



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM  
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UFSM - EAD  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL - UAB**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
APLICADA AOS PROCESSOS PRODUTIVOS**

**POLO: PANAMBI**

**CONCEITOS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA LIGADOS AO  
CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**DIOGENES JÚNIOR PIASSINI**

**Panambi, RS, Brasil  
2015**

**CONCEITOS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA LIGADOS AO  
CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS.**

**DIOGENES JÚNIOR PIASSINI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos. Área de Engenharia, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos.

**Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Losekann**

**Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil  
2015**

**Universidade Federal de Santa Maria - UFSM**  
**Educação a Distância da UFSM - EAD**  
**Universidade Aberta do Brasil - UAB**  
**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos**  
**Processos Produtivos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o presente Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação

**CONCEITOS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA, LIGADOS AO**  
**CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS.**

elaborado por  
**Diogenes Júnior Piassini**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Cláudio Roberto Losekann, Prof. Dr.**

(Presidente/Orientador)

---

**Ademar Michels, Prof. Dr.**

---

**Michel Brondani**

Panambi, Fevereiro de 2015.

## **RESUMO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Pós Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Educação a Distância – EAD  
Universidade Aberta do Brasil - UAB

### **CONCEITOS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA, LIGADOS AO CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS.**

AUTOR: DIOGENES JÚNIOR PIASSINI  
ORIENTADOR: CLÁUDIO ROBERTO LOSEKANN  
Panambi, 23 de Fevereiro de 2015

Com o intuito de compreender e resgatar novas formas de conceber o projeto arquitetônico, pensando e voltado à sustentabilidade, é que se tornam fundamentais entender os conceitos da Arquitetura Bioclimática e sua relação direta com o Conforto Térmico e Eficiência Energética do Edifício. A intenção desse trabalho é apresentar como a Arquitetura Bioclimática aplica dentro da arquitetura comum, formas, técnicas e materiais que auxiliam e modificam o projeto, deixando o edifício com características mais sustentáveis, gerando maior conforto ambiental aos ocupantes ao mesmo tempo em que reduz os gastos energéticos do edifício com a economia do uso de energia elétrica para climatização e iluminação. Estas características voltadas a arquitetura e a construção civil apresentam um fator importante dentro da sociedade, pois reduzem impactos ambientais, modificam a forma de organizar o meio e geram significativas diferenças econômicas relacionadas ao consumo energético.

**Palavras chave:** arquitetura, conforto, energia, sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

In order to understand and redeem new ways of conceiving the architectural design, thinking and focused on sustainability, is are key to understand the concepts of bioclimatic architecture and its direct relationship with the Thermal Comfort and Energy Efficiency Building. The intention of this paper is to present as Bioclimatic Architecture applies within the common architecture, forms, techniques and materials that support and modify the project, leaving the building with more sustainable features, creating greater environmental comfort to the occupants while reducing spending energy building with the economics of electricity use for air conditioning and lighting. These features oriented architecture and construction have an important factor in society because they reduce environmental impacts, change the way of organizing the environment and generate significant economic differences related to energy consumption.

**Keywords:** architecture, comfort, energy, sustainability.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>05</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>06</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>08</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivos Gerais	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
1.2 Procedimentos Metodológicos	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
2.1 Arquitetura Bioclimática	13
2.2 Fatores Indispensáveis no Projeto Bioclimático	16
2.1.1 Clima	16
2.1.2 Implantação	17
2.3 Materiais	19
2.3.1 Propriedades Óticas e Cores da Superfície	19
2.3.2 Blocos Cerâmicos	19
2.3.3 Blocos de Adobe	20
2.3.4 Solocimento	20
2.3.5 Concreto	21
2.3.6 Vidros	22
2.3.7 Painéis Sanduíches	23
2.3.8 Telhas Trapezoidais	23
2.3.9 Elementos que dificultam a troca de calor	24

2.4 Elementos	25
2.4.1 Coberturas	25
2.4.2 Paredes	27
2.4.3 Aberturas	29
2.4.4 Sobreamento das Aberturas	32
2.4.5 Brise Soleil – Vertical e Horizontal	33
2.4.6 Outros Elementos	35
2.4.6.1 Energia Solar	36
2.5 Estratégias	37
2.5.1 Em Edificações sem climatização artificial	37
2.5.2 Em Edificações com climatização artificial	38
2.6 Primeiros Passos para criação do projeto	38
2.6.1 Definição da Implantação	38
2.6.2 Volumetria	39
2.6.3 Definição Preliminar dos Elementos de Composição e Proteção do Edifício	40
2.6.4 Tratamento do Entorno	41
<b>3. ESTUDO DE CASO</b>	<b>42</b>
3.1 Projeto a ser analisado	42
3.1.1 Projeto Arquitetônico	44
3.1.1.1 Planta Baixa Técnica e Planta Baixa Humanizada	44
3.1.1.2 Detalhamento e explicações da Proteção das Janelas maiores	49
3.1.1.3 Cortes	54
3.1.1.4 Planta de Cobertura	55
3.1.1.5 Elevações e Perspectivas	56

3.1.1.6 Demonstração do sistema de abertura da “Cortina Verde” da sala	59
3.1.1.7 Demonstração do sistema de abertura da “Cortina Verde” da sala	60
3.2 Estratégias gerais e pontos positivos que foram analisados no projeto	62
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>64</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Esquema de um Sistema Bioclimático	15
Figura 02 – Esquema de Implantação	18
Figura 03 – Exemplo de Telhado Inclinado	26
Figura 04 – Exemplo de Telhado Plano	27
Figura 05 – Exemplo de Ventilação Cruzada e Unilateral	30
Figura 06 – Exemplo de Janela com Persiana	33
Figura 07 – Esquema de Brises Horizontais e Verticais	35
Figura 08 – Edifício Público sobre Pilotis	36
Figura 09 – Implantação da gleba em intervenção	43
Figura 10 – Relação entre Residências	43
Figura 11 – Legenda de Revestimentos, representado na planta técnica	44
Figura 12 – Planta Técnica	45
Figura 13 – Planta Humanizada	46
Figura 14 – Corte Pele	49
Figura 15 – Detalhe 01	52
Figura 16 – Detalhe 02	52
Figura 17 – Detalhamento Vaso de Madeira	53
Figura 18 – Fechamento em Ordem: Verão, Outono e Inverno	53
Figura 19 – Corte AA	54
Figura 20 – Corte BB	54
Figura 21 – Planta de Cobertura	55
Figura 22 – Planta de Cobertura Indicando Elevações	56
Figura 23 – Elevação 01	56
Figura 24 – Elevação 02	57
Figura 25 – Elevação 03	57
Figura 26 – Elevação 04	58
Figura 27 – Perspectiva	58
Figura 28 – Cortina Verde Fechada	59
Figura 29 – Cortina Verde Semi- Fechada	59

Figura 30 – Cortina Verde Aberta	60
Figura 31 – Cortina Verde Fechada Dormitórios	61
Figura 32 – Cortina Verde sendo aberta	61
Figura 33 – Cortina Verde totalmente aberta	62

# 1. INTRODUÇÃO

Esquecido pela necessidade de velocidade e economia nas construções, os conceitos da Arquitetura Bioclimática vem cada vez mais tomando forma e espaço, pela necessidade de novos horizontes dentro da construção civil e dos novos fatores econômicos. Todos já passaram ou conhecem queixas relacionadas aos ambientes sem planejamento, que acabam se tornando desconfortáveis em todas as estações do ano. Através de um bom estudo de insolação pode-se definir uma melhor orientação de construção de ambientes. Controlando a incidência dos raios solares, tem-se uma melhor qualidade térmica e uma redução do consumo energético.

Toda vez que é calculado a projeção solar sobre uma edificação, é encontrado os pontos de maior consumo energético e maior necessidade de uso de ar-condicionado e iluminação artificial. Por isso a ligação direta entre conforto térmico e consumo energético.

Outros fatores devem ser levados em conta para o bom desempenho térmico da edificação, como, os ventos dominantes, que tem influência na ventilação interna que por sua vez é influenciada pela posição e tipos de janelas.

O isolamento térmico é um fator térmico de alta relevância que deve ser considerado sempre. O calor é transmitido à edificação sempre através das paredes e telhados, o que pode ser controlado através dos isolamentos. O isolamento térmico tem o poder de absorção, irradiação e transmissão de calor, assim, desempenha um papel primordial na qualidade térmica e no consumo energético.

O projeto arquitetônico deve tirar o máximo de proveito da radiação solar, desde o ponto de vista higiênico, psicológico e de condicionamento térmico. A forma e a orientação do edifício devem estar em equilíbrio entre os períodos de baixas e altas temperaturas. No Brasil, de maneira geral a melhor orientação solar está ao norte, pois no verão a altura do sol nessa orientação possibilita com utilização de recursos arquitetônicos adequados o sombreamento da fachada e no inverno, por ter uma

trajetória solar mais baixa permitem que os raios solares permeiem o interior do edifício com maior facilidade.

Neste trabalho, serão abordados os principais fatores, formas e técnicas dentro do projeto arquitetônico, que influenciam diretamente na qualidade térmica, bem como esses aspectos estão ligados e também influenciam no consumo energético da edificação. Ainda, para melhor compreensão será apresentado um estudo de caso, de uma residência projetada com base na arquitetura Bioclimática.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão e pesquisa sobre fatores, materiais, elementos e estratégias empregados na chamada Arquitetura Bioclimática que influenciam diretamente no Conforto Térmico e Consumo Energético das Edificações, bem como apresentar um estudo de caso baseado em uma residência térrea planejada e fundamentada na arquitetura Bioclimática para ser implantada na cidade de Santa Maria/RS.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma abordagem sobre a história da Arquitetura Bioclimática;
- Apontar fatores, materiais, elementos e estratégias dentro do projeto arquitetônico que influenciam no conforto térmico e no consumo energético das edificações;
- Realizar um estudo de caso, apresentando um projeto arquitetônico baseado na arquitetura Bioclimática

- Transmitir através desse trabalho, conhecimento aos interessados no assunto abordado.

## 1.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo presente para a realização desta monografia tem pesquisa de caráter quantitativo e qualitativo exploratória, explorando dados e informações referentes ao tema Arquitetura Bioclimática através de revisão bibliográfica e estudo de caso feito com base em entrevista e levantamento de material, para concluir serão feitas análise dos fatores que mais influenciam no conforto térmico e no consumo energético de uma edificação.

Os procedimentos metodológicos serão feitos da seguinte forma:

- **Levantamento Bibliográfico:** a partir de livros e similares a pesquisa e também fontes online.
- **Levantamento Fotográfico:** a partir de fontes de internet.
- **Projeto de Estudo de Caso:** projeto arquitetônico completo, com detalhamentos e outros pontos importantes, esse material é de origem acadêmica, produzida pelos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo (308) da UFSM, na disciplina DAU 8018 – Ateliê de Projeto de Arquitetura e Paisagismo VIII.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Arquitetura Bioclimática

A Arquitetura em toda sua história teve um papel importantíssimo sobre o Conforto Térmico e o Consumo Energético do Edifício, por isso essa área da arquitetura é denominada Arquitetura Bioclimática. Esta se preocupa com a adequação da construção ao clima, visando o conforto térmico, acústico e visual do usuário. Ela de modo geral trata a estrutura externa do edifício como uma membrana que separa o ambiente externo e interno. Essa “membrana” ou “capa” tem a função de constituir um ambiente interno confortável e eficiente, mas, para que isso aconteça o arquiteto deve ser hábil e dinâmico ao utilizar recursos de projeto e escolher materiais convenientes, levando em conta as variáveis climáticas externas.

Projetos de arquitetura que apresentam soluções para lidar com as condições ambientais locais, envolvendo temperatura do ar, temperatura superficial, umidade, radiação solar, ventos, ruído e , ainda, qualidade do ar, aliadas a um bom aproveitamento da luz natural, estão contribuindo para realização de uma arquitetura de menor impacto ambiental, que tange à questão da energia. (DUARTE E GONÇALVES, 2006, p.56)

A Arquitetura Bioclimática é baseada em fundamentos históricos, por isso, é fundamental mesmo que de forma breve, entender um pouco como eram feitas as construções e como nossos antepassados contornavam as situações climáticas.

Segundo Corbella e Corner (2010) no passado para conseguir sobreviver em locais frios, a arquitetura cumpria o papel de “abrigo climático”. Para os povos das regiões frias, defender-se do inverno rigoroso significava a diferença entre viver e morrer. Assim, os primitivos construtores da chamada arquitetura vernacular não podiam ignorar o clima no desenho de suas construções. Esse tipo de arquitetura aproveita os recursos naturais disponíveis, como, por exemplo, a energia solar, para

aquecer as construções ou a água. A arquitetura vernacular, em todos os climas, sempre utilizou dos recursos disponíveis para criar soluções construtivas adequadas às suas necessidades específicas.

Duarte e Gonçalves (2006) destacam que a arquitetura modernista brasileira, especialmente durante o período de 1930 a 1960, mostrou características bioclimáticas, das quais se pode destacar o emprego de quebra-sóis e cobogós, amplamente adotados por arquitetos desse período..

Segundo Braz, Gama e Lanham (2004) na área da construção, o fascínio pela técnica e a inconsciência da esgotabilidade dos recursos conduziram a que as boas práticas ancestrais fossem sendo esquecidas, talvez por se pensar que a tecnologia poderia resolver todos os problemas. Entrou-se então numa época em que grande parte dos princípios básicos de construção foram sendo substituídos por interesses econômicos ou estéticos e onde foi necessário, para suplantar o desconforto causado, introduzir soluções tecnológicas tais como sistemas de iluminação e climatização artificiais, fazendo com que o consumo energético dos edifícios subissem surpreendentemente.

Com a crise do petróleo em 1973, os países mais atingidos, ou seja, os mais desenvolvidos, geraram movimentos de visão e de busca pela interação entre a arquitetura e os climas locais, em seguida, pela consciência da devastação ecológica e ambiental. Dessa forma, procurou-se conceber uma forma especial de projetar “a arquitetura Bioclimática”, que tem sua diferenciação da arquitetura comum, por resgatar parâmetros arquitetônicos que haviam sido esquecidos.

O projeto ecológico tornou-se uma disciplina própria da formação dos arquitetos somente na década de 1970. Nesse período, evidentemente, as escolas de arquitetura estavam mais preocupadas com a economia de energia do que com o desenvolvimento sustentável, em um contexto mais amplo. No entanto, do ponto de vista conceitual, as abordagens ecológicas já integravam textos que constituem a base da arquitetura. Para Vitruvius, por exemplo conforto e clima faziam parte do modelo triangular de firmitas, vetustas e utilitas (solidez, beleza e utilidade). (EDWARDS, Brian, 2008, p.37)

Os autores Corbella e Corner (2010) também destacam que além de considerar todos os parâmetros tradicionais de projeto, um projeto bioclimático, precisa integrar o Programa (que parte do cliente ou usuário) ao Local (estudo de clima, topografia e vegetação), considerando os fenômenos climáticos e as necessidades energéticas e ambientais, pode-se observar na figura 01 essa integração. Ao agregar esses valores ao projeto de arquitetura, sem deixar de lado a tecnologia, a forma e o estilo, contribui-se para poupar energia, evitar o desperdício dos recursos naturais, prevenir a poluição resultante da geração e do uso de energia convencional e melhorar a qualidade de vida do usuário.

Percebe-se assim que um edifício bioclimático não tem que envolver despesas acrescidas visto não precisar de complicados dispositivos tecnológicos. Assim, o seu sucesso depende apenas da experiência, dos conhecimentos e da criatividade do seu projetista. No fundo, a Arquitetura Bioclimática é apenas um rótulo relativamente recente para classificar uma série de atitudes no processo do projeto. (BRAZ, GAMA, LANHAM, 2004, p.10)

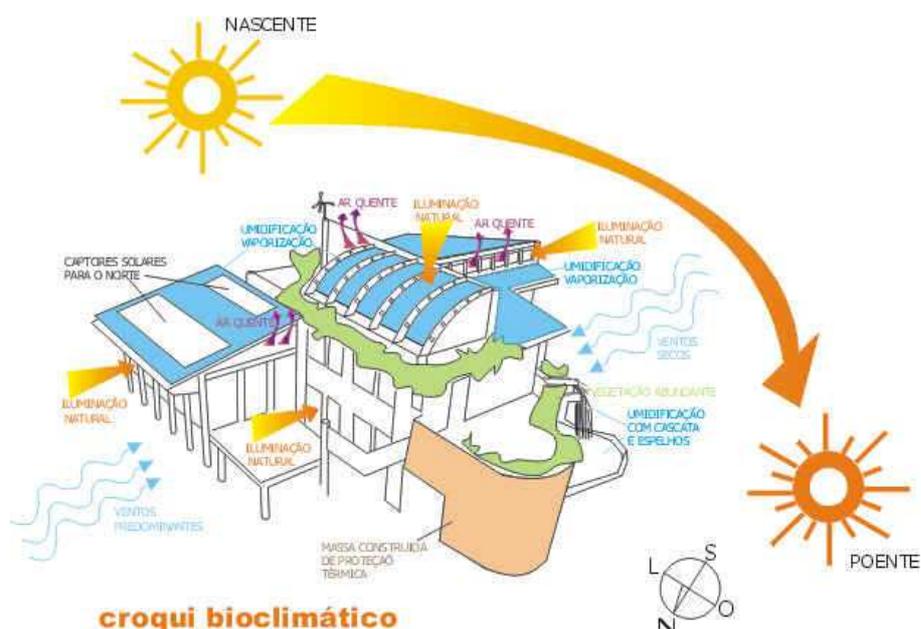


Figura 01 – Esquema de Sistema Bioclimático.

Fonte: <http://angulusbahia.blogspot.com.br/2013/10/beneficios-da-arquitetura-bioclimatica.html>. Acessado em Janeiro de 2015.

## 2.2 Fatores indispensáveis no projeto bioclimático

### 2.1.1 Clima

É indispensável e fundamental entender sobre o clima e as zonas climáticas para que exista uma arquitetura voltada aos fatores bioclimáticos. É necessário que o projetista tenha alguns dados meteorológicos do local, como:

- Temperatura do ar;
- Umidade absoluta e relativa do ar;
- Vento;
- Radiação Solar;
- Nebulosidade.

Monteiro (2011) comenta que a conjugação dos vários elementos climáticos – temperatura do ar, radiação solar, humidade e vento – originam diversas variações climáticas que resultam num determinado tipo de clima. Estes elementos estão sempre interligados, pelo que a solução de projeto deve considerar o conjunto de todos eles de uma forma holística, e nunca individualmente.

Corbella e Corner (2010) destacam algumas estratégias de projeto relacionadas ao clima:

- Controle solar: proteger do sol do verão e aproveitar o sol de inverno quando aplicável;
- Reduzir as áreas de vidro ao estritamente necessário para prover iluminação natural;

- Utilizar a ventilação para reduzir a umidade, promover a renovação do ar e o resfriamento do ambiente;
- Isolar os ambientes e reduzir os intercâmbios térmicos com o exterior em locais com ar-condicionado;
- Prever paredes exteriores e interiores de grande inércia térmica quando se desejar amortecer as variações da temperatura externa em relação ao período de uso do ambiente; ou quando se utilizar a ventilação noturna para resfriamento das estruturas do edifício;
- Usar paredes de pouco inércia quando se faz o uso da ventilação natural diurna (troca de ar com o exterior);
- Adaptar a edificação às características do entorno – relevo, vegetação, etc.;
- Localizar corretamente os panos de vidro, evitando o efeito estufa.

### **2.1.2 Implantação**

Todo profissional com formação em arquitetura, sabe que a busca pela posição do Norte deve ser sempre a primeira coisa a ser feita ao definir-se a área de implantação do projeto. Posteriormente elencar as características físicas do espaço, como: declividade, tipo de solo, acessos, arborização, e tentar de forma prática observar a posição do sol e seu percurso.

A principal fonte de aquecimento passivo é a energia calorífica proveniente do sol, pelo que é desejável que o projeto de arquitetura preveja a melhor implantação do edifício em termos de orientação, de modo a beneficiar o mais possível deste generoso recurso natural. Para além do sol deve ser considerada outra variável essencial, o vento, visto ter a capacidade de justificar a modificação da orientação em vários graus. A frequência dos ventos, a sua velocidade, bem como as suas características gerais, devem ser considerados de modo a encontrar-se a solução mais proficiente. Assim, é desejável em períodos frios otimizar os ganhos solares e em períodos quentes minimizar o impacto do sol no interior dos edifícios. (MONTEIRO, 2011, p.77)

Corbella E Corner (2010) destacam que o profissional responsável pelo projeto, deve estar atento ao código de obras de cada município, que rege normas e que também vão influenciar no projeto.

. De forma geral é importante observar os seguintes fatores ao definir a implantação de um novo edifício, esses fatores estão presentes na Figura 02:

- A taxa de urbanização – se existente uma densidade urbana alta ou baixa;
- Sombras provenientes de edifícios em volta ou de obstáculos naturais;
- Fontes de ruído;
- Tipo de cobertura de solo;
- Os ventos que predominam no período do dia e da noite e as diferenças ao longo do ano se houver estações diferenciadas.

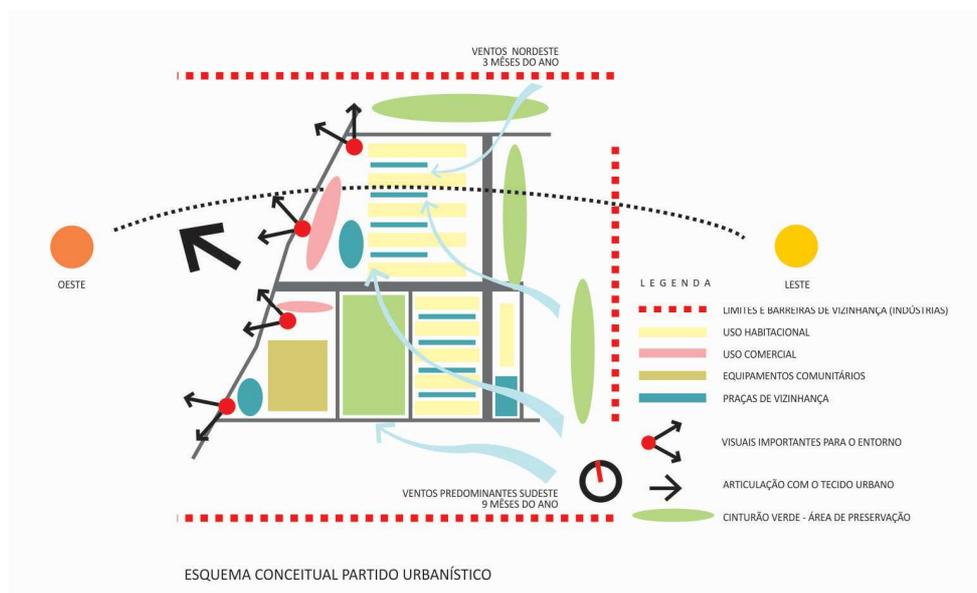


Figura 02 – Esquema de Implantação.

Fonte: <http://concursosdeprojeto.org/tag/arquitetura-e-urbanismo/>. Acessado em Janeiro de 2015.

## **2.3 Materiais**

### **2.3.1 Propriedades óticas e cores das superfícies:**

Dutra, Lamberts e Pereira(1997) lembram que a importância plástica das cores na arquitetura, não se restringe à aparência, mas adentra os conceitos físicos de conforto térmico e visual. Cores escuras aplicadas nas superfícies exteriores podem incrementar ganhos de calor solar, absorvendo maior quantidade de radiação. Isto pode ser útil em locais onde há necessidade de aquecimento. De forma complementar, a pintura de cores claras nas superfícies externas de uma edificação aumenta sua reflexão à radiação solar, reduzindo os ganhos de calor pelos fechamentos opacos. No interior, cores claras refletem mais luz, podendo ser empregadas em conjunto com sistemas de iluminação natural ou artificial.

A escolha da cor das superfícies internas contribui para uma melhor distribuição da luz natural dentro do ambiente. A cor também colabora para o estado psicológico do usuário, conforme indicam estudos que sugerem cores específicas para determinadas atividades. Portanto, a cor é um elemento importante a ser considerado. (CORBELL E CORNER, 2010, p.49)

### **2.3.2 Blocos Cerâmicos**

Com informações coletadas do site do INMETRO, os blocos cerâmicos, ou tijolos como são popularmente conhecidos, é um dos principais materiais usados nas construções de alvenaria, tanto na função de vedação ou estrutural. Produzidos a partir da argila, geralmente em forma de paralelepípedo, possuem cor mais avermelhada e apresentam furos em toda a extensão de seu comprimento.

Por apresentarem esses canais ou furos em sua extensão, proporcionam a entrada de ar em seu interior, assim apresentam maior resistência térmica que os tijolos maciços de mesmas dimensões.

### 2.3.3 Blocos de Adobe

Segundo Bianchi (2014) o Bloco de Adobe trata-se de um tijolo feito com uma mistura de barro cru, areia em quantidade, estrume e fibra vegetal. Sua técnica consiste em moldar o tijolo cru, em formas de madeira, a partir das quais o bloco de terra é seco ao sol, sem que haja queima. Os blocos de adobe têm normalmente medidas entre 10x10x20cm e 20x20x40cm.

Entre as vantagens do uso do bloco de adobe, se destacam:

- Materiais fáceis de se encontrar;
- Baixo custo pois o principal material para construí-lo pode ser obtido no próprio local da construção;
- Isolamento térmico e acústico;
- Execução relativamente rápida;

### 2.3.4 Solocimento

Segundo o portal da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) o solo-cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O que resulta desse processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O componente mais utilizado na fabricação do solo-cimento é o solo. O cimento entra em uma quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, o suficiente para estabilizá-lo e conferir as propriedades de resistência desejadas para o composto.

Quase todos os tipos de solo podem ser utilizados, entretanto os solos mais apropriados são os que possuem teor de areia entre 45% e 50%. Somente os solos que contêm matéria orgânica em sua composição (solo de cor preta) não podem ser utilizados. O solo a ser utilizado na mistura pode ser extraído do próprio local da obra.

### 2.3.5 Concreto

Com base no site Portal do Concreto, esse material é basicamente do resultado da mistura de cimento, água, pedra e areia, sendo que o cimento ao ser hidratado pela água, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico.

Os elementos feitos em concreto são divididos em três grupos principais:

- **Blocos de concreto celular:**

Têm utilização semelhante aos tijolos de barro e também são vazados, podendo ter função de vedação ou estrutural. Por terem massa específica menor que o concreto, apresentam uma resistência térmica maior.

- **Concreto armado:**

É uma estrutura de concreto que possui em seu interior, armações feitas com barras de aço. Isso é necessário para atender à deficiência do concreto em resistir a esforços de tração (seu forte é a resistência à compressão) e são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes.

- **Concreto leves:**

Esse material está voltado mais para exigências específicas em algumas obras e também, para fabricação de blocos, envelopamento de tubulações, enchimento de lajes, regularizações de superfícies e outras. São muito aplicados nos casos citados a cima pelo seu peso-específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico. Os concretos leves mais utilizados são os

celulares, os sem finos e os produzidos com agregados leves, como isopor, vermiculita e argila expandida.

### 2.3.6 Vidros

De forma breve e prática, Corbella e Corner (2010) classificam os vidros como:

**Plano:** é o vidro simples, usualmente utilizado nas esquadrias das janelas. Deixa passar quase inteiramente a radiação solar, mas bloqueia a radiação infravermelha emitida pelas pessoas e pelas superfícies que estão à temperatura ambiente.

**Temperado:** é mais resistente do que o anterior, reduzindo o risco de acidentes. Sua utilização em fachadas é restrita a vãos de pequenas dimensões. Não pode ser utilizado em fachadas com o sistema *glazing*. Por ter sempre a presença de cor, são menos transparentes que os vidros simples.

**Laminado:** vidro em lâminas, intercaladas por película plástica ou resina. É apropriado a locais que exigem mais segurança, como as fachadas de edifícios. Segundo os fabricantes, tem bom desempenho como isolante acústico. Seu desempenho térmico depende das propriedades óticas das películas.

**Refletivo** (ou espelhado): uma camada metalizada reflete a radiação solar. Seu desempenho térmico varia conforme a cor do vidro, o processo de metalização ou lâmina aplicada.

**Vidro Duplo:** formado por duas lâminas de vidro separadas por câmara de ar selada (se for bem selado, não embaça), tem um bom desempenho termoacústico, devido à presença da camada de ar. A eficiência termoacústica depende da espessura da camada de ar entre os vidros. Pode haver uma persiana entre os vidros.

**Vidro duplo refletivo:** formado por duas lâminas, geralmente com uma do tipo Low-E soft coat (camada macia) e outra Low-E hard coat (camada dura). Possui uma camada extrafina de metal, numa superfície interna, para refletir a radiação

solar. O tipo soft coat só pode ser usado para compor o vidro duplo, nunca sozinho.

**Aramado:** tem uma malha metálica em seu interior, o que lhe confere alta resistência a impactos e, no caso de quebra, a malha retém os cacos. Absorve muita radiação solar pela presença da malha.

### **2.3.7 Painéis Sanduíches**

De acordo com Gagliardo e Mascia (2010) estruturas sanduíches ou painéis sanduíches são constituídas por duas ou mais camadas de materiais diferentes, as quais são admitidas, em geral, perfeitamente aderidas, e a combinação delas faz com que o elemento, como um todo, ganhe em termos de eficiência estrutural. A principal característica é a obtenção de elementos com maior rigidez, conseguida com o afastamento das faces resistentes. Pode-se conseguir ainda estruturas mais leves, dependendo do material a ser utilizado. Seu desempenho térmico depende dos componentes utilizados.

### **2.3.8 Telhas Trapezoidais (tipo sanduíche)**

O site o Pedreirão, voltado a construção civil, descreve que as telhas trapezoidais ou telhas sanduíches são compostas por duas telhas convencionais preenchidas por material inerte (poliuretano, isopor (EPS), lã de vidro ou lã de rocha) constituindo um “sanduíche” ou simplesmente uma única telha metálica com revestimento inferior.

Os materiais de preenchimento possuem um baixo coeficiente de condutividade térmica (k), oferecendo uma resistência nas trocas constantes de calor externo e interno nas edificações, possibilitando uma redução na utilização de equipamentos

para refrigeração, redução em problemas de acidentes por fadiga e melhoria no ambiente de trabalho.

### **2.3.9 Elementos que dificultam a troca de calor**

Profissionais que projetam em zonas tropicais tendem a não usar esses elementos, assim, é bem difícil encontrar em edifícios nessas regiões. É indispensável que seja dificultado a troca de calor, onde é feito o uso de climatização artificial. Materiais que contenham bolhas de ar, ou espaços pequenos com limites que dificultem a convecção do ar, serão bons isolantes térmicos.

Segundo Corbella e Corner (2010) existem diferentes tipos de isolantes térmicos. Os materiais rígidos como os concretos leves ou celulares, concreto com agregados e madeiras leves. Os materiais semirrígidos são os painéis de lã de vidro ou lã de rocha, os painéis em gesso e as placas de poliestireno expandido. Materiais flexíveis são as mantas de lã de vidro ou lã de rocha, a cortiça, a borracha celular, a palha ou sapé etc.

Na confecção do projeto arquitetônico podem ser geradas as camadas barreiras de transmissão de calor por convecção, que são formadas por qualquer material que dificulte o movimento de ar. Nas paredes duplas ou nos vidros duplos, com uma câmara interna de pequenas dimensões, a troca de calor por convecção fica dificultada. Também, podem ser classificados como barreiras para a transmissão de calor por radiação os revestimentos com materiais brilhantes que absorvem menos radiação, seja solar ou infravermelha, e emitem menos energia radiante.

## 2.4 Elementos

### 2.4.1 Coberturas

Responsáveis por proteger a edificação das intempéries e da radiação solar, a cobertura, é fundamental para o bom desempenho térmico e a qualidade do ambiente interno.

O ganho térmico na edificação através da cobertura está ligado diretamente as diferentes tipologias. Em construções com poucos pavimentos, a principal responsável pelo aumento de carga térmica através do sol é a cobertura.

**Telhados inclinados:** Os telhados inclinados mais simples são aqueles que não tem separação com o ambiente, para melhor compreensão pode ser visualizado na figura 03. Essas coberturas são fechadas com telhas e a transferência de calor para o interior da edificação se dá por condução, convecção e radiação. Por não possuir espaço entre o telhado e o teto do ambiente, eles transferem a energia térmica absorvida diretamente ao ambiente. Quando há forro ou laje, no espaço formado entre a cobertura e o forro forma-se um colchão de ar quente, cuja energia térmica é transferida para os ambientes internos. É importante ventilar esse espaço, que também é denominado com ático, Desse modo, grande parte do calor se dissipa, ao invés de ser transferido para o forro. Um fator bastante importante é o isolamento térmico do ático, reduz significadamente o calor interno da edificação.



Figura 03 – Exemplo de Telhado Inclinado.

Fonte: Beor Arquitetura e Engenharia (2014)

**Lajes planas:** As lajes planas tiveram seu uso aumentado por ter um menor custo do que os telhados com telhas, observa-se a Figura 04 para melhor entendimento, porém elas apresentam dos problemas:

- Reduzem o volume do ambiente interno e, como recebem a mesma energia térmica, o ar interno passa a ter uma temperatura mais alta do que no caso de telhados inclinados.

- Tem mais massa do que as telhas e por isso uma grande capacidade armazenar energia térmica que será transmitida ao interior da edificação, por radiação e convecção. Para reduzir o fluxo de calor pela laje, podem-se utilizar isolantes térmicos internos ou pinturas na parte externa que reflitam a radiação solar. Toda laje plana deve ser impermeabilizada e o tipo de impermeabilização deve ser compatível com o tipo de isolante.



Figura 04 – Exemplo de Telhado Plano.

Fonte: <http://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/fernando-maculan-e-pedro-morais-residencia-nova-14-07-2009>. Acessado em Janeiro de 2015.

## 2.4.2 Paredes

As paredes são diferenciadas e separadas em fachadas, fechamentos verticais e divisórias. Cada uma delas tem uma influência diferente na resultante de conforto ambiental dentro da edificação.

**Fachadas:** Paredes externas, são decisivas e muito importantes, pois, definem diretamente o conforto ambiental e consumo energético interno das edificações.

Em uma arquitetura, as trocas de energia (luz ou calor) entre os meios exterior e interior têm como cerne o envelope o ser humano. No estudo desse “envelope” deve-se considerar, simultaneamente, todos os fatores que intervêm no problema. Um deles é a radiação solar, diante da qual os materiais de construção se comportam de modo distinto. É, portanto, conveniente distinguir o envelope construtivo em duas partes: os fechamentos opacos e os transparentes. (DUTRA, LAMBERTS E PEREIRA, 1997, p.56)

Quando a edificação possui climatização, as paredes devem ter uma forma especial, para que diminua a passagem de energia térmica que vem de fora. Já nas

edificações que não possuem sistema de climatização, o ideal é que ela seja ventilada pelo menos nos períodos de ocupação. Em alguns casos mais isolados, é conveniente isolar um ambiente ocupado e sem ar-condicionado quando existe uma parede atingida pela radiação solar durante um longo período. Outro caso que se deve usar isolante é quando a parede em questão é limite com um ambiente de maior temperatura (aquecido por fontes artificiais de calor).

Para Dutra, Lamberts e Pereira (1997) o revestimento externo muitas vezes é mais importante que o próprio material da parede, as cores mais claras absorvem uma quantidade menor de radiação solar, entre 20 e 40% de total incidente, enquanto as cores escuras chegam a absorver perto de 90% da mesma radiação.

O sombreamento das fachadas é outro fator muito importante para que uma edificação tenha um bom desempenho térmico, controle solar é uma estratégia fundamental, deve-se barrar sempre que possível, a incidência direta da radiação solar nas paredes externas, ou pelo menos parte delas, seja elas em edificações climatizadas ou não. Segundo especialistas no assunto, beirais avançados, varandas, marquises, jardineiras, porgolados, cobogós e outros, são, ótimos elementos de proteção, pois evitam a incidência solar direta alcançando áreas de sombra nos fechamentos verticais.

Segundo Corbella e Corner (2010) em edificações de baixa altura, o sombreamento pode ser alcançado através de vegetação, cuja evapotranspiração resfria as brisas que a atravessam. Árvores de copa alta ou pérgulas, perto das paredes e janelas providenciam sombra e reduzem o ganho de calor com bloqueio relativamente pequeno de vento. E os arbustos ou as trepadeiras sobre a parede, ao mesmo tempo em que fornecem sombra, aumentam as perdas por convecção perto das fachadas, reduzindo a carga térmica interna.

A vegetação em arquitetura Bioclimática é muito útil visto proteger de forma sazonal os edifícios, refrescá-los através da evapo-transpiração e filtrar pó em suspensão no ar. Todavia é preciso ter em atenção a escolha das plantas tendo em

consideração os objetivos pretendidos ou seja escolher vegetação de folha caduca para sombrear no Verão mas não no inverno. (BRAZ, GAMA e LEB, 2004, p.19)

### 2.4.3 Aberturas

Com a função essencial de ventilação dos ambientes, iluminação natural e comunicação visual com o exterior, as esquadrias, em especial as janelas são fundamentais em um projeto arquitetônico.

A ventilação natural interna é determinada pela distribuição das pressões nas fachadas, que depende da velocidade e direção do vento no exterior. Essas pressões determinam o posicionamento pelas áreas das aberturas, seu tamanho relativo e tipologia.

Segundo Corbella e Corner (2010) sempre que entre as aberturas se verifica uma diferença de pressão, haverá ventilação cruzada. Então, as janelas devem ser posicionadas, seja em paredes opostas ou adjacentes, onde exista essa diferença. Se não houver essa diferença entre as aberturas, não ocorrerá ventilação interna.

Na hora de fazer o projeto, para saber as fachadas com maior ou menor pressão, a fim de locar as janelas, aconselha-se a pesquisar as primeiras e segundas frequências da ocorrência do vento na região, observando sua interação com as futuras fachadas.

A orientação do edifício deve também contar com os ventos dominantes e a sua influência na ventilação natural e infiltrações. (BRAZ, GAMA e LEB, 2004, p.20)

Para conseguir uma corrente cruzada com velocidade intensa, a saída deverá ser maior do que a entrada; para se obter uma melhor distribuição do vento, a entrada deverá ser maior do que a saída, como mostra a figura 05. Essas estratégias devem

contemplar o tipo de uso e o período de ocupação do ambiente. Além disso, o padrão de fluxo interno é regulado, em parte, pela altura do peitoril e pelo tipo das janelas.

A disposição de janelas com diferentes alturas pode produzir uma benéfica brisa nos períodos de calma. Sua intensidade será maior quanto maior a diferença de alturas. Ademais, os lanternins ou outras aberturas zenitais permitem a saída do ar quente. Essa renovação de ar permite manter a temperatura interna mais amena e movimentar o ar, contribuindo ao conforto ambiental das pessoas.

Em ambientes não climatizados, a ventilação, é um fator essencial para manter o usuário em mínimas condições de conforto. Porém, se não dosada pode se tornar uma fonte geradora de calor para o ambiente.

A renovação adequada do ar num ambiente pode melhorar a qualidade do ar interno e o bem-estar dos ocupantes, mantendo as concentrações de contaminantes em níveis seguros. A velocidade do fluxo de ar é o fator mais importante na avaliação da sensação térmica durante a ventilação, uma vez que pode proporcionar sensação de calor e frio mesmo quando a temperatura do ar permanece constante. (AMPARO, GOMES e SOUZA, 2011, sem pg.)

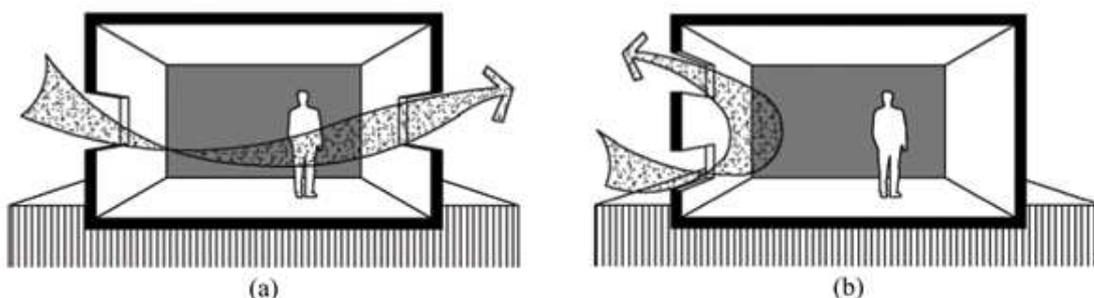


Figura 2 - Ventilação natural: (a) cruzada e (b) unilateral

Figura 05 – Exemplo de Ventilação Cruzada e Unilateral.

Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000400009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000400009&script=sci_arttext). Acessado em Janeiro de 2015.

A iluminação natural por Corbella e Corner (2010), é importante e sua utilização de forma correta proporciona uma economia considerável no consumo de energia

elétrica, além de gerar uma redução de gastos com instalação e manutenção. É válido lembrar que lâmpadas geram energia térmica ao ambiente, tornando-se uma fonte de calor. O edifício torna-se mais eficiente com a utilização da iluminação natural, mas, se ela não for bem controlada, tendo a entrada de radiação solar direta no ambiente, acaba gerando ofuscamento. Uma vantagem que deve ser apontada da iluminação natural é ser mais confortável para os olhos humanos, devido à sua composição natural de cores.

A boa iluminação de um edifício, sobretudo com luz natural é essencial ao seu bom funcionamento energético e ao conforto dos seus ocupantes. Aproximadamente 25% do consumo energético em edifícios é utilizado no sistema de iluminação. (BRAZ, GAMA e LEB, 2004, p.31)

Podendo desempenhar um papel fundamental no conforto lumínico do ambiente, a iluminação zenital, proporciona uma distribuição adequada da luz e diminui a necessidade de utilização de energia elétrica. Deve-se ter cuidado especial ao se empregarem claraboias de vidro ou coberturas translúcidas. Estas permitem a incidência direta da radiação solar sobre as superfícies internas, transformando-se em calor e aumentando a carga interna.

O CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil) destaca que as aberturas zenitais podem ser empregadas por razões estéticas ou quando há deficiência com iluminação das janelas. É recomendada em ambientes profundos e espaçosos. Em alguns projetos, essas aberturas não devem ultrapassar 10% da área do piso, podendo resultar em diversos problemas térmicos.

As aberturas agregam valores que vão além da ventilação e iluminação, elas geram benefícios psicológicos positivos pela comunicação visual interior-exterior e a percepção temporal e climática. Se não bem tratadas podem gerar o desconforto auditivo causado pelos ruídos.

#### 2.4.4 Sombreamento de Aberturas

É muito importante, e indispensável que seja feito o sombreamento das aberturas em climas tropicais. A radiação solar direta, nos ambientes internos, produz manchas solares, essas são projetadas no chão e nas paredes, essas manchas são radiações que se transformam em calor, aumentando então a carga térmica do edifício. Existem vários tipos de dispositivos de sombreamento eficazes para efetuar o controle da radiação solar direta.

Para proteger a envoltória de uma edificação, seja com elementos construídos, seja com vegetação, é necessário poder-se determinar a posição do Sol, para o local em questão, na época do ano em que se deseja barrar seus raios diretos. Para tal, tem-se que recorrer a algumas noções básicas da Geometria da Insolação, a qual possibilitará determinar, graficamente, os ângulos e incidência do Sol, em função da latitude, da hora e da época do ano. (FROTA e SHCFIER, 2001, p.75)

São encontrados elementos parecidos para proteger as paredes que são usados por fora das esquadrias, como persianas de enrolar, venezianas, brise-soleil ou toldos.

Persianas de enrolar como as da Figura 06 e venezianas podem ser consideradas elementos incorporados à janela para o controle da radiação e da ventilação. Já o brise-soleil faz parte da pele do edifício e é considerado um elemento estético-funcional. Esses dispositivos para sombreamento das aberturas podem ser fixos ou móveis. Cada um deles tem características e desempenhos próprios, dependendo da cor, da forma e do material utilizados.



Figura 06 – Exemplo de Janela com Persiana.

Fonte: <http://www.persianasbrasil.com.br/persianas-estrutura-enrolar.php>. Acessado em Janeiro/2015.

Os elementos móveis são mais eficazes para o sombreamento do que os fixos. A eficácia dos elementos fixos para produzir sombra pode ser avaliada através de seu coeficiente de sombreamento. Dispositivos automatizados e com manutenção conseguem o melhor desempenho, tanto para o controle solar quanto lumínico. No entanto, para dispositivos com movimento manual, a experiência tem mostrado que alguns deles, com o passar do tempo, são deixados numa só posição, pela ignorância sobre seu uso, ou ainda abandonada ou retirada por falta de manutenção.

A cor dos elementos de sombreamento pode afetar seu desempenho térmico e lumínico. Os de cor escura absorvem grande parte da radiação solar em sua superfície externa, dissipada por convecção e por emissão de radiação infravermelha, em parte para o exterior e em parte para o interior. Com os claros, a maior parte da radiação é refletida para fora, embora parte também seja refletida para dentro. Contudo, os elementos claros providenciam mais luz do dia para o interior do compartilhamento, e neste ponto são preferíveis quando se se requer mais iluminação natural.

#### **2.4.5 Brise-Soleil vertical e horizontal**

O sentido vertical ou horizontal do brise-soleil varia de acordo com a orientação solar de cada fachada. As fachadas voltadas fundamentalmente para o Norte veem

trajetórias sobretudo horizontais, então é recomendável que se utilize proteção do tipo horizontal. Para fachadas voltadas fundamentalmente para o Leste, Oeste e Sul, que veem trajetórias mais verticais, os dispositivos devem ser verticais. Para fachadas não orientadas preferencialmente para os pontos cardeais, deve-se utilizar uma combinação dos dois elementos. A figura 07 demonstra as diferentes orientações e indicações do uso dos brises.

Segundo Cunha (2011) no que diz respeito à eficiência energética dos sistemas de proteção solar não há dúvida quanto à importância dos brises como elementos de controle seletivo dos ganhos térmicos. Em grande parte do Brasil a necessidade do controle total do acesso da radiação solar aos ambientes interiores é uma realidade diária. No caso do sul do Brasil, onde o clima composto por período frio e quente, a necessidade do controle seletivo se faz presente. Obviamente que, a função da edificação também deve ser considerada nessas análises iniciais. Em edificações residenciais, por exemplo, em período frio, a radiação solar é bem-vinda no espaço interior, o que pode não ocorrer em tipologias escolares, por exemplo, onde a radiação solar direta pode provocar ofuscamentos e, por conseguinte, desconforto visual.

Existem muitos dispositivos internos, com diferentes formas e variados materiais, que pretendem realizar o controle solar da mesma forma que os externos. No entanto, todos eles interceptam os raios solares depois que atravessam o vidro, produzindo o efeito estufa. Em consequência disso, esses dispositivos, embora evitem a radiação solar direta sobre as pessoas, contribuem para aumentar em muito a carga térmica.

Esses dispositivos produzem, também, aumento da radiação infravermelha emitida pela superfície interna do elemento, causando uma sensação muito desconfortável. Além disso, a maior parte deles escurece o ambiente, tornando necessário o uso da iluminação artificial.

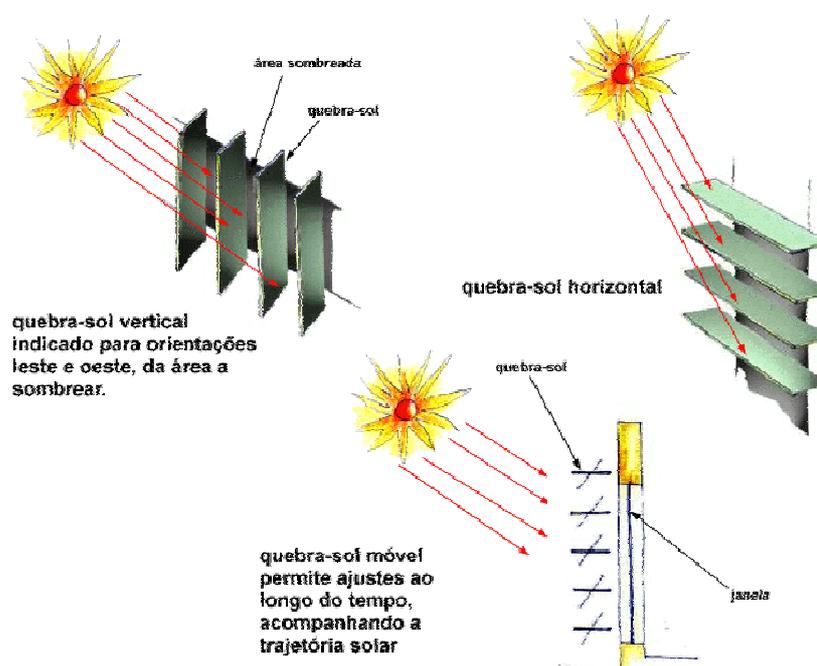


Figura 07 – Esquemas de Brises Horizontais e Verticais.

Fonte: [http://www.edifique.arq.br/nova\\_pagina\\_24.htm](http://www.edifique.arq.br/nova_pagina_24.htm). Acessado em Janeiro/2015.

#### 2.4.6 Outros Elementos

Alguns outros elementos como varandas e os pergolados também podem ser considerados elementos de controle solar das aberturas, se para seu dimensionamento foi considerada a influência das trajetórias solares.

Outro elemento pouco lembrando são os Pilotis, o CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil) lembra que esses pilares em concreto armado que sustentam uma construção. São característicos da arquitetura modernista brasileira e fazem parte dos Cinco Pontos da Nova Arquitetura proposta pelo francês Le Corbusier, observa-se o uso dos Pilotis em um dos Edifícios da PUC de São Paulo, representado pela figura 08.

Muito usados, nas décadas de 50 e 60 com a arquitetura modernista, eles fazem com que o chão do edifício esteja acoplado termicamente ao ar do ambiente externo, constituindo-se em outra superfície de dissipação de calor. Por outro lado, cria-se uma

superfície externa, tipo pátio, protegida da radiação solar e aberta, na qual circulam benéficas brisas. Em espaços públicos, a área sob os pilotis formará uma praça sombreada, melhorando o conforto ambiental urbano.



Figura 08 – Edifício Público sobre Pilotis.

Fonte: [http://www.aninkmarink.blogspot.com.br/2005\\_07\\_01\\_archive.html](http://www.aninkmarink.blogspot.com.br/2005_07_01_archive.html). Acessado em Janeiro de 2015.

#### 2.4.6.1 Energia Solar

Um elemento que atualmente é bastante usado e que contribui diretamente para a diminuição do consumo energético do edifício é a Energia Solar. Essa energia proveniente do sol, é captada por painéis solares formados por células fotovoltaicas que convertem a energia solar em energia elétrica.

A energia solar também é usada para aquecimento da água, mesmo quando a radiação solar não chega para aquecer a água em temperaturas desejadas permite o seu pré-aquecimento. Esse sistema é composto basicamente por placas coletoras solares e um reservatório de água, mais conhecido como Boileir.

O solar fotovoltaico tem ainda outra vantagem que deriva do fato da cobertura dos painéis, que em regra geral é de vidro, ter que ser suficientemente resistente para permitir que as células fotovoltaicas não sejam afetadas nem por alterações significativas de temperatura nem por vibrações (som). Consequentemente, o revestimento de uma superfície com este tipo de painéis resulta num isolamento térmico e acústico superior a qualquer material no mercado que cumpra o mesmo fim. (BRAZ, GAMA e LEB, 2004, p.34,35)

## 2.5 Estratégias

Após a revisão bibliográfica feita até o momento, é válido elencar formas de agir, projetar e impulsionar novos projetos, com a visão voltada a arquitetura Bioclimática. De forma breve, será abordado como trabalhar para alcançar conforto térmico nas edificações, reduzindo assim os gastos energéticos.

No que diz respeito ao conforto ambiental e à eficiência energética, as metas da reabilitação tecnológica contemplam a redução da demanda por climatização e iluminação artificiais, suprindo-a tanto quanto possível por meios passivos: aquecimento passivo direto e indireto, ventilação natural, ventilação noturna, iluminação natural e demais estratégias, complementando o restante por meio de tecnologias energeticamente eficientes. (DURTE E GONÇALVES, 2006, p.55)

### 2.5.1 Em edificações sem climatização artificial

- 1- Controlar os ganhos de calor – minimizar a energia solar que entra pelas aberturas minimizar a energia solar absorvida pelas paredes externas, não ventilar quando a temperatura externa seja maior que a interna; utilizar menos iluminação artificial; usar artefatos de menor potência.
- 2- Dissipar a energia térmica do interior do edifício – a energia gerada internamente, ou que não pode ser controlada em sua entrada, deve ser dissipada por condução (para zonas mais frias), por convecção (ventilando quando a temperatura externa for menor que a interna) ou por radiação (do edifício, por emissão de radiação infravermelha, para o céu);
- 3- Remover a umidade em excesso e promover o movimento de ar – para providenciar o conforto térmico das pessoas durante o período de ocupação, por meio da ventilação natural ou mecânica.
- 4- Promover o uso da iluminação natural – fazendo um bom projeto que integre as iluminações natural e artificial;

### **2.5.2 Em edificações com climatização artificial**

Em alguns casos o uso do ar-condicionado é indispensável, nessas situações a construção deve ser projetada de forma que diminua o máximo as trocas térmicas com o exterior, deixando somente a renovação de ar por razões higiênicas. O envelope ou a membrana que protege a área climatizada deve ser muito bem vedada, com isolantes de grande resistência térmica, assim, será permitido reduzir a potência do sistema (menor investimento, ou menos kw ou BTU/h) e o consumo de energia (menos kWh consumidos; ou menor conta de luz).

Não devem ser desconsiderados as estratégias e os sistemas descritos anteriormente. O arquiteto deverá sempre levar em conta itens como o sombreamento das fachadas e das aberturas, as cores das fachadas, a localização com relação às trajetórias solares, e considerar a possibilidade de um sistema de ventilação noturna tirando partido da inércia térmica etc.

## **2.6 Primeiros passos para criação do projeto**

### **2.6.1 Definição da Implantação**

Depois de feito a análise da legislação e a verificação de todos os dados coletados na fase de levantamento, o próximo passo é fazer a implantação da edificação orientada segundo os fatores locais. Para se conhecer a melhor implantação da edificação em relação à radiação solar, podem ser utilizados os diagramas solares, que servem para determinar os planos de maior incidência solar, os períodos de insolação e para prever as sombras. Existem programas computacionais, que ajudam a reconhecer a carga térmica recebida por cada fachada, dependendo de sua posição

relativa ao norte, no período crítico que se está estudando, dependendo da latitude e época do ano.

Corbella e Corner (2010) destacam que as fachadas Leste e a Oeste são as que mais recebem sol durante todo o ano. A fachada Norte recebe mais sol no inverno. Portanto, a melhor implantação do edifício é colocar seu eixo longitudinal paralelo ao eixo leste-oeste. É importante refletir sobre alguns conceitos errôneos, normalmente aceito, como: fachada sul não precisa de proteção, pois não recebe sol no verão, o que é verdade apenas para latitudes acima de  $30^\circ$ ; regiões que estão mais afastadas dos trópicos.

Para regiões perto do equador (latitudes entre  $12^\circ$  e  $-12^\circ$  e, sobretudo, para projetos em clima tropical úmido), todas as fachadas devem ser igualmente protegidas, como se pode observar nos diagramas de trajetórias solares de algumas das cidades dessas regiões.

### **2.6.2 Volumetria**

Ligada ao programa de necessidades, a volumetria deverá levar em conta se a edificação será ou não climatizada artificialmente. Isso porque, em edificações que possuem sistema de climatização, devem ter sua forma mais compactas a fim de reduzir a área de paredes externas, diminuindo, assim, as trocas térmicas com o exterior, especialmente as áreas das paredes mais ensolaradas. Um pé-direito mais baixo também é recomendável, pois resulta em um menor volume do ar a ser resfriado. As áreas de vidro deverão ter apenas o tamanho suficiente para fornecer uma adequada iluminação natural, uma vez que não cumprem a função de ventilar o ambiente.

A forma arquitetônica pode ter grande influência no conforto ambiental em uma edificação e no seu consumo de energia, visto que interfere diretamente sobre os fluxos de ar no interior e no exterior e, também na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício.. (DUTRA, LAMBERTS E PEREIRA, 1997, p.52)

Ao contrário de edificações climatizadas, as não climatizadas devem utilizar estratégias de climatização natural. Ela deverá ser menos compacta, permeável à circulação do ar, com saliências e reentrâncias criando áreas sombreadas, aproveitando e distribuindo os ventos e usufruindo a luz natural. Além disso, um pé-direito generoso possibilita que o ar quente permaneça na parte superior do ambiente. Com relação à ventilação, o pé-direito alto dá melhores condições para posicionar as aberturas em alturas diferentes, a fim de produzir um movimento do ar mais eficaz. Na falta de vento, outro fator importante é que o volume de ar a ser aquecido será maior, e por isso atingirá uma temperatura menor.

Existem também as edificações mistas, em que só algumas áreas serão climatizadas artificialmente. Nesse caso, a solução é conjugar as duas estratégias, lembrando que as áreas refrigeradas devem ser compactadas e isoladas termicamente do entorno imediato não climatizado.

### **2.6.3 Definição preliminar dos elementos de composição e proteção do edifício.**

O responsável pelo projeto, deve estar totalmente voltado e pensante quanto aos materiais que constituirão a capa externa do edifício, ou seja a proteção do mesmo, por isso é importante verificar alguns itens:

- Materiais isolantes em ambientes climatizados;
- Proteção da área de cobertura;
- Proteção solar das aberturas envidraçadas;
- Definir que fachadas podem/devem receber aberturas grandes e pequenas, não sendo necessário projetar todas as janelas iguais;

- Redução da área de janelas, quando estas não têm função de comunicação visual com o exterior, assim como coloca-las na parte superior da parede para melhorar a distribuição da iluminação natural;
- Estratégias para posicionar as aberturas (esquadrias) com relação aos ventos dominantes;
- Tratamento das paredes mais ensolaradas;
- Relacionar o período de ocupação com os materiais de vedação.

#### **2.6.4 Tratamento do Entorno**

É importante que se faça também o estudo do entorno da edificação, identificando as medidas a serem adotadas em seu tratamento, tais como:

- Criação de jardins (gramados), evitando o excesso de pavimentações com materiais que absorvam muito calor e/ou com alta reflexão da radiação solar;
- Colocação de espelhos d'água ou fontes em locais de clima seco;
- Em regiões que têm períodos mais secos, aconselha-se um regime sazonal, umidificando o ar somente nesses períodos;
- Plantio de árvores sombreando as fachadas e o entorno, conseguindo ainda resfriar as brisas que por elas passam antes de atingir a edificação.

### **3. ESTUDO DE CASO**

#### **3.1 Projeto a ser Analisado**

Esse projeto foi idealizado para a cidade de Santa Maria/RS, concebido por um grupo de acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo (308) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Dentro da disciplina de Ateliê de Projeto de Arquitetura e Paisagismo VIII ( DAU 8018), ministrado pelos professores Luis Guilherme Aita Pipi e Michelle Moraes, os acadêmicos Ana Luisa Maffini Machado, Clarissa Squizani Manske, Gustavo Dorfschmidt, Ione Bertoncello e Jorge Luiz Argenta Nercolino, criaram a partir das necessidades propostas um novo bairro em uma região periférica da cidade, dentro de uma gleba com vários agravantes como, marginalização, alagamento e falta de acesso. A proposta do grupo, foi gerar a partir de um urbanismo voltado a natureza, uma arquitetura compatível com a mesma.

O projeto mostrado a seguir, foi criado com a intenção de demonstrar as possibilidades de um projeto mais eficiente energeticamente, com maior conforto térmico e possibilidades de construção mais barata, e ainda, totalmente compatível com seu entorno e realidade.

As figuras 09 e 10 representam a implantação, com a possível intervenção, onde todas as casas estão locadas com uma melhor intenção de insolação, integração com a natureza, além de estratégias como hortas comunitárias, plantação de árvores frutíferas, centros estratégicos de comércio e as chamadas Watlands, que são espécies de pequenas piscinas, em desníveis que vão passando a água de um nível para outro, auxiliando em sua purificação e ajudando a evitar alagamento em épocas de cheias.

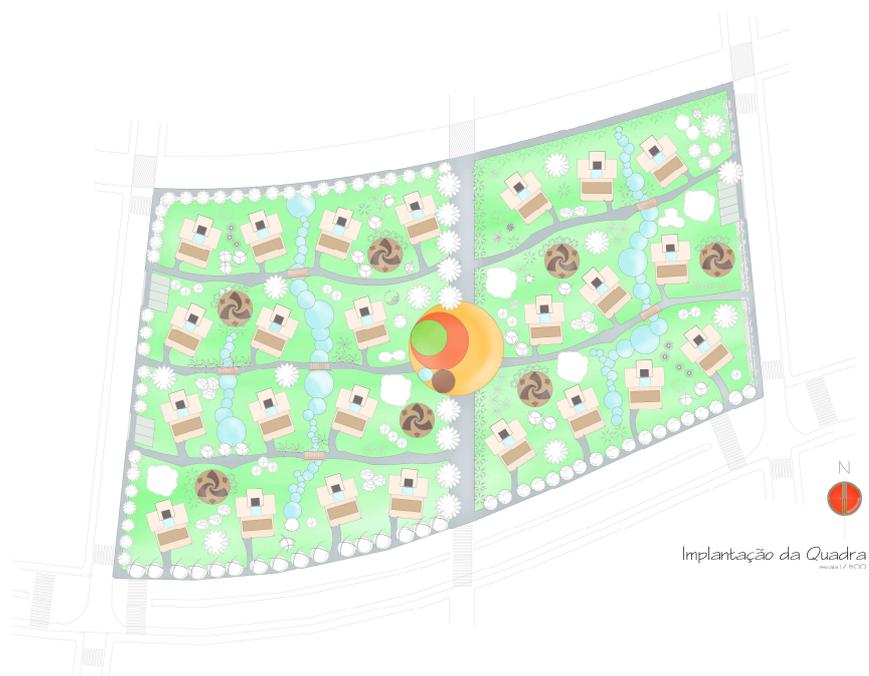


Figura 09 – Implantação da Gleba em Intervenção.  
Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 10 – Relação entre Residências.  
Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.1.1 Projeto Arquitetônico

O objetivo de criação de um projeto arquitetônico de 98m<sup>2</sup> que atendesse as demandas de uma família de no mínimo quatro pessoas, com espaços úteis e agradáveis, e que além de tudo estivesse voltada a uma arquitetura mais sustentável, com possibilidades de economia de energia elétrica e maior conforto térmico, acústico e visual para seus ocupantes.

A seguir através de projetos técnicos e humanizados, além de perspectivas e detalhamentos, será abordado de forma esquemática o funcionamento da construção, de forma que será demonstrado e pontuado as técnicas e materiais que contribuem para identificar esse trabalho como um projeto de arquitetura bioclimática. Para melhor entendimento da planta técnica representada pela figura 12 segue a figura 11 com forma de legenda da mesma.

#### 3.1.1.1 Planta Baixa Técnica e Planta Baixa Humanizada



Figura 11 – Legenda de Revestimentos, representados na Planta Técnica.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



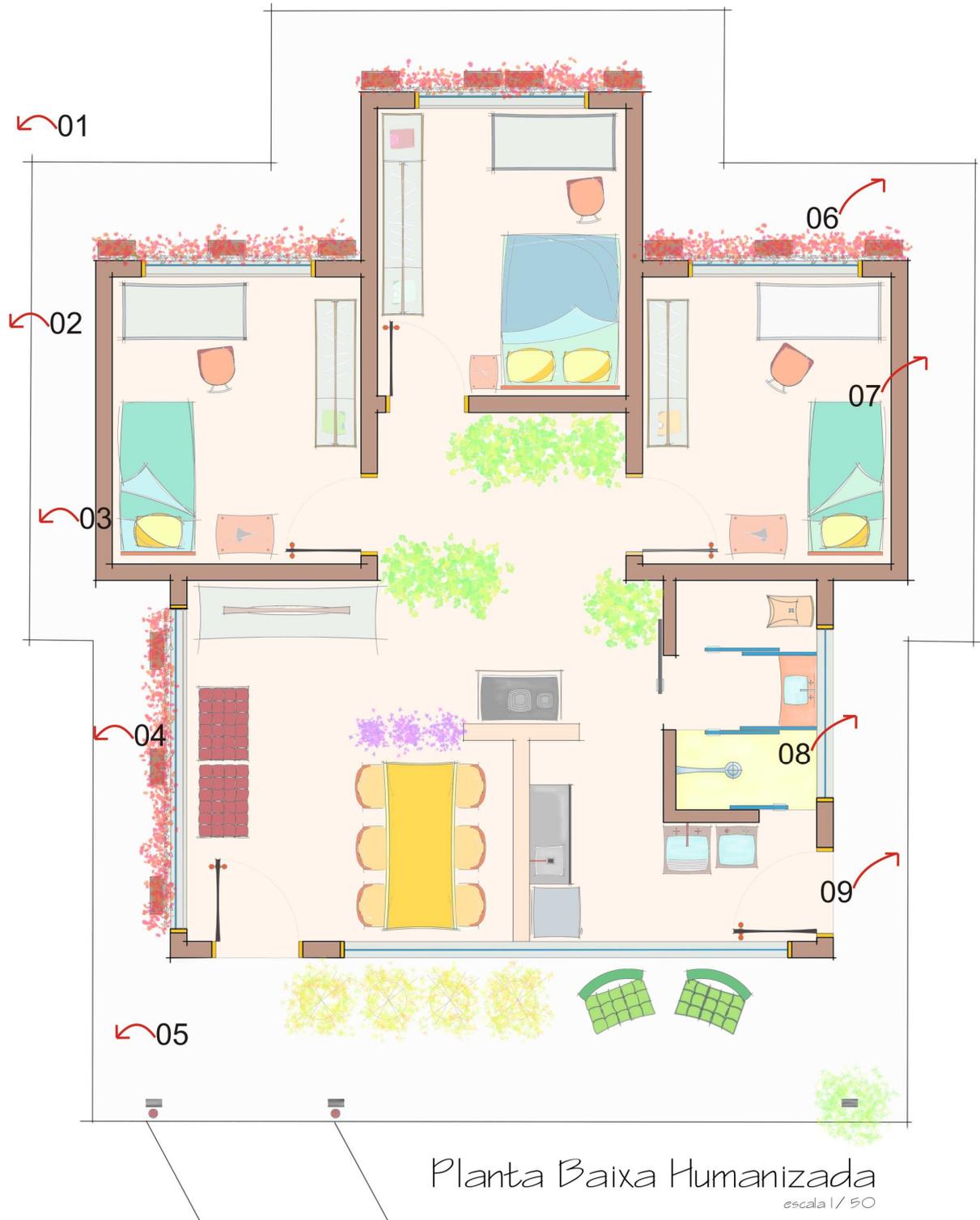


Figura 13 – Planta Humanizada.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

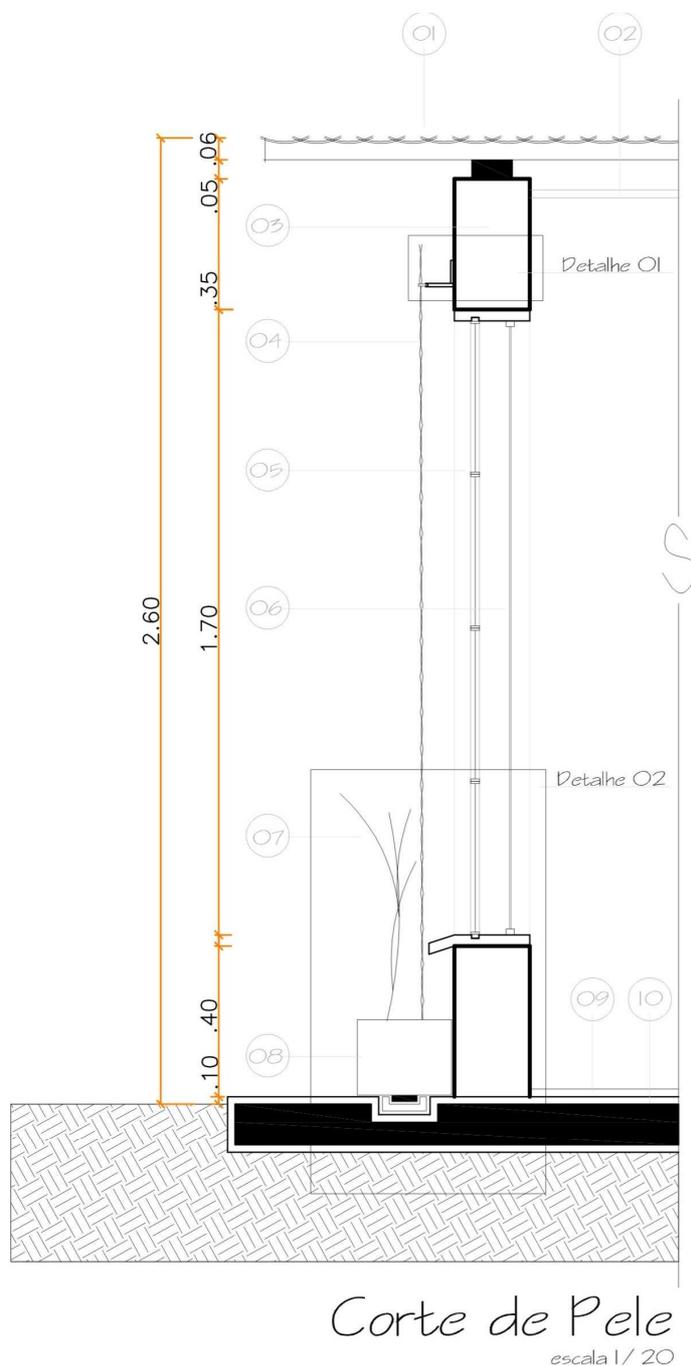
**Descrição dos Itens enumerados na Planta Humanizada, referente a Figura 13, e que correspondem a estratégias do projeto arquitetônico, segundo os autores da mesmo:**

- 01 – Praticamente todo o perímetro que margeia a laje radie da casa está forrado com grama, pois assim, durante os dias mais quentes, o ar próximo ao solo mantém-se com uma temperatura mais baixa e ao entrar em contato com as paredes ou o interior da edificação, contribuí para a manutenção do clima agradável.
- 02 – A fundação executada em laje Radie, recebeu um prolongamento de 80cm em todo o perímetro da residência, permitindo a livre circulação e o acesso universal a todas as pessoas.
- 03 –Todas as paredes externas da edificação foram projetadas com tijolos de solocimento com 20cm de espessura. Essa escolha foi devido à facilidade, ao baixo custo e ao aspecto sustentável presente nesse tipo de fechamento. Além disso, garantiu-se uma elevada Inércia Térmica para a edificação, ajudando na manutenção da temperatura interna da casa.
- 04 - A abertura da sala foi projetada com grandes dimensões, 400x170cm, garantindo uma visual única para o exterior da edificação. Porém, como um dos grandes problemas era a privacidade e as grandes trocas térmicas durante os dias mais quentes e mais frios do ano, foi realizado um estudo e projetado um tratamento todo especial para essa abertura, que posteriormente foi empregado também para as janelas dos três dormitórios. Maiores detalhes sobre esse sistema poderão ser conferidos nas figuras 14, 15, 16, 17 e 18.
- 05 - Ponto muito importante no projeto, a varanda torna-se um local de encontro e convívio entre os moradores. Ela é coberta pelo prolongamento da cobertura e na sua composição encontra-se três pilares. Os dois primeiros, vistos à esquerda do desenho, delimitam e dão uma direção para a entrada principal da residência, tendo duas luminárias

no chão, para a demarcação à noite. O terceiro, localizado à direita, serve como um grande totem e recebe uma cobertura vegetal que integra ainda mais a construção ao meio em que está implantada.

- 06 – O orientação de todos os quartos ficou a norte, garantindo uma boa iluminação e aquecimento dos cômodos nos dias mais frios do inverno. Melhorando a disposição dos móveis, o local de atividades e estudos pode ser o proposto no desenho, aproveitando assim, ao máximo a luz natural vinda do exterior. Observa-se aqui também a utilização dos fechamentos para as janelas empregado na abertura da sala. O deslocamento deles pode gerar configurações espaciais diferentes e únicas, trazendo movimento para as fachadas e quebrando a monotonia da edificação. Além disso, como o arbusto utilizado para composição é a vinha virgem, de folhas caducas, as cores provenientes da troca de suas folhas garantirá um espetáculo à parte para a casa.
- 07 – Como todos os dormitórios possuem as mesmas medidas e a mesma área, a possibilidade de composição interna é grande. Prova disso é layout apresentado. Observa-se que tanto uma cama de solteiro como uma cama de casal podem ser arranjadas no quarto, flexibilizando o seu uso. Além disso, em uma situação comercial, esse quarto pode vir a ser uma sala, servindo como meio de sustento da família.
- 08 – A exemplo de todos os outros cômodos, o banheiro também recebeu um cuidado especial no momento da concepção. Ao ser compartimento, garantiu-se a sua utilização por até três pessoas ao mesmo tempo. Porém, essa não foi a maior articulação que ele recebeu. Ao ser adicionado mais uma porta a ele, permitiu-se o acesso direto aos chuveiro para quem vem de fora, evitando maiores transtornos com sujeira, nos demais cômodos da residência.
- 09 – A criação de um acesso secundário para o interior da residência veio ao encontro do projeto, uma vez que possibilitou a circulação mais dinâmica dos produtos provenientes de compras e da horta comunitária.

### 3.1.1.2 Detalhamento e explicações da proteção das janelas maiores:



#### Legenda

- 01 Telha Ecológica GLZ 220x92cm
- 02 Tapume OSB 14mm com pintura clara
- 03 Tijolos de Solocimento com espessura de 20cm
- 04 Tela de arame galvanizado malha 75x50mm h= 2,00m
- 05 Fechamento em Vidro Transparente 3mm
- 06 Lona Transparente para estufas
- 07 Vinha Virgem (Parthenocissus quinquefolia)
- 08 Caixa de madeira impermeabilizada
- 09 Contrapiso de espessura 2 cm com cimento colorido
- 10 Estrutura em Laje Radie espessura 15cm

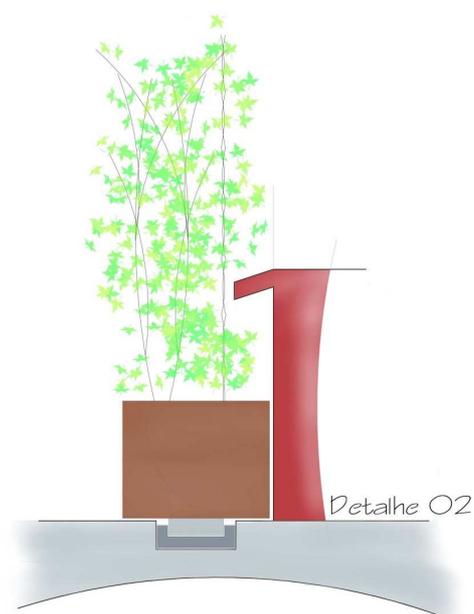


Figura 14 – Corte Pele.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta et al. 2014.

O corte de pele demonstra o cuidado especial que se teve em relação a vários pontos na elaboração do projeto para a edificação, segundo os autores. A seguir, os mesmos encontram-se explicados:

- A cobertura será feita com telhas ecológicas da marca GLZ, proveniente da reciclagem de tubos de pasta de dente, garrafas PET e embalagens Tetra Park, conferindo um projeto mais ecológico e indo ao encontro da proposta para o Loteamento. Sua coloração será clara, garantindo um bom índice de reflexão dos raios solares durante os dias mais quentes. No site do fornecedor encontram-se algumas características especiais do produto como: mais barato, mais leve, não quebra, sendo assim muito resistente ao granizo e possui maior conforto térmico;
- O revestimento interno da cobertura será executado com Tapume OSB 14mm, garantindo isolamento térmico e um baixo custo de implantação e de manutenção;
- A tela de arame galvanizado soldado, presente no sistema de abertura das janelas dos quartos e da sala garantirá segurança para os moradores da casa, assim como servirá de suporte para o desenvolvimento das trepadeiras, vinha virgem;
- Contrariando a maioria dos projetos, optou-se por aberturas maiores na concepção da residência, visto que o custo com os fechamentos de solo cimento e a auto-construção tornarão o valor final da obra muito baixo. Grandes aberturas permitirão uma visual única do exterior e a entrada de uma grande quantidade de luz natural para o interior da casa, tornando o ambiente bem agradável, iluminado e arejado, contribuindo para o bem estar e a saúde das pessoas:

- Porém, com a escolha de aberturas maiores, havia um problema a ser solucionado, a grande troca de calor no meses de inverno, deixando o interior das casas muito frio. Para resolver isso, além da grande inércia térmica proporcionada pelas paredes de 20cm, será adicionado às aberturas uma "segunda pele", constituída por lona transparente de estufa. Ela permitirá a passagem de luz ao passo que formará, juntamente com o pano de vidro, uma camada isolante de ar de aproximadamente 10cm. Isso ajudará a garantir a temperatura interna da edificação agradável, juntamente com a ajuda do fogão à lenha centralizado. Para prender a lona quando desenrolada, dois cliques de madeira, ver detalhe 02, serão fixados na soleira de concreto das janelas;
- Um ponto especial e que merece destaque para o projeto é o fechamento externo das aberturas da sala e dos quartos. Sobre o arame galvanizado crescerá as trepadeiras de vinha virgem. Durante o inverno, quando suas folhas caem, permitirão a passagem dos raios solares e durante o verão, as folhas dessa "parede verde" irão barrar os raios do sol. Ainda sobre esse sistema, ele possuirá um mecanismo de aberturas sobre rodas, permitindo o seu deslocamento e tornando a edificação maleável e adaptada as mais variadas situações;
- Optou-se por um revestimento mais simples, barato e de fácil manutenção para o piso da edificação. Conferindo rusticidade para a obra, o próprio contra-piso será o revestimento, podendo ser adicionado a ele, pigmentos para colorir e personalizar a residência.

Seguem mais alguns detalhamentos de composição da Pele natural de proteção as janelas:



Figura 15 – Detalhe 01.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta et al. 2014.

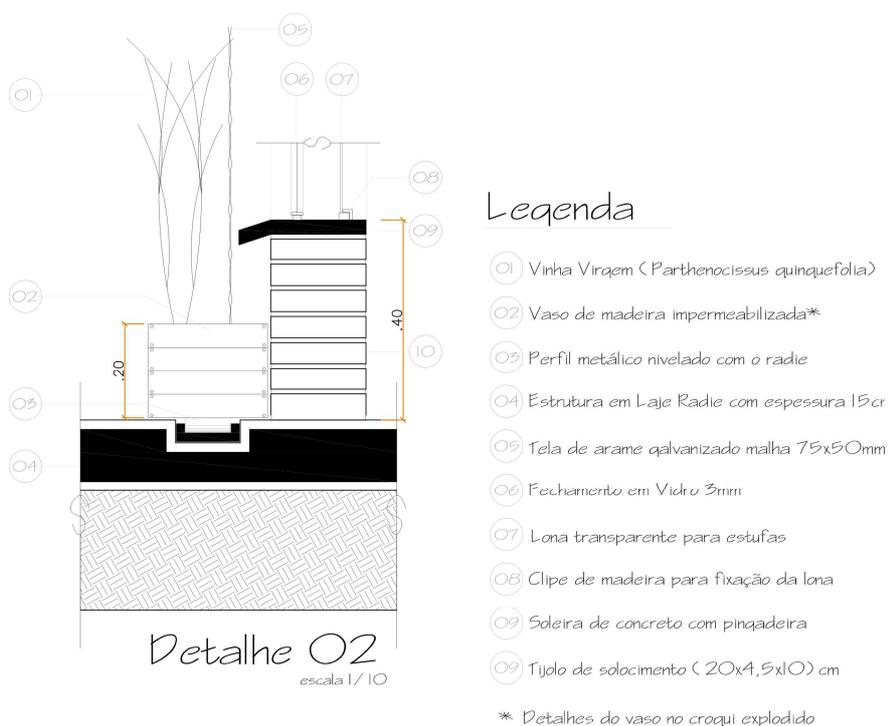


Figura 16 – Detalhe 02.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta et al. 2014.

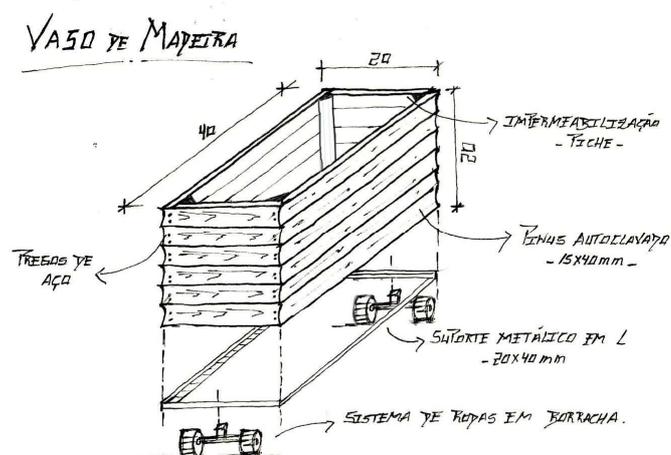


Figura 17 – Detalhamento do Vaso de Madeira.  
 Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta et al. 2014.

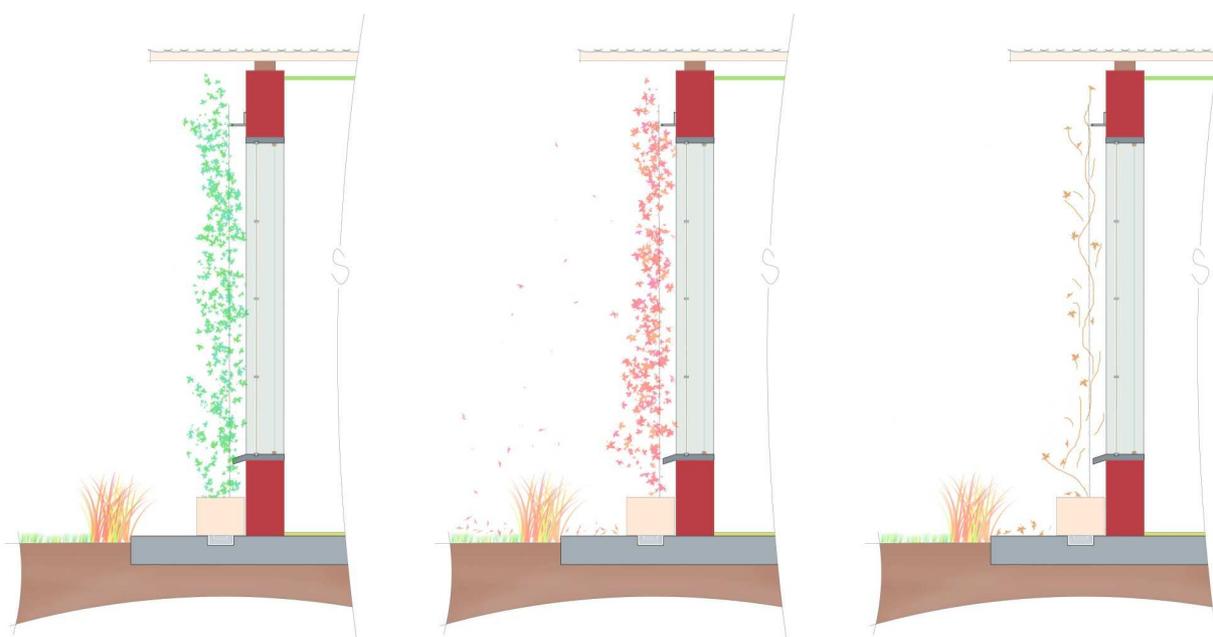


Figura 18 – Fechamentos em ordem: Verão, Outono e Inverno.  
 Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta et al. 2014.

### 3.1.1.3 Cortes

Nos cortes representados pelas figuras 19 e 20, é possível observar a altura do pé direito, os desnível do telhado, e como funciona a ventilação cruzada do forro:



Figura 19 – Corte AA

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

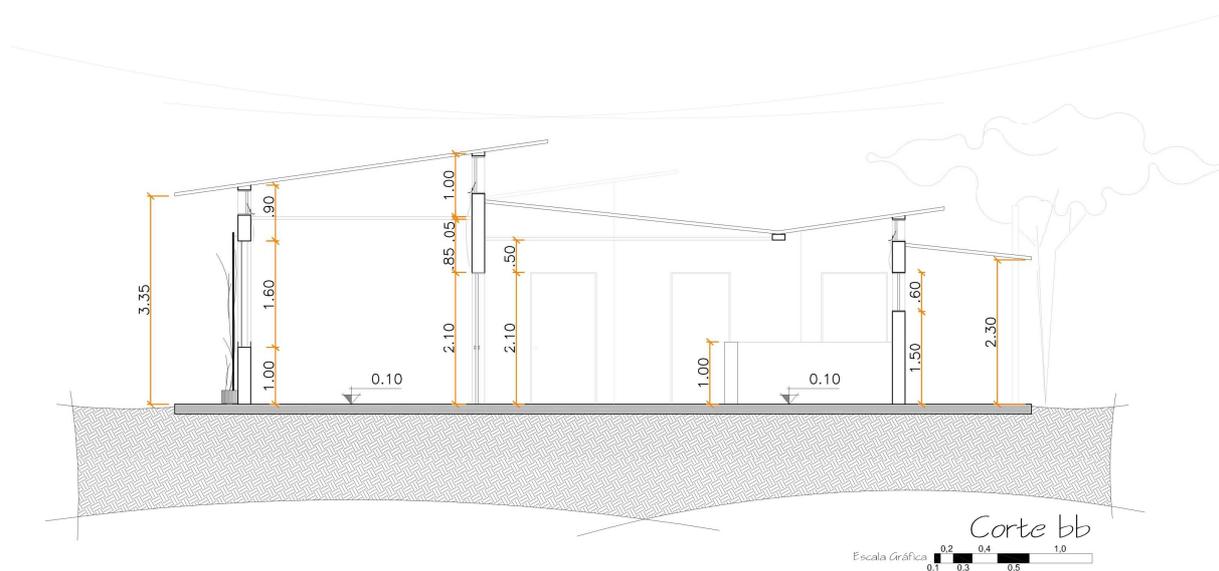


Figura 20 – Corte BB.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.1.1.4 Planta de Cobertura

Na planta de Cobertura que está atrelada a figura 21, é possível ver as diferenças dos níveis, as inclinações diferentes e as áreas com aplicação das placas solares e telhas translúcidas.

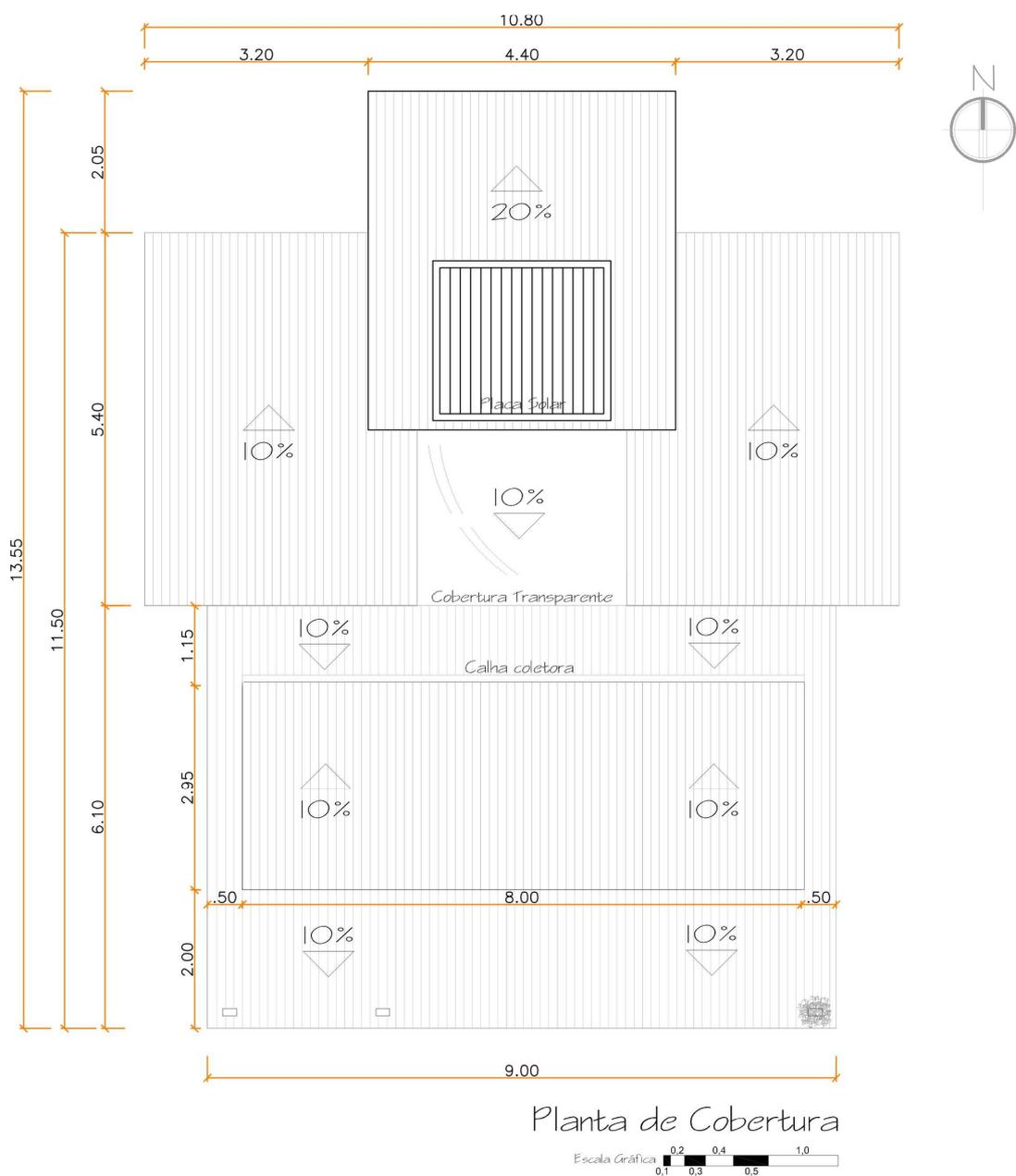


Figura 21 – Planta de Cobertura

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.1.1.5 Elevações e Perspectivas

Com as elevações e perspectivas representadas nas figuras 22, 23, 24, 25, 26 e 27 pode-se analisar o uso dos materiais como tijolos de solocimento, vidro e outros. A pintura é biodegradável e todo o forro é feito de placas de OSB.

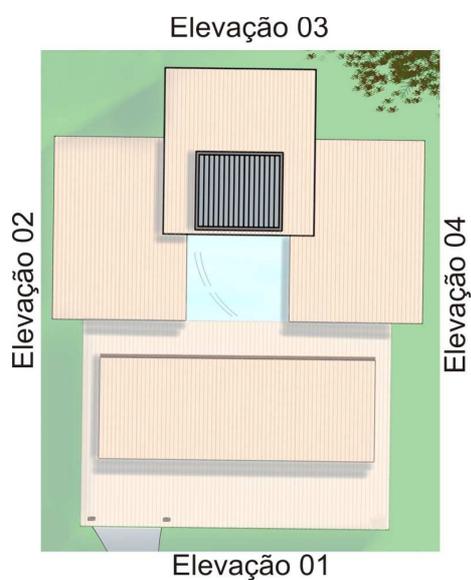


Figura 22 – Planta de Cobertura Indicando as Elevações.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 23 – Elevação 01.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 24 – Elevação 02.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 25 – Elevação 03.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 26 – Elevação 04.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.



Figura 27 – Perspectiva.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.1.1.6 Demonstração do sistema de abertura da “Cortina Verde” da sala

Durante os meses mais quentes é garantido a privacidade dos moradores, a estrutura, que estará com as folhas verdes e densas, cobrirá a abertura mas mesmo assim permitirá a passagem de luz, e evitara a entrada de calor através da insolação, como pode ser visto na Figura 28.



Figura 28 – Cortina Verde Fechada.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

Destravando o sistema e com um simples empurrão, como está representado na Figura 28, toda a “cortina verde deslizará sobre os trilhos, expondo a abertura de vidro e aumentando a permeabilidade visual.



Figura 29 – Cortina Verde Semi –Fechada.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

Com o sistema totalmente aberto, podendo ser visualizado na Figura 30, criam-se novos nichos e perspectivas no perímetro de toda a casa, pois o mesmo ocorre nas aberturas dos quartos, ao norte.



Figura 30 – Cortina Verde Totalmente Aberta.  
Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.1.1.7 Demonstração do sistema de abertura da “Cortina Verde” nos dormitórios

No outono, as folhas mudam sua tonalidade como é possível ver na Figura 30, assim garantem um visual diferente da fachada e para as aberturas.



Figura 31 – Cortina Verde Totalmente Fechada nos Dormitórios.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

Da mesma forma que nas sala de estar, as “cortinas verdes” podem ser abertas com um simples empurrão, como consta na Figura 32.



Figura 32 – Cortina Verde sendo aberta.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

Mesmo com os painéis totalmente abertos, visualizados na Figura 33, a privacidade estará garantida com as cortinas feitas de palha, e que serão colocadas, claro no interior dos quartos.



Figura 33 – Cortina Verde totalmente Aberta.

Fonte: NERCOLINO, Jorge Luis Argenta *et al.* 2014.

### 3.2 Estratégias gerais e pontos positivos que foram analisadas no projeto:

O projeto arquitetônico analisado, faz total conexão com os conteúdos abordados na Revisão Bibliográfica, como o uso de materiais alternativos e uso de técnicas e experiência do responsável pelo projeto. Seguem alguns pontos em destaque relacionados ao projeto em análise:

- Boa orientação solar, priorizando os dormitórios ao norte;
- Ventilação cruzada em toda cobertura;
- Telhado com coloração clara, garantido a reflexão dos raios solares;
- Aberturas maiores, porém, proposta de um sistema de fechamento e proteção;
- Prolongamento da cobertura, formando brises;
- Paisagismo com árvores de folhas caducas na fachada oeste (sombra no verão e sol no inverno);
- Paredes construídas em solocimento e com espessura de 20cm, melhorando a inércia térmica da edificação como um todo;

- Centralização do fogão à lenha, com o cano exposto, garantido aquecimento homogêneo para residência em dias frios;

## 4. CONCLUSÃO

Através da revisão e pesquisa sobre fatores, materiais, elementos e estratégias empregados na arquitetura, foi possível diagnosticar a importância da unificação desses pontos na hora de conceber um projeto arquitetônico voltado a eficiência do edifício.

Aliando a bagagem adquirida durante a construção e pesquisa da revisão bibliográfica, onde através do levantamento histórico da relação da Arquitetura Bioclimática com a construção civil, percebe-se que é possível projetar e construir pensando em uma arquitetura mais sustentável, para isso, não são necessários gastos em tecnologia avançada, necessita-se apenas de análise dos fatores climáticos e naturais do entorno e dedicação na produção do projeto.

Na intenção de analisar referências bibliográficas e também um estudo de caso, foi possível diagnosticar os fatores mais relevantes para economia energética do edifício, como:

- Cuidado com o Clima e Implantação do projeto;
- Escolha de materiais de maior inércia térmica;
- Atenção com elementos como coberturas, fechamentos e aberturas;
- Técnicas de sombreamento e proteção dos elementos.

De modo geral mas bem pontual, a técnica dentro da Arquitetura que depende apenas e exclusivamente do arquiteto e que mais influência no consumo energético do edifício e também no conforto térmico dos ocupantes é a orientação do edifício em relação ao sol, estratégias de localização de cômodos de maior e menor permanência em relação os pontos de maior e menor insolação do edifício fazem toda a diferença e são pontuadas então como primordiais na concepção do projeto Bioclimático.

Por fim, de forma sucinta mas não menos importante, esse trabalho serviu para que vejamos um futuro com promessas de mudanças, onde possamos retomar

ao passado para buscar técnicas, utilizando os materiais e estudos atuais para alcançar um futuro mais sustentável, voltado para eficiência energética e conforto ambiental das construções.

## 5. BIBLIOGRAFIA

ANGULUS. **Benefícios da Arquitetura Bioclimática em cidades úmidas.** Disponível em: <http://angulusbahia.blogspot.com.br/2013/10/beneficios-da-arquitetura-bioclimatica.html>. Acessado em Janeiro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Solo Cimento.** Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento#.VMp16NLF-8B>. Acessado em Janeiro de 2015.

BIANCHI; Paula. **Técnica Construtiva: Adobe.** Disponível em: <http://pt.slideshare.net/abianchipaula/arquitetura-do-brasil-adobeequipe-14>. Acessado em Janeiro de 2015.

BRAZ, Renato; GAMA, Pedro; LANHAM Ana – **Arquitetura Bioclimática Perspectivas de inovação e futuro.** Lisboa, 2004. 66p.

CASTRO; Victor Oliveira, DALANK; Omar. **10 ° Prêmio Jovens Arquitetos – Arquitetura e Urbanismo Obra Implantada – Mensão Honrosa – Equipamento de Integração.** Disponível em: <http://concursosdeprojeto.org/tag/arquitetura-e-urbanismo/>. Acessado em Janeiro de 2015.

CAU/BR – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Iluminação Zenital.** Disponível em: <http://arquiteturaurbanismotodos.org.br/iluminacao-zenital/>. Acessado em Janeiro de 2015.

CAU/BR – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Pilotis.** Disponível em: <http://arquiteturaurbanismotodos.org.br/pilotis/>. Acessado em Janeiro de 2015.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane - **Manual do Arquitetura Bioclimática Tropical Para Redução de Consumo Energético.** Rio de Janeiro: Revan, 2012. 111p.

CUNHA; Eduardo Grala da. **Brise-soleil: da estética à eficiência energética.** Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.131/3844>. Acessado em Janeiro de 2015.

DUARTE, Denise Helena Silva; GONÇALVES, Joana Carla Soares - **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, n.4, p. 51-81 out./dez. 2006.

DUTRA, Luciano; LAMBERTS, Roberto; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay – **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW, 1997. 192p.

EDIFIQUE. **Quebra-Sol ou Brise Soleil.** Disponível em: [http://www.edifique.arq.br/nova\\_pagina\\_24.htm](http://www.edifique.arq.br/nova_pagina_24.htm). Acessado em Janeiro de 2015.

EDWARDS, Brian Luciano – **O Guia Básico para a Sustentabilidade.** Barcelona: Gustavo Gili, 2008. 226p.

FROTA; Anésia Barros, SCHIFFER; Sueli Ramos – **Manual de Conforto Térmico.** São Paulo: Studio Nobel, 2001. 244p.

GABLIARDO; Debora Pierini, MASCIA; Nilson Tadeu. **Análise de estruturas sanduíche: parâmetros de projeto.** Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212010000400017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000400017). Acessado em Janeiro de 2015.

GRUNOW; Evelise. **Casa-Praça ocupa platô formado por laje plana.** Disponível em: <http://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/fernando-maculan-e-pedro-morais-residencia-nova-14-07-2009>. Acessado em Janeiro de 2015.

INNEMETRO. **Blocos Cerâmicos.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>. Acessado em Janeiro de 2015.

MARINK; Anink. **Aniversário da Puc.** Disponível em: [http://www.aninkmarink.blogspot.com.br/2005\\_07\\_01\\_archive.html](http://www.aninkmarink.blogspot.com.br/2005_07_01_archive.html). Acessado em Janeiro de 2015.

MONTEIRO, Andreia Cristiana de Oliveira – **A Arquitetura Bioclimática Experiência e aplicação em Portugal**. Lisboa, 2011. 187p.

NERCOLINO, Jorge Luiz Argenta. [Sem título]. 2014. 8 pranchas, color., formato A1 84,1cm x 59,4cm.

PERSIANAS BRASIL. **Persianas com estrutura de enrolar**. Disponível em: <http://www.persianasbrasil.com.br/persianas-estrutura-enrolar.php>. Acessado em Janeiro de 2015.

PORTAL DO CONCRETO. **Concreto**. Disponível em: <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html>. Acessado em Janeiro de 2015.