necessitam de uma boa drenagem e apreciam solo úmido (Figura 90).





Figura 90. Jardim de frente para área gourmet e suíte

Bem no centro desse jardim foi plantada a Oiti (*Licania Tomentosa*), uma árvore frutífera, sua copa é globosa, bem formada e cheia, produzindo excelente sombra e efeito ornamental. O fruto do oitizeiro é comestível, nutritivo, de sabor doce e adstringente, que lembra a manga. Foi escolhido este local para realizar o cultivo dessa árvore pois de acordo com Venâncio (2010, p.141), “a vegetação no entorno da construção pode alterar significativamente a temperatura das suas paredes e conseqüentemente, do seu interior”, assim sendo a Oiti contribuirá para amenizar a temperatura dentro da residência (Figura 91).

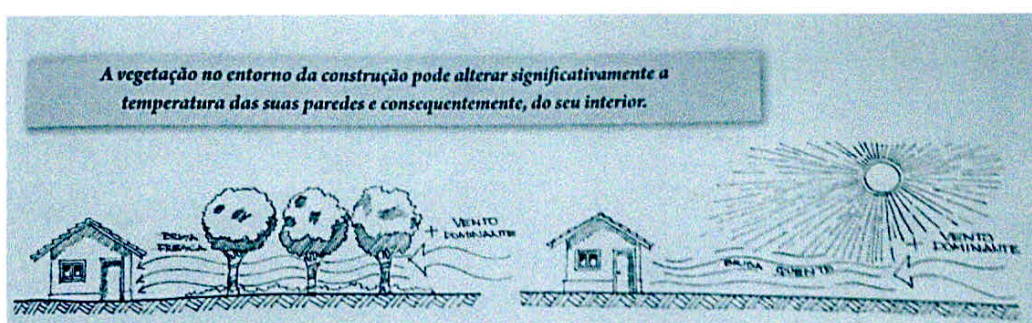


Figura 91. Vegetação

Do lado esquerdo haverá um deck, nele será plantado a Jasmim-Manga (*Plumeria Rubra*), é uma árvore que possui flores perfumadas e deve ser cultivada a pleno sol, por isso foi instalada na parte norte do terreno, pois além de ajudar a controlar a temperatura dentro da casa, a ventilação predominante irá passar por ela e levará o aroma das flores para a residência. Segundo Venâncio (2010, p.142), “a vegetação na posição correta funciona como filtro de calor, tanto no verão quanto no inverno, com a queda das folhas”. (Figura 92).



Figura 92. Árvore como filtro de calor

Uma parte deste deck será aberto onde haverá outro jardim-de-chuva contendo os mesmos tipos de vegetação que são, Cavalinha (*Equisetum Giganteum*), Papiro (*Cyperus Papyrus*), Junco (*Juncus Effusus*) e na margem somente o Lírio-da-Paz (*Spathiphyllum Wallisii*). Este jardim-de-chuva também irá ajudar a controlar o micro clima no interior da residência (Figura 93). O gramado espalhado pelo terreno e principalmente em grande quantidade abaixo da casa, pois a edificação será suspensa por pilotis, esse gramado de acordo com Venâncio (2010, p.142), “irá ajudar a diminuir o calor dos raios solares”, com isso haverá uma corrente de ar fresco por debaixo da casa, controlando sua temperatura interna. (Figura 94).





Figura 93. Árvore e jardim-de-chuva no deck

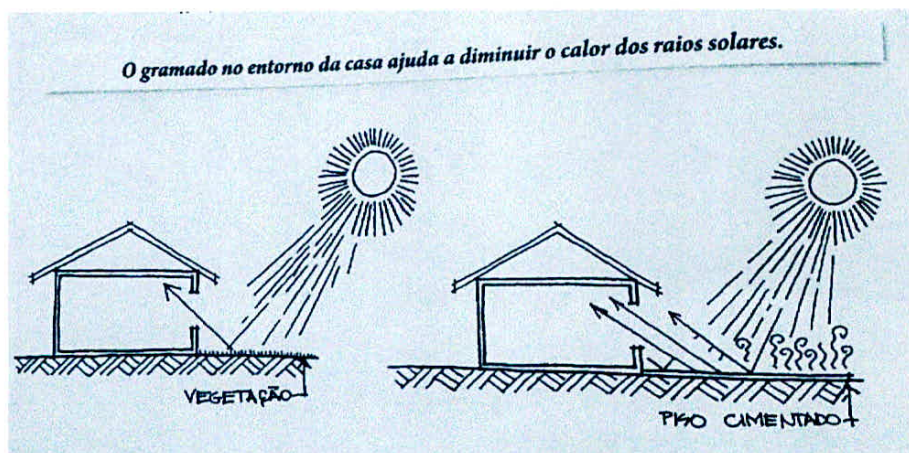


Figura 94. Gramado ao invés de cimentado

O espaço zen é uma área onde priorizou o uso de plantas de médio porte com o intuito de tornar-se um local mais discreto e tranquilo para quem estiver nele, garantindo silêncio e sossego para ler um livro, meditar, pensar ou simplesmente tirar um cochilo ao ar livre. O piso é de gramado com rodela de tronco para a passagem pois uma parte desse piso haverá a forração Trapoeraba-Roxa (*Tradescantia Paliida*), que não permite pisoteio. As vegetações de pequeno porte são, Helicônia-Papagaio (*Heliconia Psittacorum*), Agave-Dragão (*Agave Attenuata*) e Cróton (*Codiaeum Variegatum*), dando cor e textura nesse pequeno espaço. Já as vegetações de médio porte são Estrelitzia-Branca (*Strelitzia Augusta*) e a Palmeira-Garrafa (*Hyophorbe Lagenicaulis*), com o objetivo de dar privacidade e deixar o local mais íntimo (Figura 95 e 96).



Figura 95. Vegetação do espaço zen



Figura 96. Espaço Zen

No interior da edificação um corredor separará a cozinha/jantar dos quartos. Este corredor será aberto ligando a garagem a área de lazer nos fundos do terreno, ele não terá portas e a cobertura será pergolado de madeira para entrar iluminação natural e vidro para proteger da chuva e dos raios solares. Segundo Venâncio (2010, p.148), “o ideal é que as aberturas sejam protegidas da incidência solar antes dos raios atingirem as esquadrias,



evitando que o calor penetre no ambiente”, assim o pergolado e o vidro irão deixar o ambiente interno com uma temperatura mais agradável (Figura 97 e 98).

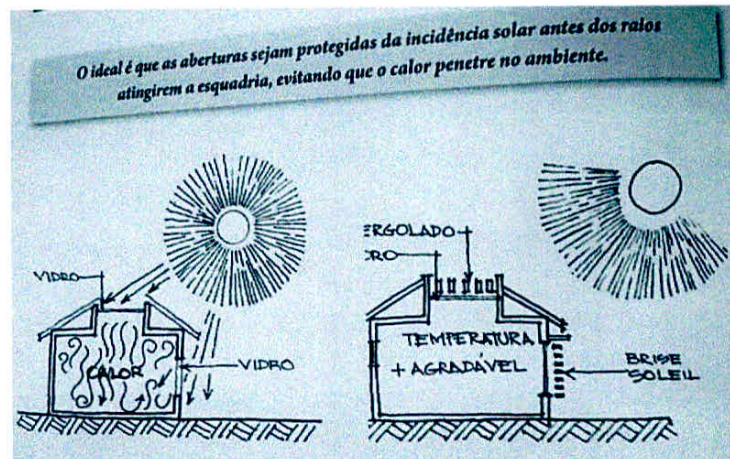


Figura 97. Pergolado e vidro

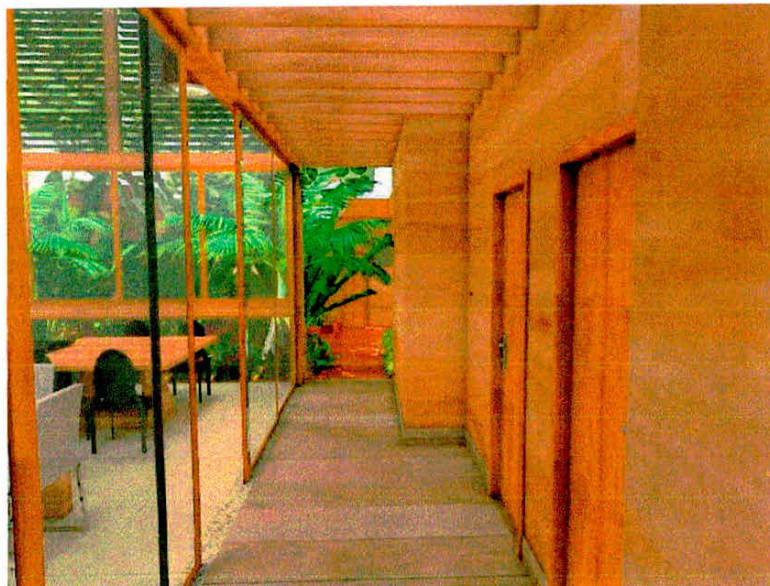


Figura 98. Corredor com pergolado e vidro

No lado esquerdo deste corredor encontra-se o bloco social com cinco metros de altura, a cozinha com mesa jantar estão voltadas para o norte e por isso foi proposto a utilização de brises nos vidros superiores, pois abaixo haverá aberturas para a passagem de ventilação. O Brise-Soleil, palavra francesa que significa quebra-sol oferece grande eficiência térmica na residência. São indicados, principalmente nas faces mais problemáticas da residência, com o intuito de evitar que a radiação solar direta atinja os

vidros. Eles são capazes de bloquear até 70% da radiação e reduz o consumo de energia elétrica com ar-condicionado, e, com a adoção do modelo de lâminas perfuradas, facilita a incidência de luminosidade dentro do ambiente, reduzindo também custos com iluminação artificial (GRANADO, 2011). De acordo com Venâncio (2010, p.153), “o ideal é que haja afastamento entre o brise e a casa para que seja diminuído o efeito da radiação solar, com o vento circulando entre as superfícies, assim é possível aproveitar a luminosidade solar, eliminando a radiação” (Figura 99, 100 e 101).

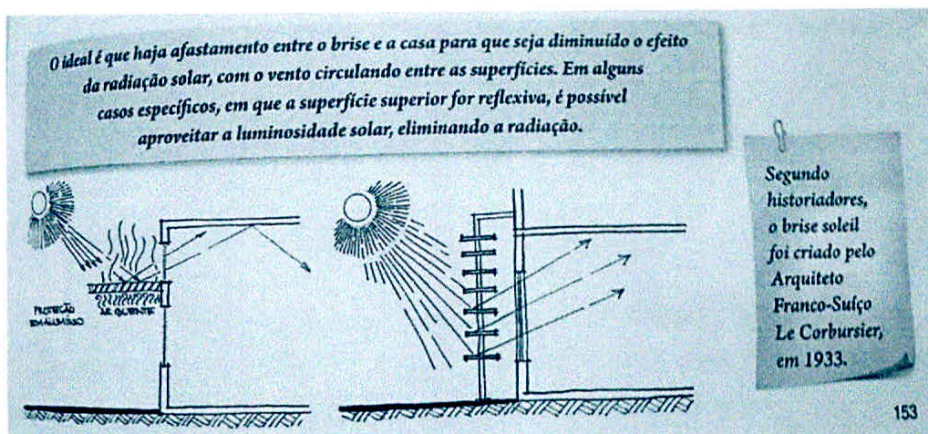


Figura 99. Detalhe Brise-Soleil



Figura 100. Brises na cozinha





Figura 101. Cozinha/Jantar

Na parte da frente deste bloco social está situado a sala de estar/tv e um lavabo sendo essa parte do bloco a entrada principal da residência. A separação desse cômodo dos outros é realizada a partir das portas-balcão. Essas esquadrias tem a finalidade de tornar o ambiente interno mais privado e aconchegante enquanto elas estiverem fechadas, e quando estiverem abertas possuem vidros deixando os ambientes integrados (Figura 102 e 103).



Figura 102. Portas-Balcão na sala de estar/tv



Figura 103. Entrada principal na sala de estar/tv

Em cima da porta da entrada principal foi instalado janelas basculantes para que possa ocorrer o efeito da ventilação cruzada e também para que o calor quente não fique preso no teto. No lado direito do corredor está situado o bloco íntimo contendo as duas suítes e obtendo três metros de altura. Voltada para a parte da frente da casa está a suíte de solteiro e voltada para a parte dos fundos a suíte do casal. Na frente das duas suítes possui jardins com vegetações para tornar o ambiente interno mais íntimo (Figura 104 e 105).



Figura 104. Suíte solteiro





Figura 105. Suíte casal

O muro frontal da edificação é todo de madeira e na parte superior possui um jardim vertical que reduz a poluição sonora pois as plantas absorvem ruídos e funcionam como revestimento acústico, reduz também a poluição do ar e é um ótimo isolante térmico além da beleza visual (Figura 106).



Figura 106. Muro Frontal

Na parte posterior do terreno está situado a área de lazer, e nela foi desenvolvido um projeto paisagístico que já foi mencionado acima, esses jardins serviram para deixar o espaço de lazer mais agradável, bonito e com um bom conforto térmico fora e dentro da edificação. A vegetação criou formas, cores, texturas e aromas, deixando os espaços

mais aconchegantes. Nesta área de lazer tem a área gourmet com uma churrasqueira e um espaço com televisão, logo ao lado um banheiro e a área de serviço, todos esses ambientes tem acesso ao deck para depois entrar na residência. (Figura 107, 108 e 109).



Figura 107. Saída do corredor com acesso ao deck



Figura 108. Área Gourmet





Figura 109. Área de Serviço

### 6.5.3 Reuso e captação da água

O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial combinados com o uso irracional da água têm aumentado consideravelmente a demanda por água doce e a produção de águas residuárias no mundo. Esses efluentes, tanto de origem industrial quanto urbana, quando lançados no ambiente, degradam ainda mais os mananciais onde essa água doce é captada. Segundo Venâncio (2010), o Brasil possui 13,8% da água doce do Planeta, a figura 110 mostra a porcentagem de água doce e salgada no Planeta.

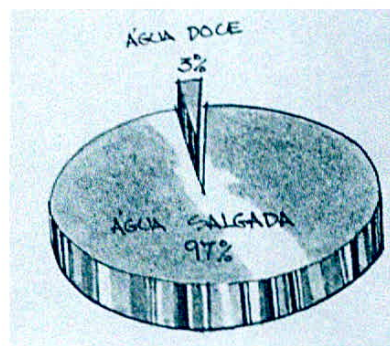


Figura 110. Água doce e salgada no Planeta

Tendo em vista esse contexto de poluição, escassez e desperdício dos recursos naturais, alguns trabalhos de conscientização e orientação precisam ser feitos para que as gerações futuras não sejam privadas deste precioso líquido. Existe um conjunto de hábitos que pode ser adotado para economizar água e que está relacionado ao consumo diário de

cada ser humano. Venâncio (2010), listou uma tabela que mostra como a água é consumida nas atividades diárias de cada pessoa (Figura 111).

Existem hoje metodologias para a melhor eficiência no uso da água, chamadas fontes alternativas. “As fontes alternativas de água são fontes opcionais àquelas normalmente disponibilizadas às habitações (água potável). Destacam-se a água cinza, a água de chuva, a água subterrânea, a água mineral envasada e a água distribuída em caminhões-pipa” (BAZZARELLA, 2005, p.35). Neste projeto será implementado o sistema de captação da água de chuva para o reuso não potável.

Segundo Bazzarella (2005), a configuração básica de um sistema de aproveitamento de água de chuva consta da área de captação (telhado, laje, piso), dos sistemas de condução de água (calhas, condutores verticais e horizontais), da unidade de tratamento da água (reservatório de coleta de primeira chuva, filtros e desinfecção) e do reservatório de acumulação. De acordo com Venâncio (2010), o aproveitamento da água de chuva permite redução de até 50% do consumo de uma casa, já que a água da chuva pode ser usada em descarga de vasos sanitários, máquina de lavar roupa, irrigação de jardins, lavagem de carros e lavagem de calçadas. A água coletada da chuva diminui enchentes, pois vai para os reservatórios das casas e apenas o seu excedente é eliminado, traz economia na conta de água do usuário e é uma ação efetiva de preservação ambiental, gerando um aspecto positivo para usuário que é a valorização comercial do seu imóvel (Figura 112).

ÍNDICES DE CONSUMOS DOMÉSTICOS					
RESIDÊNCIAS TÉRREAS				CONSUMO MENSAL (M <sup>3</sup> )	
Item	Duração/Condição	Cons. Unit (ITS)	Frequência	2 Pessoas	4 Pessoas
Lavar o rosto e mãos	1 minuto/ 1/2 abertura	2,5	4 vezes/dia	0,6	1,2
Escovar os dentes	5 minutos/1/2 abertura	12	2/dia	1,4	2,8
Banho com ducha	15 minutos/1/2 abertura	135	1 ao dia	8,2	16,4
Banho com chuveiro	15 minutos/1/2 abertura	45	1 ao dia	2,8	5,6
Bacia sanitária	6 segundos/adicionamento	10	2 ao dia	1,2	2,4
Lavar louça	15 minutos/1/2 abertura	117	1 ao dia	3,5	3,5
Lavadora de louça	Plena carga	40	1 ao dia	1,2	1,2
Lavar roupa/tanque	15 minutos/1/2 abertura	117	2 por semana	1	1
Lavadora de 5kg	Plena Carga	135	2 por semana	1,1	1,1
Regar jardins/plantas	10 minutos	186	dia sim/não	2,8	2,8
Lavar calçada 15 minutos	15 minutos/ esguichando sujeira	279	1 por semana	1,2	1,2
Lavar carro	30 minutos/1/2 abertura	560	1 por semana	2,3	2,3
Torneira gotejando	*****	46	ao dia	1,4	1,4
Torneira filete 2 mm	*****	4200	ao mês	4,2	4,2
Torneira filete 4 mm	*****	13200	ao dia	13,3	13,3
Buraco encanamento	2mm / 15mca	3200	ao dia	96	96
Válvula de descarga desregulada	*****	30	2 ao dia	3,6	4,2

Figura 111. Atividades diárias que consomem água



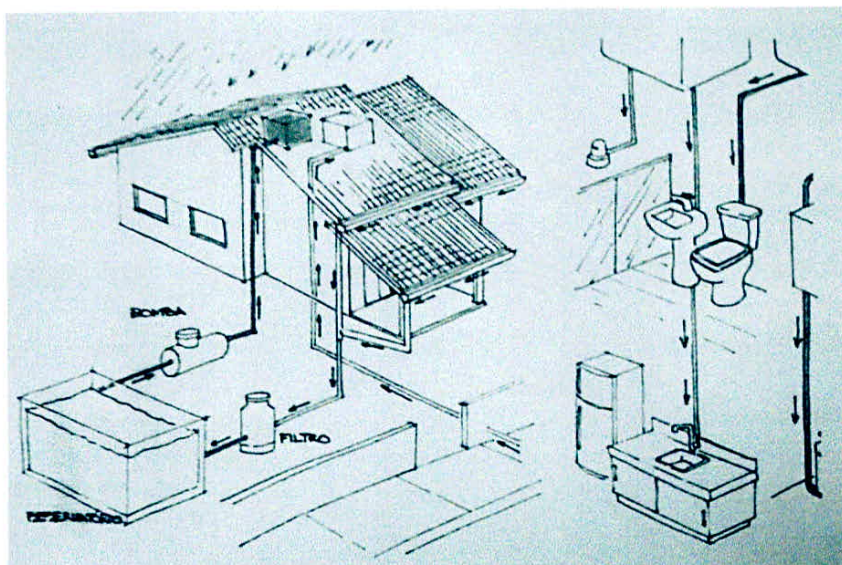


Figura 112. Detalhe captação e reutilização da água de chuva

De acordo com Vitruvius (27a.C. apud Venâncio, 2010, p.93), “Por consequência, a água vinda das chuvas apresenta características mais saudáveis, porque provém de mananciais mais leves, sendo filtrada pela agitação do ar”.

Para calcular a quantidade armazenada de água por ano de um telhado, laje ou pátio que receberá a água da chuva que será canalizada para o reaproveitamento é necessário realizar o seguinte cálculo de acordo com a fórmula disponível por Venâncio (2010), “Quantidade armazenada por ano =  $A \times I \times P \times D$ , sendo que A: Área de Captação; I: Índice Pluviométrico; P: Potencial do telhado (0,88); D: Água Descartada (0,90)”. De acordo com o projeto  $A = 133,17\text{m}^2$ ;  $I = 1,40\text{mm}$ ;  $P = 0,88$ ;  $D = 0,90$ ; resultando em um total de 14,765 litros de água armazenada por ano na residência para ser reutilizada na máquina de lavar roupa, vasos sanitários, irrigação de jardim, chuveiros e torneiras.

Além da captação da água de chuva uma residência pode ter o auxílio de equipamentos que ajudem no uso racional da água, e foram aderidos neste projeto, sendo eles: vasos de caixa acoplada com duplo acionamento e botões de três litros para líquidos e seis litros para sólidos; torneiras com aerador que reduz o fluxo, deixando a água mais espumante assim a quantidade da água é reduzida em até 30%. Segundo Venâncio (2010), “cada pessoa, em média, sem economia gastará 514 litros de água por dia, adotando medidas de economia, o consumo cai para 191 litros, supondo uma família com três pessoas, gastará anualmente 555.120 litros sem economia 3 206.280 litros com atitudes econômicas”.

Com estes estudos e de acordo com a realidade atual, foi aderido na residência formas simples e fácil de economizar e aproveitar a água. As mudanças de hábitos

também ajudam a preservar os mananciais hídricos, hoje tão escassos. Se cada edificação utilizar este sistema proposto, toda a população estará dando um grande passo para uma vida mais sustentável e por consequência, colaborando com o meio ambiente e com as futuras gerações. Através da divulgação deste estudo muitas pessoas terão a oportunidade de mudar conceitos e ter outras atitudes em relação às medidas sustentáveis e um novo modo de consumir a água, o que proporcionará benefícios para todos, sem falar na economia financeira.

#### 6.5.4 Ecoeficiência Energética

A escassez de recursos e o aumento de custos no setor energético colocam, cada vez mais, a questão da energia renovável no primeiro plano. A construção e o funcionamento de edifícios ocupam grande parte do consumo de energia. Junto à economia de energia, associada a sistemas de isolamento térmico cada vez mais desenvolvidos e métodos de distribuição de energia com alto grau de eficiência, a questão da energia sustentável assume um papel de grande importância e as possibilidades de uso são múltiplas e estão em permanente desenvolvimento.

Neste projeto foi aderido o sistema fotovoltaico, segundo Venâncio (2010), é um sistema onde a energia solar é transformada através de células solares em energia elétrica. O sistema fotovoltaico é composto por: Módulo; Controlador de Carga; Bateria; Inversor; ao receber os raios do sol, os módulos produzem corrente elétrica, a energia gerada é conduzida por fios ao controlador de carga, do controlador de carga a eletricidade é levada para as baterias, onde é acumulada para o uso diurno e noturno, as baterias enviam a carga acumulada aos inversores, que direcionam corrente aos aparelhos de tensão diferente (Figura 113).



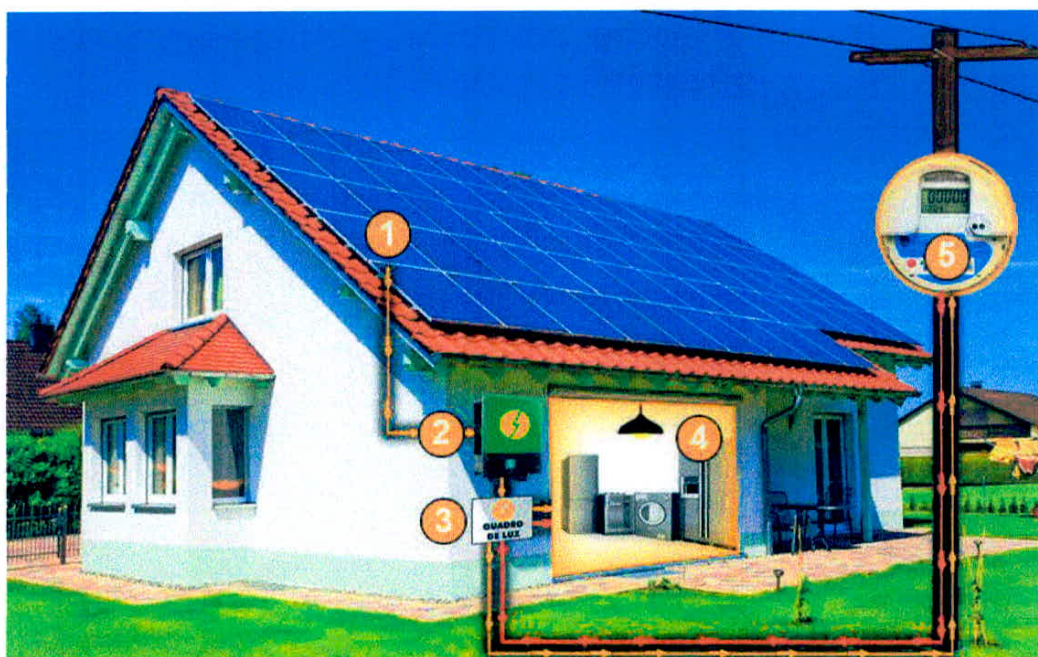


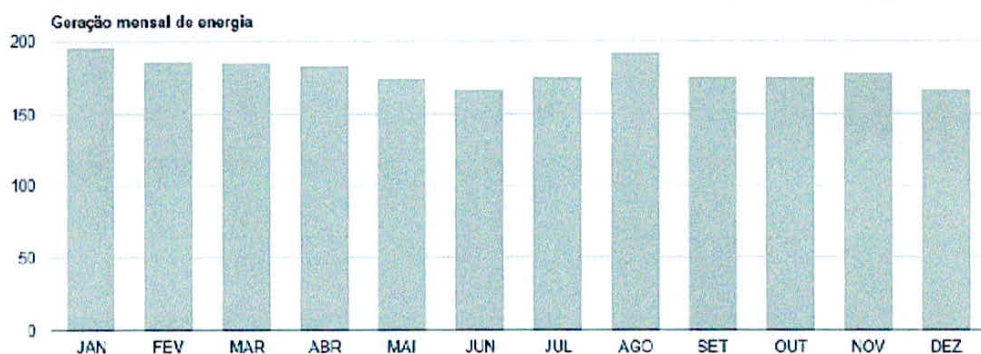
Figura 113. Sistema Fotovoltaico

Em geral, as células solares são instaladas na cobertura, havendo, no caso, diversas possibilidades: instalação sobre telhado, independente ou integrado à superfície do telhado ou como telhado em si. A instalação de módulos solares também é possível na fachada. No caso deste projeto a instalação será realizada independente sobre o telhado voltado para a face norte do terreno.

Através do site portal solar<sup>3</sup> foi realizado uma simulação do tamanho do sistema fotovoltaico necessário para a residência deste trabalho. Segundo a figura 114, serão necessárias seis placas fotovoltaicas de 250 Watts para atingir 2160 Kwh/ano.

<sup>3</sup> <http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:	1,46	kWp. (ou potência instalada)
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:	R\$ 14.600,00	até R\$ 19.710,00
Quantidade de placas fotovoltaicas:	6	de 250 Watts
Produção anual de energia	2160	kWh/ano aproximadamente
Área mínima ocupada pelo sistema:	11,67	metros quadrados aprox.
Peso médio por metro quadrado:	15	kilograma / metro quadrado
Geração mensal de energia:	180	kWh/mes aproximadamente



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.

Figura 114. Simulação sistema fotovoltaico na residência

### 6.5.5 Materiais utilizados

A qualidade da arquitetura, do projeto e planejamento do edifício, tem uma função decisiva na sua sustentabilidade. Segundo Neufert (2013), existem alguns critérios essenciais para uma sustentabilidade da arquitetura:

- a relação do projeto com o local e programa da construção;
- a qualidade formal da edificação, sua atualidade e originalidade;
- estruturas efetivas e que permitam uma boa utilização;
- durabilidade da construção e seus materiais;
- uso adequado de materiais com capacidade de envelhecimento;
- possibilidade de mudanças dentro do uso original;
- uma possível mudança total de uso diante de determinadas necessidades.



Um dos pontos primordiais para se obter uma construção sustentável é pensar na utilização de materiais que ajudam a tornar a construção de uma casa bem mais sustentável. É fundamental lembrar também que materiais e produtos que se auto intitulam verdes, ecológicos e ambientalmente responsáveis, devem ser questionados. A melhor forma de saber se ele realmente é verde é por meio da certificação de algum órgão ou entidade responsável por análises de padrões confiáveis.

A FSC é hoje o selo verde mais reconhecido em todo o mundo, com presença em mais de 75 países e todos os continentes. FSC é uma sigla em inglês para a palavra *Forest Stewardship Council*, ou Conselho de Manejo Florestal, em português. O FSC atua de três maneiras: desenvolve os princípios e critérios (universais) para certificação; credencia organizações certificadoras especializadas e independentes; e apoia o desenvolvimento de padrões nacionais e regionais de manejo florestal, que servem para detalhar a aplicação dos princípios e critérios, adaptando-os à realidade de um determinado tipo de floresta. A certificação FSC é um sistema de garantia internacionalmente reconhecido, que identifica, através de sua logomarca, produtos madeireiros e não madeireiros originados do bom manejo florestal (FSC, S/A).

A madeira é um ótimo material, muito utilizada na construção civil. A preocupação de se utilizar madeiras alternativas (de reflorestamento e certificadas) é de extrema importância quando aplicadas em uma construção sustentável.

As madeiras certificadas podem tanto vir de plantações florestais (reflorestamento) ou de florestas naturais, como da Amazônia, são aquelas que na hora da compra podem comprovar a origem de onde foram retiradas, geralmente de lugares que mantêm área de floresta original ou replantada, através de manejos sustentáveis de produção. A atividade prevê a preservação dessas matas ao mesmo tempo em que sustenta o ritmo da extração.

A madeira plástica é outro produto que vem atraindo a atenção por suas características e propriedades ecologicamente corretas. É muito semelhante à madeira convencional, mas é totalmente reciclável e com uma relação de custo-benefício maior. Além de preservar o ambiente, por reduzir o desmatamento florestal, a madeira plástica também evita o surgimento de pragas, como cupins, traças e roedores, que são atraídos pela madeira convencional. Ela ainda pode ser utilizada como pisos, revestimentos, mobiliário interno e externo, pergolados, gazebos e caxepós, para paisagistas. Os ambientes ganham vida sem prejudicar a natureza (EcoD, 2012).

A madeira possui alto índice de resistência, isolamento térmico, elétrico e acústico, facilidade para se trabalhar, baixo consumo de energia no seu processamento e boa

absorção e fixação de gás carbono. Esta matéria-prima renovável pode estar presente desde a estrutura da residência até os ambientes acabados. É preciso, porém, considerar a finalidade da sua utilização para, dessa forma, escolher a mais adequada.

Segundo Arakaki (2008), existem duas formas para escolher a madeira: pela questão estética, como cor e veios; e pela funcionalidade, devendo-se optar por madeiras mais duras ou macias, variando conforme a utilização. Quanto ao uso da madeira, pode ser dividido em dois grupos: os de responsabilidade estrutural e os de utilização decorativa. O primeiro inclui telhados, vigas de sustentação e pilares, o que é aconselhado a utilização de madeiras mais nobres ou de reflorestamento tratada pelo fato de terem mais resistência mecânica, física e biológica. Para o segundo, com intuito decorativo, para forros, esquadrias e pisos, é comum a utilização de madeiras moles e duras.

O material predominante utilizado na residência deste projeto foi a madeira certificada, para o fechamento externo, interno em alguns ambientes e estrutural. A mais antiga forma de construção com madeira é a de troncos ou pranchões, onde a madeira de perfil redondo ou em vigas retangulares é fixada uma sobre a outra, através de encaixes (dentes) (Figura 115). A forma mais econômica e vantajosa de executar paredes de madeira na construção civil, é a que utiliza a estrutura em esqueleto (com fechamento dos painéis/paredes com diversos materiais), onde as cargas verticais se distribuem sobre toda a rede estrutural (Figura 116). Nas paredes das suítes foi utilizado o fechamento com madeira, porém na parte interna utilizou-se painéis de drywall que será explicado logo abaixo (Figura 117) (NEUFERT, 2013).

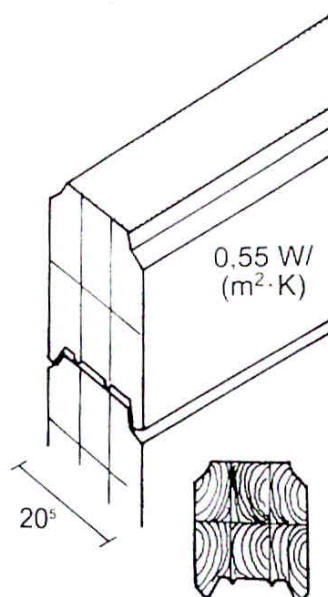


Figura 115. Encaixe estrutura de madeira



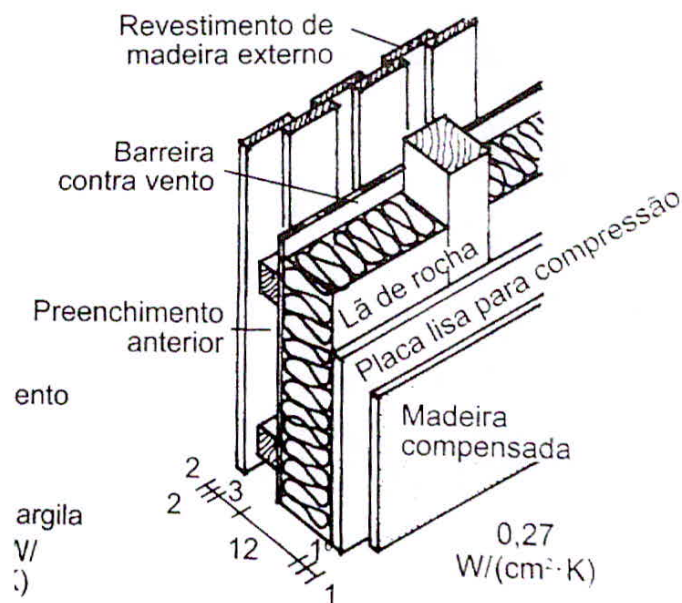


Figura 116. Estrutura em esqueleto de madeira

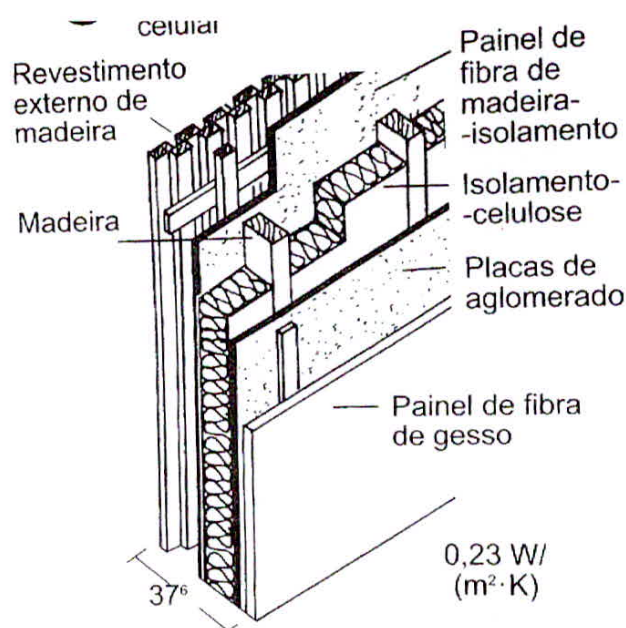


Figura 117. Estrutura de madeiral com drywall na parede interna

No meio da estrutura de madeira foi proposto adicionar a lã de pet ao invés da lã de rocha ou de vidro, pois esse tipo de material, além de ser um ótimo isolante térmico e acústico, a sustentabilidade é seu maior diferencial, uma vez que ela é produzida a partir da fibra de Poliéster (garrafas PET) recicladas, sem adição de resinas, sem utilização de água durante o processo e a emissão de carbono na atmosfera é quase nula, já que utiliza-

se gás natural como combustível nos processos e é comercializada em forma de mantas ou painéis (Figura 118) (VOLTOLINI, 2011).



Figura 118. Lã de Pet

Para o fechamento interno nas suítes foi utilizado o drywall. Segundo Zorzi (2011), é uma expressão em inglês que significa “parede seca”, ou seja, que não necessita de argamassa para ser construída como ocorre com as de alvenaria. Entre as vantagens desse sistema estão a flexibilidade na hora de trocar as paredes e fazer reparos, resistência ao fogo e bom isolante termoacústico e, principalmente, instalação rápida e sem entulho.

Para as áreas molhadas como os banheiros a cozinha, a área gourmet e a lavanderia, foi proposto o tijolo ecológico, mais conhecido como tijolo de Solo-Cimento, feito de solo, água e cimento. Com a possível escassez de recursos naturais, a construção civil, que consome grande parte desses recursos, procura reduzir o consumo e minimizar os impactos gerados, e esse tijolo é uma opção para suprir essas necessidades, uma vez que possui fácil processo de fabricação, favorecendo a redução de custos e prazo de construção. Possui módulos com furos para instalações elétricas e hidráulicas que dispensam conduítes para passagem de cabos e quebra de alvenaria executada para dispô-los. Tudo isso implica em menos materiais adicionais, mão de obra e peso da alvenaria construída. Em suma reduz o uso de cimento, areia, madeira, ferro e mão de obra (Figura 119) (MOTTA, 2014).



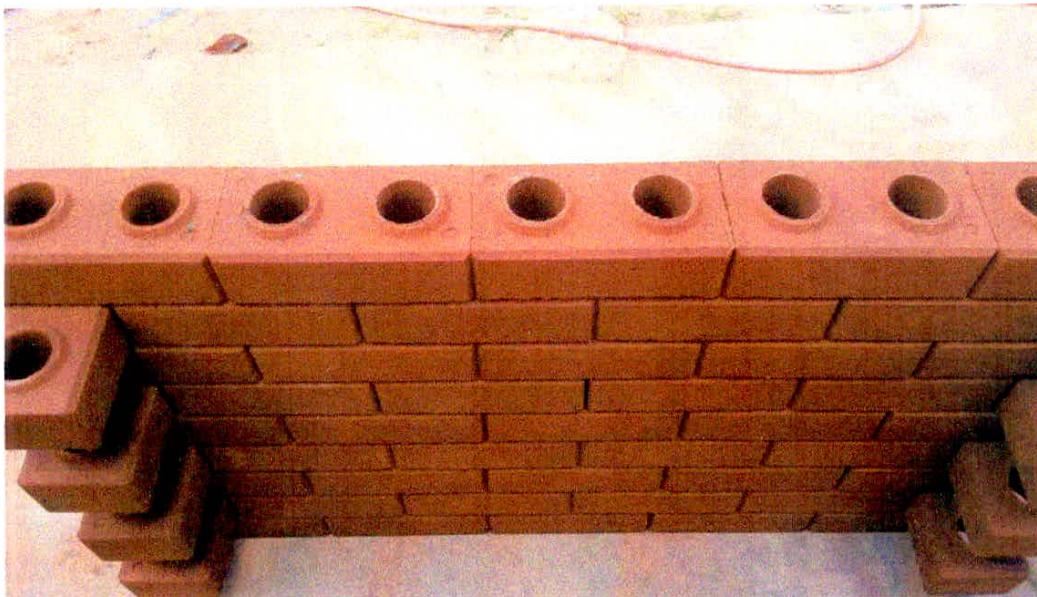


Figura 119. Tijolo ecológico para áreas molhadas

A estrutura do telhado é de aço galvanizado com telhas metálicas. Segundo Arakaki (2008), o aço é material 100% reciclável podendo, esgotada a vida útil da edificação, retornar aos fornos sob forma de sucata e se tornar um novo aço, sem perda de qualidade. A construção com estruturas em aço utiliza tecnologia limpa, reduz sensivelmente os impactos ambientais na etapa de construção e, concluída a obra, garante segurança e conforto aos ocupantes da edificação. Aportam benefícios para o meio ambiente atendendo às expectativas presentes do consumidor em relação à qualidade de vida de futuras gerações. O aço revela todo o seu potencial para contribuir com o avanço da construção sustentável, apresentando vantagens como: é econômico e economiza energia; é limpo; não produz resíduos e seus derivados são totalmente reutilizáveis; economiza tempo ao permitir uma maior velocidade na execução; reduz o impacto negativo dos locais de construção; economiza materiais e ajuda a preservar o solo; 100% renovável; alto índice de durabilidade e flexibilidade; é fácil de separar e se recuperar; apresenta um balanço ecológico positivo e deixa a edificação mais leve.

Os seguintes itens foram primordiais para serem escolhidos os materiais deste projeto:

- minimização do uso de materiais novos e maximização do reuso de materiais existentes;
- uso de materiais com conteúdo reciclado;

- uso de materiais de fontes sustentáveis locais rapidamente renováveis e certificadas;
- uso de produtos de fabricantes que empregam processos sustentáveis;
- minimização de lixo na construção, instalação e embalagem;
- durabilidade e flexibilidade de uso;
- redução da energia incorporada na fabricação e no transporte.

Assim sendo, a escolha dos materiais que serão utilizados na obra é tão importante quanto a criação de um projeto arquitetônico e paisagístico bem elaborado e compatível com as necessidades dos usuários. Afinal, de que adiantaria elaborar o melhor projeto e depois economizar e deixar para segundo plano os materiais de construção? A escolha dos materiais a serem empregados no projeto é uma etapa importantíssima que ajuda a manter a sustentabilidade na construção.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios para o setor da construção sustentável são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, recomenda-se: mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições; busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis; gestão ecológica da água; redução do uso de materiais com alto impacto ambiental; redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais.

Adotar atitudes sustentáveis, que vão desde a reciclagem do lixo até a construção de edifícios que reduzem o consumo de recursos naturais e a emissão de resíduos, é uma das atitudes sustentáveis que exercerão influência direta no papel que o arquiteto possui na sociedade. Dessa forma, cabe aos arquitetos reforçar ações e conceitos, propiciando o viver com as mudanças que a sustentabilidade traz e possibilitando ações concretas no desenvolvimento da ciência e da tecnologia compatíveis com as transformações necessárias, a fim de atingir a maturidade na escala sustentável.

O desafio é complexo, mas é necessário enfrentar os impasses e dificuldades políticas, econômicas e institucionais para que se viabilize a equidade socioambiental, bem como compreender o verdadeiro significado da sustentabilidade e os diferentes instrumentos que envolvem as etapas da construção civil, para que seja possível adotar efetivamente novos critérios no desenvolvimento de projetos sustentáveis.

O papel do arquiteto é elevar a construção civil a um novo patamar, quebrando paradigmas, procurando inovações e tomando decisões estratégicas para que o espaço construído seja ambientalmente confortável, onde a técnica e a ciência devem caminhar a serviço do bem-estar das pessoas sem prejuízo dos recursos naturais.

Desenhar edificações pensando na parte estética é importante, pois é a parte emocional do edifício, porém deve-se pensar também na parte crítica que esses edifícios causam nas cidades, podendo ser melhores desenhados e projetados em termos de performance, conforto, emissão de CO<sub>2</sub>, geração de energia e consumo de água.

Nesse trabalho foi estudado meios que tornam a habitação menos prejudicial para as cidades e para o meio natural trazendo qualidade e conforto para seus usuários,

utilizando o clima, os ventos, o sol e a iluminação natural para favorecer o ambiente interno. Evidenciou-se que a arquitetura sustentável pode trazer inúmeros benefícios a edificações habitacionais no que concerne a economia de energia, água e melhor aproveitamento dos recursos naturais. O objetivo a ser alcançado é saúde e conforto na fase de uso da edificação, minimização de custos de energia, funcionamento e manutenção técnica, baixo custo de limpeza, minimização de inspeções e custos de manutenção em geral, prover um ambiente construído com conforto, tornando o ambiente sadio e agradável, adaptado ao clima local para minimizar o consumo de energia convencional.

O trabalho não se especificou no projeto hidráulico e elétrico para a captação da água da chuva e instalação das placas fotovoltaicas, o objetivo foi mostrar o objetivo e as vantagens desses dois mecanismos para ajudar a promover uma habitação sustentável.



## REFERÊNCIAS

ABBUD, Benedito. **Criando paisagens: Guia de trabalho em arquitetura paisagística**. Senac. São Paulo, 2010.

ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do Ecoedifício**. São Paulo: Aquariana, 2001.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2015.

ARAKAKI, Cláudio. **Revista Construção do começo ao fim**. São Paulo: Casa Dois, 2008.

ARAÚJO, Gisele Ferreira de. **Estratégias de sustentabilidade: Aspectos científicos, sociais e legais, contexto global: visão comparada**. São Paulo: Letras Jurídicas, 2008.

ARCHDAILY. **Residência Castor Delgado Perez-Rino Levi**. 2015. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/766189/classicos-da-arquitetura-residencia-castor-delgado-perez-rino-levi>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

ARCHDAILY. **Sky Garden House**. 2011. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/112766/sky-garden-house-guz-architects>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Vitória. 2005. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=97838](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=97838)>. Acesso em: 20 maio. 2016.

CHING, Francis D. K.; BINGGELI, Corky. **Arquitetura de interiores ilustrada**. Bookman, 2013.

CONSUMERS INTERNATIONAL/ MMA/ MEC/ IDEC. **Manual de educação para o Consumo Sustentável**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2015.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

CREA-MG. **Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.creamg.org.br/publicacoes/Cartilha/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%A2ncia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2015.

EcoD. **EcoDesenvolvimento**. 2012. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/equipe/redacao-ecod>>. Acesso em: 22. maio. 2016.

FERREIRA, Tonico. **Quase 800 milhões de pessoas não tem acesso a água no mundo.** 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2015/08/quase-800-milhoes-de-pessoas-nao-tem-acesso-agua-no-mundo.html>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

FILHO, Pedro Salanek. **Revista geração sustentável.** Edição 33: Curitiba, 2013.

FROTA, Anésia Barros, SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico.** 5ª.ed. São Paulo, Studio Nobel, 2001.

FSC. **Forest Stewardship Council.** Disponível em: <<https://br.fsc.org/pt-br/certificao/tipos-de-certificados>>. Acesso em: 22 maio. 2016.

GAUZIN-MULLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica.** São Paulo: Senac, 2011.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura Sustentável: Uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.** Porto Alegre; 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3720>>. Acesso em: 04 out. 2015.

GRANADO, Milton Jr.; ZORZI, Omair. **Revista Construir.** Edição 78 e 87. São Paulo. 2011.

GRAÇAS, José Augusto das. **Residências Sustentáveis e sua contribuição com o meio ambiente.** 2010. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/24015> > Acesso em: 09 out. 2015.

KATS, Greg. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável. Custo, benefícios e estratégias.** São Paulo: Secovi, 2014.

KOPPEN; GEIGER. Disponível em:<<http://pt.climate-data.org/location/25010/>>. Acesso em: 05. out. 2015.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis.** Porto Alegre: Bookman, 2010.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3ª Edição, 2013. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro%20-%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20na%20Arquitetura.pdf>>. Acesso em: 13. out. 2015.

LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão Sustentável dos Recursos Naturais.** Campina Grande: Eduepb, 2013.

MACHADO, Ernani Simplicio; AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen; ABDALLA, Gustavo Francis. **A importância do olhar dos usuários em ambientes da arquitetura hospitalar: uma aplicação dos poemas dos desejos.** Rio de Janeiro, 2011.



MACIEL, Alexandra Albuquerque; ANDRADE, Suely Ferraz de. **Eletrosul. Casa Eficiente**. Disponível em: <<http://www2.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=8>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

MAREINES, Ivo; PATALANO, Rafael. **Casa Folha**. 2008. Disponível em: <<http://mareines-patalano.com.br/projetos/casa-folha/>>. Acesso em: 02. nov. 2015.

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção. Propostas para desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis**. 2009. Disponível em: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9886/1/Tese%20Doutoramento\\_Ricardo%20Mateus\\_2009.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9886/1/Tese%20Doutoramento_Ricardo%20Mateus_2009.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2015.

MEDEIROS, Virgílio Almeida. **Cartilha: Casa Sustentável**. 2012. Disponível em: <[http://issuu.com/pesquisa-unificada/docs/a\\_casa\\_sustent\\_\\_vel](http://issuu.com/pesquisa-unificada/docs/a_casa_sustent__vel)>. Acesso em: 09 out. 2015.

MELHADO, Sílvio Burrattino; MEDEIROS, Márcia Cristina Ito. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: estudos de casos em construtoras**. São Paulo, 2013. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP\\_55652ae3cf61766ec9afbe358748b858/Details](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_55652ae3cf61766ec9afbe358748b858/Details)>. Acesso em: 11. mar. 2016.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório. **Jardim de chuva: Sistema de biorretenção como técnica compensatória no manejo de águas pluviais urbanas**. Recife. 2011. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5799?show=full>>. Acesso em: 18 maio. 2016.

MMA. **Responsabilidade Socioambiental. Agenda 21**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 07 out. 2015.

MOTTA, Jéssica Campos Soares Silva. **Tijolo de Solo-Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis**. 2014. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/1038>>. Acesso em: 23. maio. 2016.

MOTTA, R. F. Silvio; AGUILAR, P. Maria Teresa. **Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações**. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50953/55034>>. Acesso em: 03 out. 2015.

NEUFERT. **Arte de projetar em arquitetura**. 39ª edição. 2013

NÓBILE, Alexandre Amato. **Diretrizes para a sustentabilidade ambiental em empreendimentos habitacionais**. Campinas: 2003. Disponível em: <[http://issuu.com/alexandre.amato/docs/diretrizes\\_para\\_sustentabilidade\\_ambiental\\_em\\_empr](http://issuu.com/alexandre.amato/docs/diretrizes_para_sustentabilidade_ambiental_em_empr)> Acesso em: 08 out. 2015.

- NUNES, Ilda Helena Oliveira; CARREIRA, Luzimeire Ribeiro de Moura; RODRIGUES, Waldecy. **A arquitetura sustentável nas edificações urbanas: uma análise econômico-ambiental**. 2009. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4800>>. Acesso em: 09. Out. 2015
- OLIVEIRA, Lucia Helena de. Et al. **Habitação mais Sustentável. Levantamento do estado da arte: Água**. São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/15.pdf>>. Acesso em: 13. Out. 2015.
- ONU, 2015. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/novo-estudo-da-onu-indica-que-mundo-tera-11-bilhoes-de-habitantes-em-2100/>>. Acesso em: 25. Nov. 2015
- PEREIRA, Antonio Batista. **Aprendendo ecologia através da educação ambiental**. Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto, 1993.
- PINHEIRO, Manuel Duarte. **Ambiente e Construção Sustentável**. 2006. Disponível em: <[http://www.lidera.info/resources/ACS\\_Manuel\\_Pinheiro.pdf](http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2015.
- PREFEITURA DE VARGINHA. **Lei Nº 3.181 e Lei Nº 3.006**, 1998/99. Disponível em: <<http://www.varginha.mg.gov.br/legislacao-municipal/leis/85-1998/2273-lei-3006>>. <<http://www.pmvdinf.info/legislacao-municipal/leis/86-1999/1574-lei-3181>>. Acesso em: 02. Nov. 2015.
- RIO+20, **Conferência das Nações Unidas, Rio+20**, 2012. Disponível em: <[http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html)>. Acesso em: 10. Mar. 2016
- ROAF, Sue. **Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável**. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; PALIARI, José Carlos; AGOPYAN, Vahan; ANDRADE, Artemária Coêlho de. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Revista: Ambiente Construído. Porto Alegre: 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3573>>. Acesso em: 04 out. 2015.
- SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/files/2011/11/ManualConservacaoReusoAguaEdificacoes.pdf>>. Acesso em: 13. Out. 2015.
- TAJIRI, Christiane Aparecida Hatsumi; CAVALCANTI, Denize Coelho; POTENZA, João Luiz. **Cadernos de Educação Ambiental, 9: Habitação Sustentável**. São Paulo: 2012.
- VENÂNCIO, Heliomar. **Minha casa sustentável: guia para uma construção residencial responsável**. Vilha Velha, GSA, 2011. 2ªed.



VOLTOLINI, Ricardo. **Ideia Sustentável**. 2011. Disponível em: <<http://www.ideiasustentavel.com.br/2011/06/gestao-sustentavel-trisoft-festeja-50-anos-de-responsabilidade-e-qualidade/>>. Acesso em: 23. maio.2016.

WWF. 2014. Living Planet Report 2014: **People and places, species and spaces**. [McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N.Oerlemans (Eds)]. WWF, Gland, Switzerland. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/relatorio\\_planeta\\_vivo/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/relatorio_planeta_vivo/)>. Acesso em: 26 set. 2015.

ZANDEMONIGNE, Raquel Tirello; TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles. **Avaliação de edificações sustentáveis: a sustentabilidade em seis dimensões**. Campinas, 2013. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/acervos/resumo/codigoAutor/69395/codigo\\_biblio/102406/cod/1](http://www.infohab.org.br/acervos/resumo/codigoAutor/69395/codigo_biblio/102406/cod/1)>. Acesso em: 04. Mar. 2016

ZANDEMONIGNE, Raquel Tirello. **As seis dimensões da sustentabilidade como abordagem para recomendações para a habitação unifamiliar baseadas nas diretrizes do selo casa azul**. Viçosa. 2013. Disponível em: <<http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2194/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04. Mar. 2016

ZAMBRANO, Leticia Maria de Araújo. **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp055897.pdf>>. Acesso em: 06. Mar. 2016

## CRÉDITOS DAS ILUSTRAÇÕES

Figura 01 — Zandemonigne; Tibúrcio, 2013

Figura 02 — Zambrano, 2008

Figura 03 e 04 — Lamberts; Dutra; Pereira, 2013

Figura 05 — <http://www.tema.eco.br/2013/06/aquecedor-solar-de-agua.html>

Figura 06 — <http://energiasolarresidencial.org>

Figura 07 — Sinduscon-SP, 2005

Figura 08 a 10 — Oliveira; Et al. 2007

Figura 11 — Medeiros, 2012

Figura 12 — Frota; Schiffer, 2001

Figura 13 e 14 — Tajiri; Cavalcanti; Potenza, 2012

Figura 15 — Abuud, 2010

Figura 16 a 18 — <http://blogportamundo.blogspot.com.br/2014/08/jardim-vertical-leve-o-verde-para.html>

Figura 19 a 27 —

<http://www2.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=35> e

[www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente\\_vol\\_IV\\_WEB.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_IV_WEB.pdf)

Figura 28 a 32 — <http://www.archdaily.com.br/br/01-14796/casa-folha-mairenes-mais-patalano>

Figura 33 a 39 — <http://www.archdaily.com/112766/sky-garden-house-guz-architects>

Figura 40 a 42 — <http://www.archdaily.com.br/br/766189/classicos-da-arquitetura-residencia-castor-delgado-perez-rino-levi>

Figura 43 a 45 — Google Earth

Figura 46 a 48 — <http://pt.climate-data.org/location/25010/>

Figura 56, 59, 61, 62, 91, 92, 94, 97, 99, 110, 111 e 112 — Venâncio, 2011

Figura 64 a 86 — Google imagens

Figura 113 e 114 — <http://www.portalsolar.com.br>

Figura 115 a 117 — Neufert, 2013

Figura 118 a 119 — Google imagens

Demais figuras crédito da Autora.



**ANEXOS**

**PROPOSTA DO PROJETO DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR SUSTENTÁVEL  
EM VARGINHA/MG**