

## **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico de edificações residenciais em Juiz de Fora**

Integration of bioclimatic concepts to architectural design of residential  
*buildings in Juiz de Fora*

*Aplicación de los conceptos bioclimáticos en el diseño arquitectónico de los edificios residenciales en Juiz de Fora*

CAMPOS, Isabela Medeiros

*Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFJF, isamedcampos@yahoo.com.br*

MACHADO, Ernani Simplício

*Doutor, Professor Auxiliar - UFJF, ernani.machado@ufff.edu.br*

ZAMBRANO, Letícia Maria de Araújo

*Doutora, Professora Adjunto IV - UFJF, leticia.zambrano@ufff.edu.br*

### **RESUMO** (100 a 250 palavras)

Acredita-se que as edificações residenciais de Juiz de Fora, muitas vezes encontram-se ineficientes em termos de conforto ambiental. Esta hipótese motivou a definição do tema a ser tratado neste trabalho, que tem como principal objetivo a busca por diretrizes de projeto com a aplicação de conceitos bioclimáticos direcionados para habitação residencial em Juiz de Fora, com custo acessível de implantação e manutenção. Para isso, a revisão dos conceitos na temática foi feita a partir de revisão bibliográfica, além de análise do contexto imobiliário da cidade. Com o entendimento de conceitos de eficiência energética, conforto ambiental e bioclimatismo, suas aplicações, e a realidade da cidade, estima-se quais são as principais necessidades desse tipo de edificação. Como contribuição para a definição das diretrizes, utilizou-se o Laboratório Casa Sustentável do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora como estudo de caso, por se tratar de uma edificação eficiente com implantação em andamento nesta cidade, o qual contemplará a aplicação de diversas estratégias bioclimáticas e de eficiência energética. Conclui-se que a pesquisa contribui no reforço de que no processo de projeto é importante a inserção de conceitos relacionados a integração entre o clima e o ambiente construído. Sobretudo, que estas estratégias para garantir conforto e eficiência energética podem ser acessíveis para diversificadas classes sociais.

**PALAVRAS-CHAVE:** arquitetura bioclimática; projeto; edificações residenciais.

### **ABSTRACT** (100 to 250 words)

It is believed that the residential buildings of Juiz de Fora, often are inefficient in terms of environmental comfort. This hypothesis led to the theme definition to be treated in this work, which aims to search for design guidelines to the application of own bioclimatic concepts for residential housing in Juiz de Fora, with cost-effective deployment and maintenance. For this, the review of the concepts in the subject was made from literature review, and analysis of the real estate context of the city. With an understanding of concepts of environmental comfort, energy efficiency and bioclimatic, its applications and the reality of the city, it is estimated what the main needs of this type of building. As a contribution to the definition of guidelines, used



# PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:  
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

the Laboratory Sustainable House Botanical Garden of the Federal University of Juiz de Fora as a case study, because it is an efficient building with deployment in progress in this city, which will include the application of various bioclimatic and energy efficiency strategies. Concludes that the research contributes to the strengthening of the design process is important the inclusion of concepts related to integration between climate and the built environment. Above all, these strategies to ensure comfort and energy efficiency can be accessible to diverse social classes.

**KEY-WORDS:** *bioclimatic architecture; project; residential buildings.*

## **RESUMEN** (100 a 250 palabras)

Constatamos que los edificios residenciales de Juiz de Fora, en la mayoría de los casos son ineficientes en términos de confort térmico. Esta hipótesis condujo a la definición de tema a tratar en este trabajo, cuyo objetivo es la búsqueda de las pautas de diseño para una arquitectura bioclimática específica para la vivienda residencial en la ciudad y poder implementar con unos costes asumibles. Con este objetivo, se ha revisado la bibliografía existente y los últimos estudios publicados sobre la temática, al mismo tiempo, hemos realizado un análisis del contexto de los bienes raíces de la ciudad. Establecidos los parámetros del estudio y las variables tales como la eficiencia energética para sus aplicaciones en las realidades de la ciudad y la definición de las principales necesidades para este tipo de edificaciones. Como caso de estudio, hemos utilizado el proyecto en ejecución del Laboratorio de la Casa Sostenible de la Universidad Federal de Juiz de Fora en el Jardín Botánico, por tratarse del primer edificio de la ciudad proyectado con criterios bioclimáticos. La investigación contribuye al fortalecimiento de las directrices para la definición del proyecto inicial, teniendo en cuenta, la importancia del estudio del clima y el entorno construido, dando un especial énfasis aquellas estrategias arquitectónicas que garanticen su implementación y acceso a los diferentes estratos sociales de la ciudad.

**PALABRAS-CLAVE:** *arquitectura bioclimática ; proyectos; edificios residenciales.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Este artigo é resultado de uma vontade despertada após uma reflexão dos projetos residenciais que atualmente estão sendo implantados na cidade de Juiz de Fora. Hoje em dia, temas como sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética em edificações são comumente reconhecidos como desejáveis na construção civil. Esse estudo visa estabelecer diretrizes de projetos residenciais próprios para a cidade de Juiz de Fora, com enfoque no bem-estar dos usuários, através de ambientes confortáveis e eficientes.

Através de pesquisas relacionadas aos conceitos de conforto ambiental, eficiência energética e arquitetura bioclimática, a presente pesquisa analisa as estratégias implantadas no estudo de caso, o Laboratório Casa Sustentável (LCS), localizado no jardim botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Este estudo de caso contribui para a formulação de diretrizes projetuais para a integração da arquitetura ao meio ambiente.

O LCS, que atualmente encontra-se em fase final de obra, foi idealizado para ser um espaço de ensino, pesquisa e extensão, e tem como principal objetivo analisar as estratégias implementadas por meio do cruzamento de dados referentes à percepção dos usuários frente aos ambientes, condições

climáticas e medições coletadas nos diferentes espaços. Também se objetiva conscientizar a população sobre a necessidade e viabilidade de integração da arquitetura ao meio. A ideia é que o LCS seja aberto ao público, que opinará sobre as sensações proporcionadas pelo local. Essas sensações se somarão aos dados obtidos pelos pesquisadores, e auxiliarão as conclusões relacionadas à eficácia ou não das estratégias e materiais empregados. (ZAMBRANO et al, 2012)

A relação da arquitetura com o que a natureza oferece surge em um contexto de preservação ambiental que traz a necessidade de harmonizar a relação do homem com o meio. Tendo sido ignorados em um momento anterior, os conceitos bioclimáticos que eram adotados em projetos arquitetônicos nos anos 1970 e 1980, voltam ao cenário mundial buscando adaptar ao máximo a arquitetura ao clima dos locais onde estão inseridos, ao contexto sociocultural local, à topografia e entorno, materiais e recursos naturais da região, conforto térmico, acústico e lumínico. (NEVES, 2006)

Apesar disso, o conhecimento científico acumulado desde os anos setenta, com a definição de diretrizes, ferramentas de análise, estudos de caso, entre outros resultados, melhoraram e desenvolveram um campo técnico consolidado em eficiência energética, o que, porém, não demonstrou uma influência eficaz sobre as práticas de projeto dos arquitetos, indicando uma lacuna entre o conhecimento acadêmico e a prática (NEVES, 2006). A negligência do clima no projeto arquitetônico é uma das causas das falhas no desempenho do edifício, e para a maioria das pessoas incluindo profissionais da área, a arquitetura bioclimática ainda é uma coleção de equipamentos e tecnologia adicionais, onde os conceitos bioclimáticos não fazem parte do partido arquitetônico de forma efetiva.

Nesse contexto, através das pesquisas e do estudo de caso, será possível demonstrar que a arquitetura integrada ao meio desde as fases iniciais de projeto é uma ótima solução para melhorar o bem-estar e a qualidade de vida dos usuários, além de diminuir o custo de manutenção da edificação através da implantação de técnicas para diminuir o consumo de energia elétrica e água potável proveniente da rede.

## **2 BIOCLIMATISMO: ADEQUAÇÃO DA ARQUITETURA AO CLIMA**

Desde a década de 1960 até os dias atuais a busca por uma integração entre arquitetura e ambiente construído vem evoluindo, a partir de critérios de conservação de energia, até critérios ambientais, sociais e econômicos. Durante esse período, algumas conferências, acordos internacionais e também

abordagens arquitetônicas buscaram essa integração, evoluindo para o que temos hoje, onde o foco é o desenvolvimento sustentável, que considera, em igualdade de importância aos aspectos ambientais, socioculturais e econômicos. (ZAMBRANO, 2008)

Em relação à Arquitetura, o avanço se deu a partir de critérios de conservação de energia à arquitetura sustentável. Edificações brasileiras como o Parque Guinle de 1943, na cidade do Rio de Janeiro, os hospitais da rede Sarah de João F. Lima (Lelé) e o Edifício sede da Petrobrás de 1974, junto com edificações internacionais como o Edifício Acros de 1994, na cidade de Fukuoka no Japão, o Commerzbank de 1998 em Frankfurt, Alemanha, entre muitos outros, foram fundamentais para a evolução do pensamento de integração com o meio, resultando na ideia que se tem atualmente de desenvolvimento de projetos que utilizem energias limpas, com sistemas prediais eficientes, relação com o clima e entorno e que representem responsabilidade social e ambiental, com foco principal nas pessoas.

Hoje, o emprego de tecnologias está sendo usada a favor da conservação de energia, uso de iluminação e ventilação naturais e fontes de energias renováveis, visando sempre a redução do consumo mundial relacionado ao edifício. Infelizmente o padrão de projeto que vem sendo implantado em Juiz de Fora ainda não acompanha este movimento mundial, tendo como referência modelos ineficientes, que não pensam no bem-estar dos usuários em geral. Observa-se que a maioria dos projetos visam a utilização de materiais e técnicas de baixo custo, buscando maior margem de lucro, sem relação direta com o meio ambiente. Verifica-se também a necessidade de estudos específicos ao bem-estar social. Este somatório gera uma degradação do padrão e eficiência da arquitetura que está sendo produzida no momento.

Atualmente cerca de 80,5% da energia elétrica produzida no Brasil advém de fonte hidroelétrica, com cerca de 23,3% destinada a residências, sendo ela usada na maioria dos casos para aquecimento, refrigeração e iluminação, resultando na maior parte do consumo relacionada diretamente aos aspectos da arquitetura e ao uso do espaço, o que reforça a importância das edificações eficientes na atualidade. (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2012). Edifícios com capacidade de produzir sua própria energia de forma limpa através de fontes inesgotáveis que diminuem seu consumo através de estratégias passivas de iluminação e ventilação naturais contribuem muito para a redução dos gastos energéticos das fontes atuais esgotáveis.

A partir da aplicação de estratégias bioclimáticas ao projeto de arquitetura, o conforto ambiental se dará através do controle de ganhos de calor, dissipação da energia térmica no interior do edifício, remoção da umidade em excesso, movimentação do ar, uso da iluminação natural com iluminação solar indireta, entre outros. Neste contexto, estudos relacionados ao conforto ambiental ilustram como se ter uma relação harmônica entre a arquitetura, o clima e os recursos naturais, usando materiais adequados ao ambiente construído, sem padrões importados, mas com elementos regionais próprios ao local, com o uso e preservação racionalizada dos recursos naturais, principalmente nas áreas dos trópicos, onde esses recursos são na maioria das vezes abundantes.

O desempenho das edificações pode variar de acordo com as variáveis climáticas determinadas por cada região, sendo os fatores de aglomeração urbana fundamentais para a caracterização microclimática. Para a adequação da edificação ao clima, as decisões devem ser tomadas nas fases iniciais de projeto e podem ser pontos chave na concepção. Apesar de todo o progresso na área, a aplicação prática dos conceitos não é uma realidade. Essa falta de estrutura no processo de projeto arquitetônico tem resultado em uma grande diferença entre conhecimento e aplicação.

Objetivando a adequação da arquitetura ao clima, o Brasil foi dividido em Zonas bioclimáticas, onde a parte 3 da NBR 15220, de desempenho térmico de edificações parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (ABNT, 2003) apresenta recomendações e estratégias construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, baseadas nas cartas bioclimáticas de Givoni, visando orientar quanto às condições locais. As recomendações, apesar de serem para habitações unifamiliares de interesse social, são passíveis de ser empregadas em empreendimentos com foco em outras tipologias arquitetônicas de pequeno porte. O entendimento da demanda é ponto fundamental na escolha racional de soluções eficazes de projeto, sendo as possíveis estratégias para suprir as diferentes necessidades, onde o arquiteto é encarregado de escolher entre técnicas tecnológicas ou artesanais, puramente funcionais ou estéticas, com materiais pré-fabricados ou não, consolidando a característica única de cada projeto.

O conhecimento das propriedades térmicas dos materiais utilizados em uma edificação, e dos comportamentos físicos de trocas de calor facilita a previsão de qual será o seu comportamento em diferentes situações, ajudando na escolha adequada para prover conforto térmico aos usuários. Muitas das edificações ineficientes pecam pelo emprego de materiais indevidos. Segundo Corbella e Yannas (2003), uma análise inicial e superficial das condições locais do ambiente construído, visando

o controle do ganho de calor e a dissipação da energia térmica interior, já permite uma escolha básica de materiais a serem empregados na obra, podendo-se usar várias estratégias, dependendo da finalidade, do uso e do orçamento da edificação.

Por conta do crescente adensamento no espaço urbano, este se torna, por consequência, disputado e caro. A busca pelo processo de projeto e construção eficiente de residências é capital para a melhoria da qualidade de vida da população em geral, que se torna cada vez mais enclausurada no espaço público urbano deficiente, tendo que passar parte do tempo em ambientes mínimos com qualidades internas muitas vezes aquém do aceitável. E é nesse contexto que entram os conceitos bioclimáticos na arquitetura, os quais deveriam estar intrínsecos a todo o processo de projeto arquitetônico.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2012), as edificações residenciais possuem uma maior facilidade de emprego de estratégias naturais de projeto. A principal análise deve ser feita em relação às características dos futuros usuários, relacionando-as com o entorno e todas as situações já mencionadas anteriormente, partindo então para a decisão de quais as estratégias bioclimáticas adequadas para uma dada edificação. A volumetria, setorização dos ambientes e a organização destes serão fundamentais para garantia da eficácia. Por isso, a concepção com partido bioclimático é tão importante sendo foco de constantes pesquisas, como o Laboratório Casa Sustentável (LCS), construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

A implantação de sistemas de captação de água da chuva e uso da energia solar para aquecimento e geração de energia são estratégias eficientes em projetos de habitação. As águas captadas e a energia produzida podem não ser suficientes para a autossuficiência da edificação, mas serão fundamentais para a economia de água proveniente da rede municipal e de energia de meios não renováveis. Os custos de implantação desses sistemas normalmente demandam um investimento maior, porém o custo de manutenção e as contas de água e energia elétrica são consideravelmente reduzidos.

### **3 MÉTODO**

Após as pesquisas teóricas e a breve problematização da realidade construtiva de Juiz de Fora, o estudo do LCS se deu como ponto fundamental para a análise de quais as estratégias são passíveis de serem implantadas em uma edificação residencial, e quais as diretrizes básicas poderiam ser seguidas para a implantação de um projeto residencial na cidade.

Além do referencial teórico, o procedimento metodológico baseou-se em visitas guiadas pela professora e coordenadora do projeto Letícia M. de A. Zambrano, que por informação oral e textual, descreveu como foi o desenvolvimento do projeto e as considerações das estratégias bioclimáticas e de eficiência energética implantadas, como os brises com aletas móveis, persianas móveis, parede trombe, implantação adequada, varanda estufa, aquecimento solar de água, captação de águas pluviais, prateleira de luz, integração da iluminação artificial com natural, ventilação cruzada, entre outras.

### **Estudo de Caso: Laboratório casa sustentável**

O LCS está em fase final de obras no Jardim botânico da cidade de Juiz de Fora, onde terá como principal foco agregar pesquisa científica, educação e lazer, fortalecendo os laços da UFJF com a comunidade. O foco do espaço é minimizar o impacto na mata existente, trazendo em primeiro plano a educação ambiental. A proposta do LCS foi consolidada pela UFJF com a previsão de uma edificação ecológica. Foram responsáveis pelo projeto a equipe do Laboratório de Conforto ambiental e Sustentabilidade – ECOS/FAU/UFJF, em parceria com Grupo de estudos em edificações Sustentáveis - GEES /CNPQ, com o Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica - PET elétrica/UFJF e Grupo de Pesquisa em materiais e Construção Sustentável – Pares/UFJF. Segundo Zambrano *et al.* (2012), o projeto se fundamentou na relação entre ensino, pesquisa e extensão, onde um dos principais objetivos é o de conscientização da população em geral para a adoção de princípios de bioclimatismo e sustentabilidade na construção. Objetiva-se ainda comparar medições realizadas nos ambientes com opiniões coletadas dos usuários sobre conforto percebido em cada um dos espaços, para análises de conforto e da eficiência das técnicas adotadas.

O LCS será utilizado por disciplinas de Arquitetura e de Engenharia relacionadas ao conforto ambiental e sustentabilidade, para demonstrarem de forma prática a implantação de estratégias arquitetônicas e construtivas eco-eficientes. Será também espaço de pesquisa para os diversos grupos envolvidos para analisar a eficácia e aprimorar as estratégias implantadas, assim como para o desenvolvimento de conhecimento. Nas disciplinas de conforto ambiental, dados obtidos através da opinião dos usuários comparados com valores medidos pelos sensores (de temperatura, umidade, iluminância e ruído), permitirão comparar índices de conforto com os apresentados em referências teóricas. Além disso, para o público visitante, pretende-se que o LCS seja um exemplo a ser seguido



de construção eficiente e simples, não só por arquitetos e estudantes da área, mas por toda a população. (ZAMBRANO et al, 2012)

O espaço foi projetado com uma linguagem residencial, para deixar mais claro que as estratégias implantadas no local são técnicas simples, que qualquer pessoa pode aplicar no projeto de sua residência (figura 01). A ideia foi de mesclar o espaço de pesquisa e exposição, proporcionando espaços comuns a residências, como sala, quarto, home office, com aplicação de soluções construtivas eficientes que promovam conforto ambiental, estando sempre aberta às pesquisas.

Figura 01: Foto do LCS em fases finais de implantação



Fonte: Isabela Medeiros, 2012

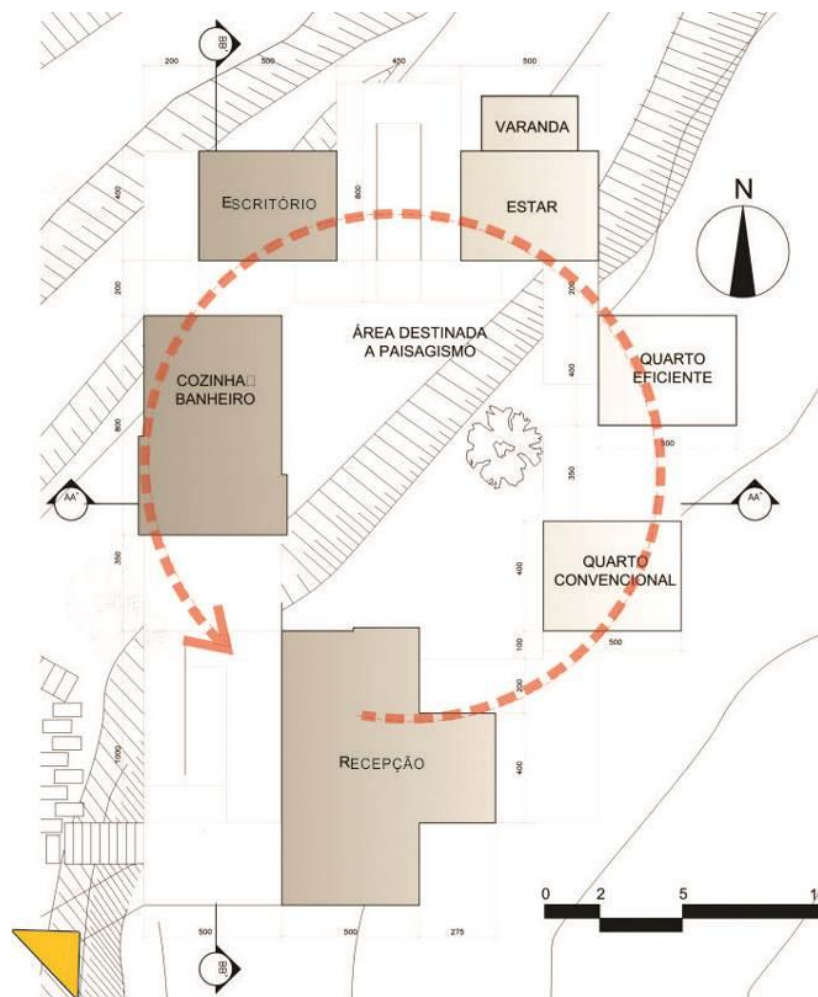
O espaço se apresenta através de um percurso intencional criado na concepção, de forma que o visitante possa apreender cada espaço, percebendo sensações de conforto ou desconforto, para observar que as escolhas arquitetônicas certas trazem a sensação de conforto nos cômodos onde foram trabalhados os conceitos bioclimáticos.

O percurso começa e termina na recepção, onde o fluxo de pessoas que chegam é direcionado para o quarto convencional. Este foi concebido para ser um contraexemplo, onde nenhuma técnica bioclimática foi empregada, e pelo contrário, alguns elementos deve causar desconforto, como uma laje aparente e janela mal orientada. Após a sensação de desconforto causada por este ambiente, os visitantes se direcionam para o quarto eficiente, onde imagina-se que a sensação de conforto será



evidente, em função das técnicas adotadas. Do quarto eficiente, as pessoas são direcionadas para a sala de estar, escritório, cozinha e banheiro, passando por diversas soluções bioclimáticas eficientes. Cada cômodo está isolado em relação ao outro, estando com as quatro paredes externas expostas às condições climáticas externas. (Figura 02)

Figura 02: Cômodos com percurso proposto

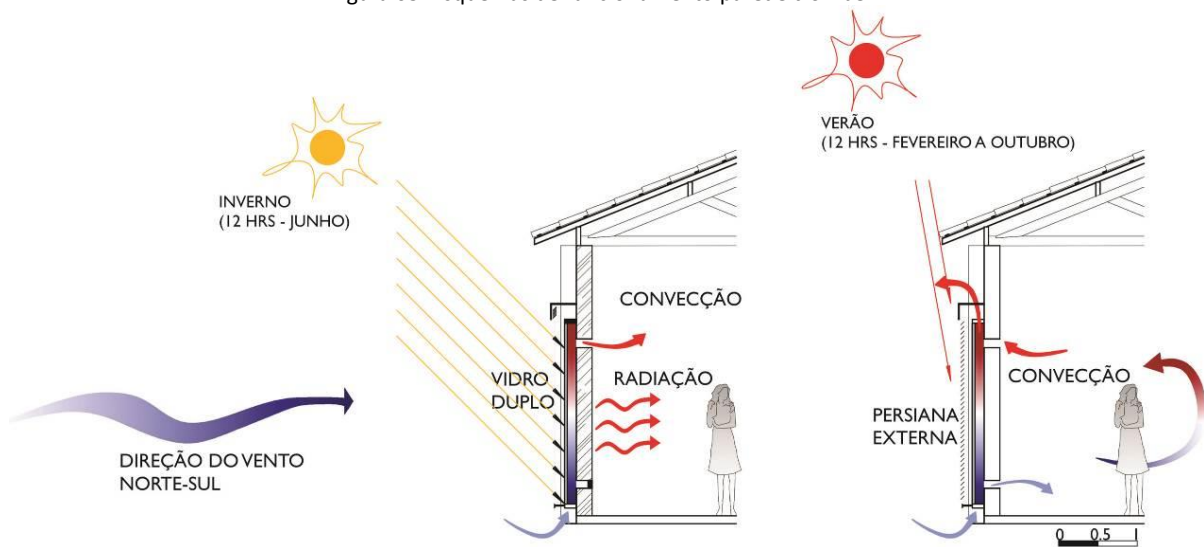


Fonte: Banco de dados ECOS – projeto LCS – 09/2013, editado por Isabela Medeiros, 2014.

A ligação entre um cômodo e outro se dá por varandas abertas e cobertas por pergolados ou lajes, intercalando o uso de áreas planas, rampas e escadas para circulação. Sempre que há o uso de escadas, existe a opção acessível por rampas. A acessibilidade aparece no projeto também através dos pisos táteis nas passarelas e nos banheiros para atender ao público.

A recepção é o local de entrada dos visitantes, onde os sistemas de aquecimento se dão através de convecção e radiação, e a ventilação é de conforto e higiênica. Para isso, utilizou-se a parede trombe, com a possibilidade de inversão de função no verão, e ventilação cruzada, utilizada como higiênica e de conforto. A parede trombe tem como objetivo aquecer o ambiente onde está inserida, por isso, está posicionada na fachada norte, a qual possui a maior incidência solar durante o dia, possibilitando assim uma grande absorção de calor. A parede é pesada composta por pedras e coberta por um vidro, permitindo o aquecimento do ar, que é transmitido para o interior da edificação (figura 03). Esse funcionamento se dará no inverno. Já no verão, a parede será sombreada por uma persiana externa, não absorvendo e nem transmitindo calor para dentro do edifício, funcionando apenas como vão de ventilação para renovação de ar.

Figura 03: Esquemas de funcionamento parede trombe

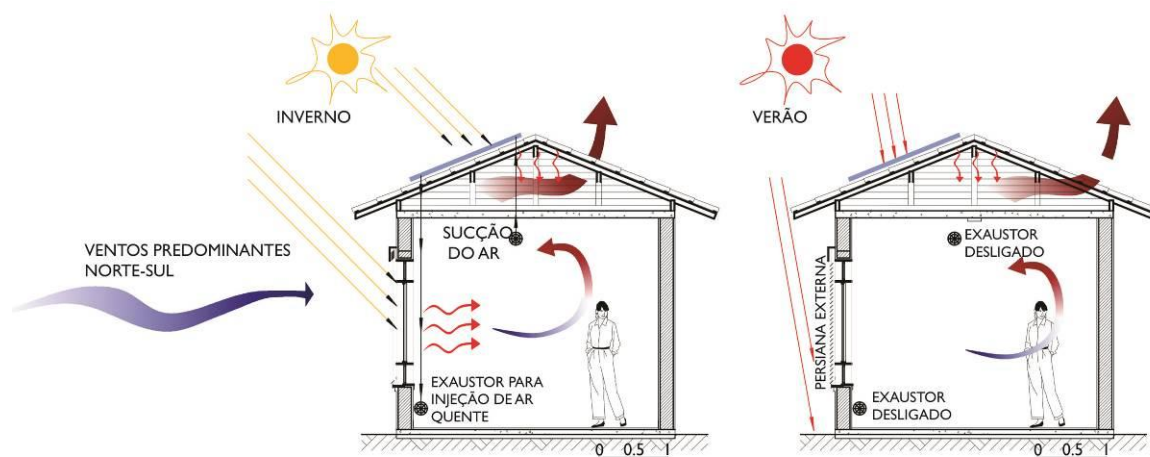


Fonte: Desenho: Banco de dados ECOS – projeto LCS – 09/2013

O quarto convencional é o primeiro cômodo do percurso sem estratégias bioclimáticas concebidas em projeto. A edificação foi projetada intencionalmente para mostrar ao usuário o que se tem feito em Juiz de Fora, e quais as consequências dessa solução, que não se adequa em nada ao clima da cidade.

Em sequência o quarto eficiente localiza-se após ao convencional, e está posicionado estrategicamente para os usuários percebam com clareza da diferença entre os dois. A janela posicionada ao norte, aproveita a insolação de inverno para aquecimento da edificação. No verão, esta janela será sombreada com persiana externa, que impedirá a incidência solar direta e a entrada de calor. Para amenizar as temperaturas de verão, também foi aplicada a ventilação de cobertura, através aberturas promovendo as trocas de calor. Para o inverno, também foi pensada uma solução de aquecimento proveniente da energia solar. As placas solares aquecerão o ar interno que será insuflado no ambiente por um exaustor, aumentando assim a temperatura interna e aumentando a sensação de conforto interno, quando a temperatura estiver abaixo dos padrões de conforto (Figura 04). O quarto contará também na fachada oeste com um jardim suspenso.

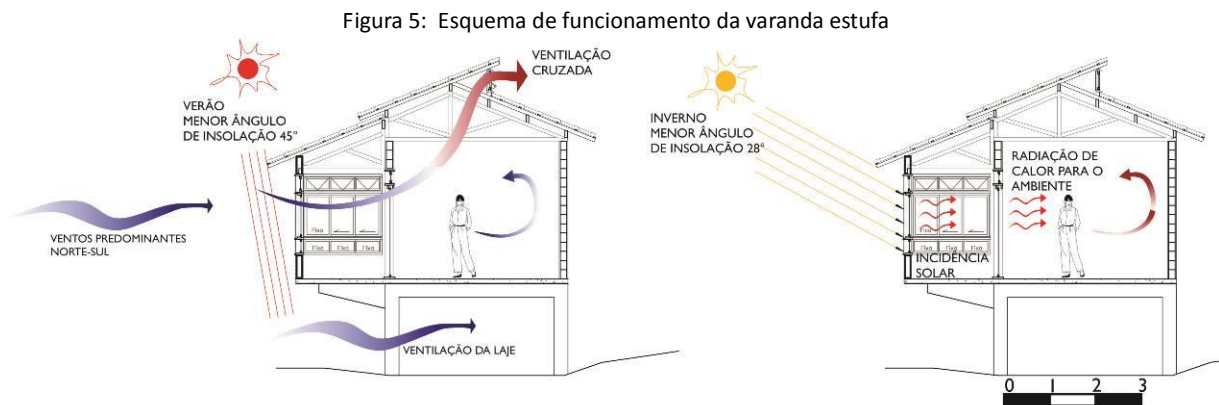
Figura 04: Quarto Eficiente: esquema geral de estratégias bioclimáticas implantadas



Fonte: Desenho: Banco de dados ECOS – projeto LCS – 09/2013

A sala de estar, também foi pensada para promover a sensação de conforto aos usuários. Evidencia uma estratégia muito utilizada pela construção em Juiz de Fora, porém de forma ineficiente: a varanda estufa. Essa solução é uma superfície envidraçada que tem a função de ganhar calor no inverno e aquecer o ambiente. O sol incide na superfície envidraçada e transmite calor para o interior da edificação, por isso o posicionamento norte, onde haverá maior insolação durante o dia. No verão, basta abrir as janelas da varanda e promover a ventilação do ambiente, que trabalhará em conjunto com a abertura no teto: os ventos dominantes entram pelas aberturas da varanda e saem nas de

cobertura. Essa solução é simples e prática, e qualquer pessoa pode fazer em sua residência, bastando apenas a orientação correta da fachada a ser envidraçada e a possibilidade de abertura para promover a ventilação cruzada, além de promover conforto térmico. (Figura 05)



Fonte: Desenho: Banco de dados ECOS – projeto LCS – 2012

O escritório posicionado na sequência a sala de estar, prioriza as estratégias de iluminação em seu projeto, integrando iluminação natural com artificial. Haverá no teto um trilho para possibilitar os mais variados estudos de iluminação artificial, que serão conjugados com a iluminação natural proveniente da abertura voltada para norte. A abertura contará com proteção externa de brises móveis para impedir a incidência solar direta no verão e possibilitar a sua entrada no inverno, contribuindo em estudos sobre as posições ideais para o ambiente, conjugado ou não com a iluminação artificial.

Uma prateleira de luz está prevista em projeto, porém ainda não foi implantada, por conta de alguns ajustes necessários na esquadria. A ideia principal da estratégia é de que a luz solar direta incida em sua superfície clara e refletora e seja refletida para o interior da edificação como luz solar indireta, clareando seu interior, porém sem ofuscamento.

Também foi projetado um duto de ventilação embutido no solo. Trata-se de um sistema que captará os ventos a 40 metros de distância da edificação. O ar dutado percorrerá esta distância ao longo da qual assumirá as condições térmicas do solo, sendo então injetado no escritório em temperatura mais amena do que o ar exterior. No verão o ar injetado estará mais fresco do que a temperatura externa e no inverno mais quente. As aberturas nas duas extremidades serão protegidas e contarão com ventiladores.

Na cozinha e no banheiro as estratégias foram projetadas em função da eficiência energética da edificação, contando com aquecimento de água, economia de energia e água e aproveitamento de águas da chuva. A cozinha foi projetada com cobertura vegetalizada para demonstração do isolamento térmico, sendo visitável. Neste espaço, serão instalados os painéis solares para aquecimento da água dos banheiros. Nos banheiros a ideia principal foi de exemplificação de modelos para economia de água. Foram instalados dois vasos sanitários com controle de fluxo, um com descarga embutida e outro com caixa acoplada, demonstrando para o usuário as duas possibilidades igualmente eficientes. Nas pias, que também são duas, uma apresentará torneira com vazão normal e a outra com aerador. O propósito é mostrar que soluções simples contribuem para a economia de água potável.

O LCS é um laboratório que estará sempre aberto a mudanças, onde as pesquisas objetivam as soluções mais adequadas para os ambientes, buscando alcançar os parâmetros ideais para a cidade de Juiz de Fora, e funcionará de acordo com as demandas dos professores, alunos e pesquisadores. A ideia é de um Laboratório interdisciplinar para que os núcleos de pesquisa possam testar as soluções, vinculando o ensino à pesquisa e extensão. A edificação foi projetada intencionalmente para mostrar aos usuários o que pode ser feito em uma edificação simples e eficiente para a cidade, contrária do que vem sendo feito.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS: ADEQUAÇÃO DA ARQUITETURA AO CLIMA**

Analisando todas as situações contempladas neste trabalho, somando-se ao estudo de caso escolhido, é possível traçar algumas diretrizes básicas de projeto para uma edificação multifamiliar eficiente sem custos elevados e com estratégias simples que funcionam, sendo o estudo das necessidades ponto chave na escolha das estratégias bioclimáticas a serem implantadas.

As estratégias que promovem ventilação cruzada para resfriamento passivo são simples e acessíveis para habitações residenciais unifamiliares ou multifamiliares, porém, deve-se atentar para a ventilação predominante da região e os possíveis obstáculos, e para a localização de aberturas, aproveitando a captação do ar a barlavento e aberturas para saída do ar a sotavento. A orientação das aberturas deve ser pensada em fases iniciais de projeto, pois é um ponto fundamental para o aquecimento e resfriamento passivo da edificação. Esse estudo pode se integrar com o estudo volumétrico, que bem trabalhado, pode definir a eficiência por meios naturais.

A luz natural é sempre desejável, porém a iluminação direta pode prejudicar a execução de algumas tarefas em determinados cômodos, por conta de brilho excessivo, e a indireta favorece-las. Para isso, a utilização de proteções móveis é muito eficiente, ficando a cargo do usuário, em função das tarefas realizadas no ambiente, a escolha por insolação direta ou indireta. A prateleira de luz é uma boa solução para distribuir iluminação indireta no cômodo. O uso de superfícies envidraçadas com proteção externa móvel é uma solução indicada para aproveitamento de iluminação natural, sem ganhos de radiação solar direta, podendo ser trabalhada também em conjunto com o aquecimento passivo para período de inverno e proteção no período de verão. Outras soluções observadas no estudo de caso, como o aquecimento solar de ar, parede trombe, ventilação por dutos embutidos no solo, entre outros, são simples e adequadas para espaços residenciais.

Apesar de se tratar de uma estratégia inovadora, o aquecimento solar do ar pode ser empregado em uma edificação residencial, pois se fundamenta basicamente no sistema de aquecimento solar de água, que hoje em dia já é muito utilizado. A parede trombe também é muito eficiente, porém para seu perfeito funcionamento deve ser bem dimensionada e executada, estar sempre integrada a ventilação cruzada e voltada para direções com alta incidência solar durante inverno.

Conclui-se que a implantação de uma edificação deve ser pensada em função das condições locais de ventilação, iluminação, temperatura, entorno e as necessidades dos futuros usuários. A correta implantação é fundamental na eficácia das estratégias a serem empregadas e do projeto em geral, sendo a adequação da arquitetura ao clima fundamental, devendo fazer parte do projeto desde as fases iniciais, podendo ser até o principal elemento de concepção.

O estudo de caso demonstra de forma clara que cada espaço deve ser trabalhado de acordo com suas necessidades de uso. Em uma residência, em todos os espaços as possíveis técnicas a serem empregadas devem ser analisadas. Os espaços de permanência prolongada, como quartos, salas e escritórios são os pontos chave a serem trabalhados em conforto ambiental. Já cômodos como a cozinha e os banheiros, as técnicas empregadas se relacionam mais com a eficiência da edificação, com técnicas como reaproveitamento de água e aquecimento solar. Vale ressaltar, que as técnicas são passíveis de serem aplicadas em muitos cômodos distintos, em função das necessidades dos usuários e as melhores possibilidades que o meio oferece.

Assim, o conceito de arquitetura bioclimática pode e deve estar integrada ao caráter estético da edificação, cabendo ao arquiteto adequar as estratégias eco eficientes à estética da arquitetura, não bastando apenas pensar em soluções pontuais: o projeto deve ser sempre pensado como um





# PROJETAR - 2015

Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo:  
ensino, pesquisa e prática. Natal, 30 de setembro a 02 de outubro.

conjunto para sua maior eficácia. Também pode e deve sempre se integrar com a questão da sustentabilidade da edificação, sendo essencial a adequada forma de uso e manutenção pelos futuros usuários, que deverão se conscientizar da importância da arquitetura eficiente para a cidade.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFJF pela oportunidade de desenvolvimento da pesquisa e a FAPEMIG pelos auxílios concedidos.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT. Desempenho térmico das edificações: parte 3 – Desempenho: ABNT. 02:135.07-001/3. ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

CORBELLA, O; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW Editores, 3ª edição, 2012.

MACIEL, A. A. Integração de Conceitos Bioclimáticos ao Projeto Arquitetônico. Pós- Graduação em Engenharia Civil - PPGE. Tese de Doutorado. Santa Catarina: UFSC, 2006.

NEVES, L. O. Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: estratégias de ventilação natural. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ZAMBRANO, L. M. A.; GOMES, F. J.; CASTRO, E. B. P.; BASTOS, P. K. X.; MARQUES, A. C.; CYRILLO, Y. M.; SEIXAS, L. C. Implantação do Laboratório Casa sustentável no Jardim Botânico de Juiz de Fora. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

ZAMBRANO, L. M. A. A Integração Dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura. Tese de Doutorado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio De Janeiro, 2008

ZAMBRANO, L.M.A.; MARQUES, A.C.; BASTOS, P.K.X.; CASTRO, E.B.P.; GOMES F.; LUZ, A.P.; ALMEIDA, M.; NEVES L. F.; SEIXAS, L.; CYRILLO, Y.; VALENTE, H.B. *Laboratório Casa Sustentável: Um Ambiente de Ensino, Pesquisa e Extensão em Arquitetura Sustentável em Juiz de Fora – MG. Artigo submetido ao XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC 2015. Campinas, 15 a 17 out 2015.*