

# ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA PROJETO ARQUITETÔNICO NA CIDADE DE UMUARAMA – PR

BIOCLIMATIC STRATEGIES FOR ARCHITECTURE PROJECT IN UMUARAMA CITY

Guilherme Serafim<sup>1</sup>

Rafael Remor<sup>2</sup>

Caroline Salgueiro da P. Marques Fenato<sup>3</sup>

SERAFIM, G.; REMOR, R.; FENATO, C. S. da P. M. Estratégias bioclimáticas para projeto arquitetônico na cidade de Umuarama – PR. **Akrópolis** Umuarama, v. 25, n. 2, p. 91-101, jul./dez. 2017.

DOI: 10.25110/akropolis.v25i2.5948

**RESUMO:** A sustentabilidade é uma demanda da sociedade contemporânea diante da esgotabilidade dos recursos naturais. Quando aplicada à arquitetura, está diretamente relacionada ao conceito bioclimático, que consiste na melhoria das condições de conforto térmico e na minimização do consumo energético da edificação por meio da análise do contexto climático em que esta se insere. Em busca de estratégias bioclimáticas pertinentes aos distintos contextos climáticos do globo terrestre, vários pesquisadores se empenharam em desenvolver métodos cada vez mais eficazes, por meio da utilização de cartas bioclimáticas. Entre estes estudos, destaca-se a carta bioclimática de Givoni, que incluiu o perfil climático dos países em desenvolvimento e portanto, se adequa ao Brasil. Desse modo, este trabalho visa elencar estratégias bioclimáticas para projeto arquitetônico levando em consideração as variáveis climáticas da cidade de Umuarama – PR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquitetura Bioclimática; Carta Bioclimática de Givoni; Conforto Térmico; Eficiência Energética.

**ABSTRACT:** Sustainability is a demand of the contemporary society against the exhaustibility of natural resources. When applied to architecture, it is directly related to bioclimatic concept, which is the improvement of thermal comfort and minimizing the energetic consumption of the building through the climate context analysis in which it operates. Searching for relevant bioclimatic strategies to the different climate contexts of the planet, many researchers have attempted to develop more effective methods, through the use of bioclimatic charts. Among these studies, there is the Givoni's Bioclimatic Chart, which included the climate profile of the developing countries and therefore, it fits Brazil. Thus, this work aims to list bioclimatic strategies for architecture project taking into account the climatic variables of the Umuarama City.

**KEYWORDS:** Bioclimatic Architecture; Energy Efficiency; Givoni's Bioclimatic Chart; Thermal Comfort.

<sup>1</sup>Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Paranaense (2013). Especialista em Tecnologia e Sustentabilidade Aplicada ao Projeto do Ambiente Construído pela Universidade Paranaense (2016).

<sup>2</sup>Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Paranaense (2013). Especialista em Tecnologia e Sustentabilidade Aplicada ao Projeto do Ambiente Construído pela Universidade Paranaense (2016).

<sup>3</sup>Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Paranaense (2008), laureada melhor aluna do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá (2010). Tem experiência na área da Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Projeto Arquitetônico, atuando principalmente nos seguintes temas: Conforto Bioclimático, Luminoso e Acústico. Como também em projetos arquitetônicos relacionados a Arquitetura e Arte Sacra no Laino Arquitetura e Arte Sacra.

## INTRODUÇÃO

A reflexão sobre a sociedade contemporânea, em um cenário marcado pelo adensamento populacional urbano e pela degradação irreversível do meio ambiente, aponta a necessidade de repensar as práticas que comprometem a vida das gerações futuras. Nesse contexto, a construção civil tem contribuído negativamente no quadro socioambiental, devido às técnicas construtivas e diretrizes projetuais que não consideram a aplicação do conceito de sustentabilidade.

A palavra sustentabilidade relaciona-se ao termo desenvolvimento sustentável, ou seja, o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades atuais sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações em atender as suas (ASBEA, 2012, p.13). Segundo o MMA – Ministério do Meio Ambiente (2013), para que algo seja considerado sustentável, deve atender aos três requisitos: economicamente viável; socialmente justo; e ambientalmente adequado.

Nesse contexto, a implementação de estratégias e soluções de projeto que visem uma maior eficiência energética nas edificações é de extrema importância. A ABESCO (2015), estima que o Brasil há um potencial para economizar 10% de todo o consumo de energia. Por tipo de cliente, o maior potencial de redução (eficiência energética) está na residência dos brasileiros, onde estima-se que poderia ocorrer uma redução de 15%. Esse percentual é maior do que o dos consumidores industrial, comercial e outros que poderiam economizar, em média, 6,20%; 11% e 10%, respectivamente.

No âmbito da arquitetura, a sustentabilidade está intrinsecamente relacionada ao conceito bioclimático. De acordo com Lanham et al. (2007), a Arquitetura Bioclimática pode ser definida como o projeto e a construção de um edifício levando em consideração a análise do contexto climático em que este se insere, promovendo a consequente melhoria das condições de conforto e a minimização do consumo energético.

Segundo Lanham et al. (2007), a grande inovação para os profissionais da área é a multidisciplinaridade necessária para conceber um projeto eficiente e a inserção no tema sustentabilidade. Dois fatores que têm sido desprezados por influência da Arquitetura Moderna, responsável pela globalização de critérios arquitetônicos para a criação de um modelo internacional,

por vezes descontextualizado.

O termo conforto térmico é definido por muitos pesquisadores como o “estado da mente, no qual a pessoa expressa satisfação com o ambiente térmico que a cerca”. A manutenção deste conforto retrata um equilíbrio térmico entre o corpo e seu meio. Em contrapartida, há pesquisadores que preferem o conceito de neutralidade térmica à conforto térmico, pois enfatizam outras variáveis que muitos padrões de conforto não avaliam (ANDRADE, 1996, p.06).

As exigências de conforto térmico relacionam-se diretamente ao desempenho energético da edificação, sendo que o projeto arquitetônico deve atender a requisitos de conforto inerentes aos indivíduos, de modo a garantir a saúde e o bom desenvolvimento das atividades executadas nos ambientes edificados com baixo consumo de energia (ASBEA, 2012, p.69).

O termo projeto bioclimático foi denominado pelos irmãos Olgyay em 1963, como o projeto de arquitetura cujo processo é desenvolvido em resposta aos requisitos climáticos específicos. As pesquisas de projeto bioclimático buscam minimizar custos de energia, pois procuram obter de forma natural as condições de conforto térmico aos ocupantes de um espaço, condição que é por meio das estratégias bioclimáticas, exploradas pelo projeto da edificação (ANDRADE, 1996, p.07).

Adequar a arquitetura ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao homem condições de conforto. À arquitetura cabe amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de excessivo calor, frio ou ventos e também propiciar ambientes que sejam no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos (FROTA; SCHIFFER, 2005, p.53).

Desse modo, o objetivo geral do presente trabalho é promover subsídios teóricos e práticos para a elaboração de estratégias bioclimáticas para projeto arquitetônico pertinentes às variáveis climáticas de Umuarama, cidade localizada na região noroeste do Paraná. A contribuição esperada da pesquisa é o embasamento referencial para estudos mais aprofundados e, a respectiva disseminação de estratégias bioclimáticas como prática projetual na cidade e demais localidades com características climáticas comuns.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Em busca de estratégias de conforto térmico, pesquisadores desenvolveram métodos utilizando cartas bioclimáticas, tendo as variáveis climáticas como referência. Os estudos de Olgyay de 1963 resultaram na elaboração da primeira carta bioclimática apropriada para ambiente externo, apresentando-se como uma tentativa de associar os dados climáticos com a sensação de conforto. A carta foi elaborada por meio de uma análise de dados climáticos, acompanhada de uma avaliação psicobiológica dentro de uma sequência de variáveis interdependentes: clima, biologia, tecnologia, arquitetura. Seu uso é apropriado a regiões com menos de 300m (1000 pés) de altura em relação ao nível do mar, e latitude de aproximadamente 40 graus, em zonas de clima moderado (ANDRADE, 1996, p.17).

A carta original de Olgyay de 1963 passou por inúmeras revisões, primeiramente pelo próprio autor, em 1968, em que buscou adaptar sua carta bioclimática para regiões mais quentes, ao desenvolver um trabalho para a Colômbia. Nos novos estudos foram adotados parâmetros para definição da nova zona de conforto, baseando-se na temperatura média de verão, obtendo para cada cidade uma zona de conforto própria (ANDRADE, 1996, p.19).

Segundo Bogo et al. (1994), o autor expõe que a definição da zona de conforto deve ser de acordo com as diferentes regiões geográficas, já que condições climáticas mais quentes elevam os requerimentos térmicos devido a aclimatação. Esta zona, similar a de neutralidade térmica, varia de acordo com os indivíduos, os tipos de vestimenta e a natureza da atividade que se executa. Além disso depende do sexo e da idade.

Em suas pesquisas realizadas no ano de 1968 nos EUA, Europa e Israel, Givoni elaborou novos estudos sobre o trabalho de Olgyay, onde passou a utilizar o ITS - Índice de "Stress" Térmico, como modelo biofísico, que descreve os mecanismos de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente. Este índice utiliza a temperatura de ar, umidade (pressão de vapor), movimento de ar, radiação solar, taxa metabólica e vestimentas como variáveis incluídas no cálculo (ANDRADE, 1996, p.19).

A principal diferença entre os dois sistemas é que o diagrama de Olgyay é desenhado entre dois eixos, sendo o eixo vertical o das

temperaturas (secas) e o eixo horizontal o das umidades relativas, enquanto que a carta de Givoni é traçada sobre uma carta psicrométrica convencional e baseia em temperaturas internas ao edifício, as quais foram obtidas por meio de cálculos, que projetam as temperaturas esperadas para o interior (BOGO, et al., 1994, p.38).

Portanto, a carta bioclimática original de Givoni de 1968 foi considerada mais evoluída por ter sido desenhada sobre uma carta psicrométrica convencional e por ter utilizado também umidade absoluta como referência. A maior evolução em relação à carta de Olgyay deve-se ao fato de que estendem a zona de conforto por meio das zonas das estratégias bioclimáticas que relacionam as alterações das condições climáticas externas através de princípios básicos de projeto da edificação, juntamente com propriedades de sua envoltória. Busca, dessa forma, as condições internas de conforto térmico e procura tornar-se mais inerte ao clima externo (ANDRADE, 1996, p.21).

Entretanto, a análise inicial de Givoni apresentou-se limitada na adequação dos limites da zona de conforto para climas quentes, o que resultou em revisões posteriores. Assim, a carta revisada por Givoni e Milne em 1979 procurou adaptar a carta original para climas mediterrâneos e tropicais para ser utilizada em cidades da Venezuela. Os limites tanto da zona de conforto quanto das demais estratégias, ampliaram-se, principalmente nos casos das estratégias de ventilação e massa térmica (ANDRADE, 1996, p.21).

Segundo Bogo et al. (1994), o diagrama desenvolvido por Givoni e Milne é válido para pessoas aclimatadas, em repouso ou em atividade sedentária, com vestimenta leve de verão. As condições são para edifícios inertes, não climatizados artificialmente: com proteção solar máxima, ou seja, quebra-sois eficazes à radiação solar global e/ou superfícies exteriores altamente reflexivas.

Em 1992, ao analisar a carta bioclimática de Olgyay, Givoni observa que sua aplicação é estritamente ao ambiente externo, pois todos os parâmetros utilizados no método consideraram a edificação completamente aberta a este ambiente. No entanto, relata o fato de que as condições internas de uma edificação de maior massa, podem ser muito diferentes das condições ambientais exteriores, podendo apresentar a temperatura máxima interna muito menor

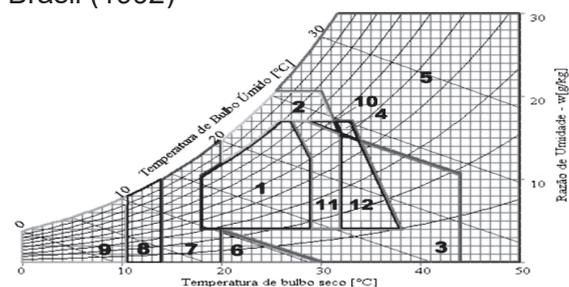
que a temperatura máxima externa (ANDRADE, 1996, p.20).

No mesmo ano, Givoni apresenta uma nova versão para sua carta, revendo certos padrões de conforto até então utilizados para qualquer país ou região. Observou que as pessoas que vivem e trabalham em cidades de países em desenvolvimento, situadas em regiões úmidas e quentes, apresentavam-se aclimatadas para valores superiores de temperatura. Tal conclusão surgiu a partir de pesquisas sistemáticas, onde foram registrados em uma mesma carta psicrométrica os dados climáticos da cidade de Colima, no México, e a zona de conforto da ASHRAE de 1989 (ANDRADE, 1996, p.21).

A carta de 1992 também sugere limites das condições climáticas dentro das quais várias estratégias de projeto de edifícios e sistemas de resfriamento natural podem garantir conforto térmico interno, como ventilação durante o dia, inércia térmica com ou sem ventilação, resfriamento evaporativo direto, resfriamento evaporativo indireto (BOGO, et al., 1994, p.47).

Segundo Andrade (1996), Givoni constatou a necessidade de haver uma diferenciação das diretrizes para projeto de edificações, baseadas em diagramas de conforto, propondo duas cartas bioclimáticas, uma para países desenvolvidos (clima temperado) e outra para países em desenvolvimento, sendo esta a mais apropriada para o Brasil (figura 1).

**Figura 1:** Carta Bioclimática de Givoni para o Brasil (1992)



- 01 - Zona de Conforto - CO
- 02 - Zona de Ventilação - V
- 03 - Zona de Resfriamento Evaporativo - RE
- 04 - Zona de Massa Térmica para Resfriamento - MR
- 05 - Zona de Ar Condicionado - AC
- 06 - Zona de Umidificação - U
- 07 - Zona de Massa Térmica com Aquecimento Solar - MA
- 08 - Zona de Aquecimento Solar Passivo - AS
- 09 - Zona de Aquecimento Artificial - AA
- 10 - Zona de Ventilação e Massa Térmica para Resfriamento - V/MR
- 11 - Zona de Ventilação, Massa Térmica para Resfriamento e Resfriamento Evaporativo - V/MR/RE
- 12 - Zona de Massa Térmica para Resfriamento e Resfriamento Evaporativo - MR/RE

Fonte: UFSC – Laboratório de Conforto Ambiental org. autores.

O limite máximo de temperaturas é aplicável em níveis baixos de umidade, abaixo de um conteúdo de vapor de 10 a 12 g/kg, para pessoas morando em países desenvolvidos e em desenvolvimento respectivamente. A altas umidades o limite máximo de temperaturas decresce progressivamente. O máximo limite de umidade em termos de umidade absoluta é 15 g/kg. Givoni sugere elevar de 2°C a temperatura limite máxima, quando se trata de países de clima quente e em desenvolvimento, e também elevar de 2 g/kg o valor do conteúdo de vapor (BOGO, et al., 1994, p.47).

Estes novos estudos mostraram que, para os países em desenvolvimento, a obtenção de conforto requer um maior inter-relacionamento dos níveis mais altos de temperatura em relação a umidade. A definição de muitas zonas foram decorrentes de pesquisas passadas do autor, observando-se que o objetivo desta carta foi o de rever e discutir estratégias de resfriamento (ANDRADE, 1996, p.23).

Segundo Andrade (1996), os dados climáticos, basicamente, influenciam a performance da edificação sob o aspecto da transferência de calor através dos diversos materiais da estrutura, que alteram as condições dentro do ambiente interno, em termos da temperatura do ar, temperatura radiante média, ventilação e umidade.

Portanto, a compreensão sobre o clima local é imprescindível para a construção de uma edificação. Através da caracterização do clima de Umuarama e suas variáveis bioclimáticas é possível traçar estratégias de projeto com maior especificidade e, conseqüentemente obter maior eficácia nos resultados.

Para a elaboração da Carta Bioclimática de Givoni são necessários os valores das variáveis bioclimáticas do local a ser analisado: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa.

Segundo o IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera (s.d.), o clima pode ser definido como o conjunto de todos os estados que a atmosfera pode ter num determinado local, durante um tempo longo, mas definido. Este intervalo de tempo durante o qual podemos dizer que existe um determinado tipo de clima é escolhido como “suficientemente longo”, em geral 30 anos. Assim, os valores mensais de temperatura e umidade relativa coletados para a aplicação do método correspondem às médias do período de

1975 a 2015 para a cidade de Umuarama (tabela 1).

**Tabela 1:** Resumo Climatológico de Umuarama – PR (1975-2015)

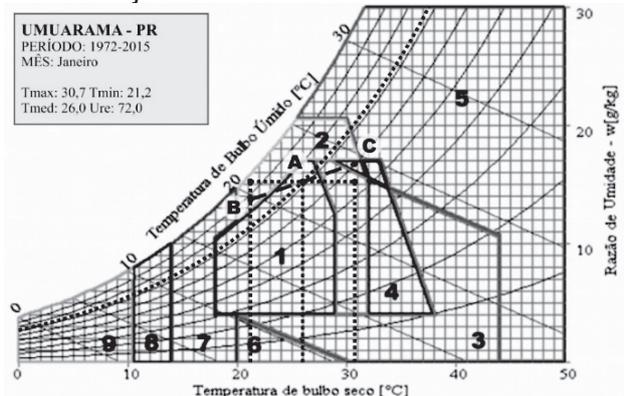
Mês	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa (%)
JAN	30,7	21,2	26,0	72,0
FEV	30,7	21,2	26,0	73,0
MAR	30,3	20,5	25,4	70,0
ABR	28,3	18,3	23,3	68,0
MAI	24,8	15,4	20,1	71,0
JUN	23,7	14,2	19,0	70,0
JUL	24,0	13,8	18,9	65,0
AGO	26,0	15,2	20,6	59,0
SET	26,8	16,3	21,6	62,0
OUT	28,6	18,4	23,5	65,0
NOV	29,6	19,5	24,6	65,0
DEZ	30,5	20,6	25,6	71,0

Fonte: IAPAR (2015) org. autores.

Com base no encontro da linha vertical da temperatura média com a curva da umidade relativa, determina-se o ponto A. O ponto B e o ponto C são determinados pelas linhas verticais da temperatura mínima e temperatura máxima, respectivamente. Traça-se um segmento horizontal passando pelos pontos B, A e C, representando a variação diária da temperatura, ou seja, a amplitude térmica diária.

É necessário um ajuste da variação da umidade. Considera-se em média 3g/kg ao longo do dia. Assim, desloca-se 1,5g/kg o ponto B para baixo na escala vertical e o ponto C é deslocado 1,5g/kg para cima na escala vertical (figura 2).

**Figura 2:** Carta Bioclimática de Umuarama para o mês de janeiro



Fonte: UFSC – Laboratório de Conforto Ambiental (s.d.) org. autores.

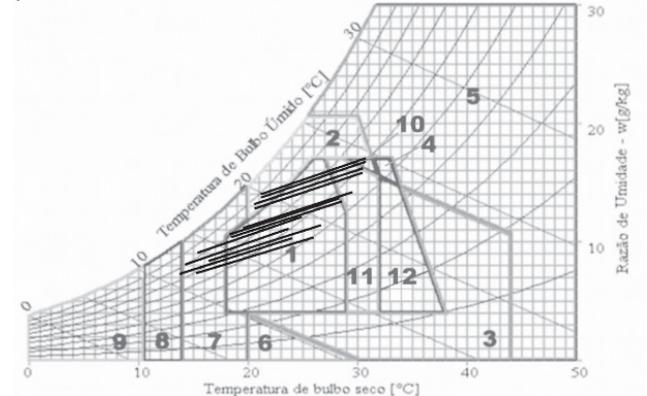
O procedimento é aplicado às variáveis climáticas de cada mês, plotando assim, 12 re-

tas sobre a carta que são confrontadas com as zonas bioclimáticas que guiarão as estratégias a serem tomadas (figura 3). O percentual de cada necessidade bioclimática é obtido pela medição linear das retas, sendo possível assimilar as estratégias prioritárias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias que apresentaram-se como mais efetivas para alcançar-se o conforto térmico na cidade de Umuarama – PR foram a de Massa Térmica para Aquecimento Solar com 13,1% e de Ventilação/Massa Térmica para Resfriamento/ Resfriamento Evaporativo com 9,2%. As estratégias de Ventilação, Ventilação/Massa Térmica para Resfriamento e Aquecimento Solar aparecem em menor proporção, 3,5%, 1,7% e 0,8%, respectivamente (figura 3).

**Figura 3:** Carta Bioclimática de Umuarama – PR para todos os meses do ano



Fonte: UFSC – Laboratório de Conforto Ambiental (s.d.) org. autores.

Desse modo, o resultado obtido na carta demonstrou que o ano climático de Umuarama apresenta desconforto de 28,3% e conforto de 71,7%, ou seja, na maior parte do ano o ambiente térmico local satisfaz o estado mental dos humanos (tabela 2).

**Tabela 2:** Resumo do ano Climático de Umuarama – PR

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS	
CALOR [1261 horas]	14,40%
V - Ventilação	3,50%
V/MR - Ventilação e Massa Térmica p/ Resfriamento	1,70%
V/MR/RE - Ventilação, Massa Térmica p/ Resfriamento e Resfriamento Evaporativo	9,20%
FRIO [1217 horas]	13,90%
MA - Massa Térmica com Aquecimento Solar	13,10%
AS - Aquecimento Solar Passivo	0,80%

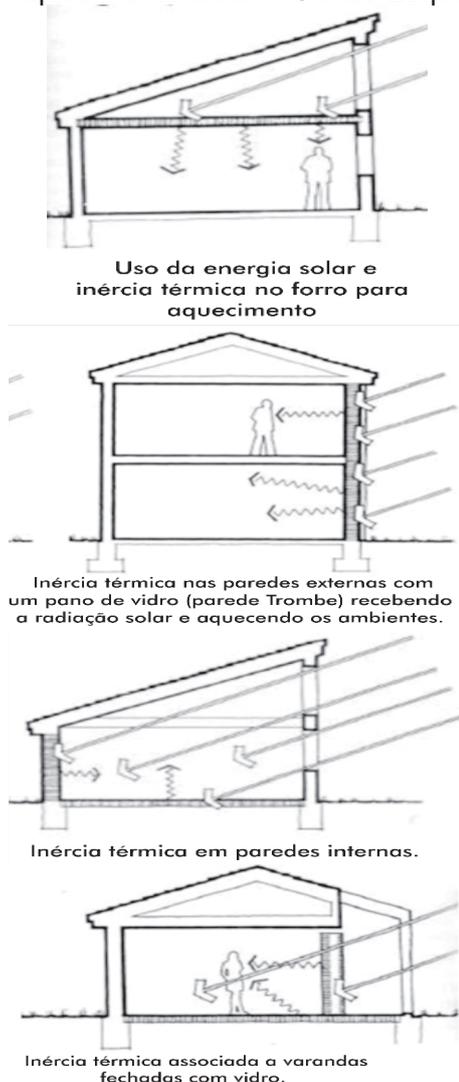
Fonte: Autores.

Convertendo a porcentagem em horas do ano, o período de conforto em Umuarama equivale a 6280 horas, ou seja, 261 dias. Em contrapartida, as horas de desconforto somam 2479 horas ou 103 dias, sendo que 1261 horas correspondem ao calor (14,40%) e 1217 horas ao frio (13,90%).

### ESTRATÉGIAS DE MASSA TÉRMICA COM AQUECIMENTO SOLAR

Na Zona de Massa Térmica com Aquecimento Solar (figura 4) pode-se adotar componentes construtivos com maior inércia térmica, além de aquecimento solar passivo e isolamento térmico, para evitar perdas de calor, pois esta zona situa-se entre temperaturas de 14 a 20°C (LAMBERTS, et al., 2005, p.29).

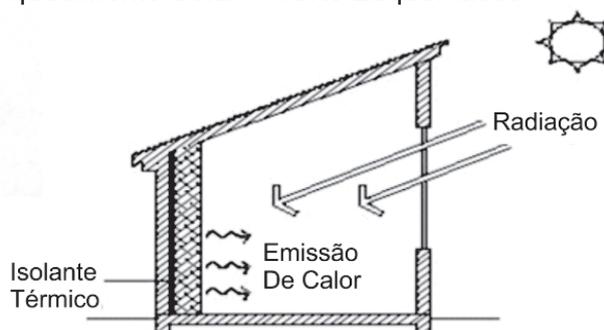
**Figura 4:** Estratégias de Massa Térmica com Aquecimento Solar – Cortes Esquemáticos



Fonte: Lamberts, et al. 2005 org. autores.

Segundo Lamberts (2013), a estratégia exige a combinação da incidência solar dentro dos ambientes, dos vidros para o sol penetrar e para impedir o calor de sair e das superfícies com massa para armazenar a energia do sol e transformá-la em calor (figura 05).

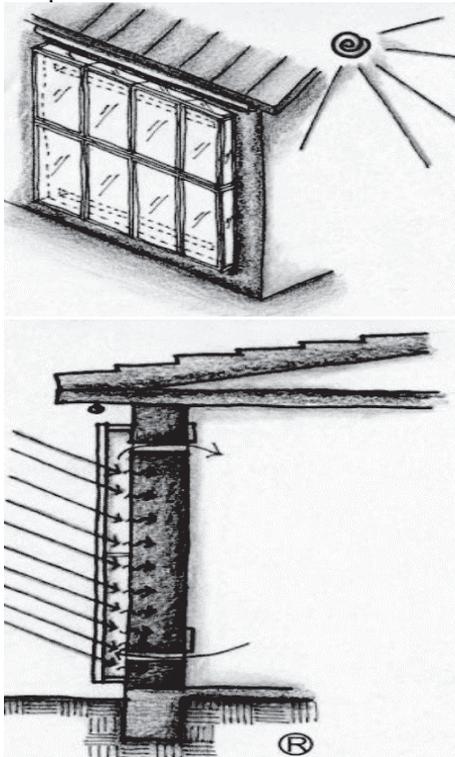
**Figura 5:** Estratégia de Massa Térmica com Aquecimento Solar – Corte Esquemático



Fonte: Lamberts, 2013 org. autores.

Um exemplo de aplicação desta estratégia é a parede Trombe (figura 6), que possui elevada massa térmica combinada a uma camada de vidro na sua face exterior. Sua função é a captação e acumulação da energia solar. A radiação solar de onda curta atravessa os vidros e aquece o muro, produzindo o chamado “efeito estufa” (VETTORAZZI, et al., 2010, p.05) .

Segundo Vetorazzi et al. (2010), quando a radiação de onda longa é emitida pelo muro, não pode voltar a atravessar os vidros, aquecendo o ar que há na caixa de ar e acumulando calor no muro. O ar que passa no espaço entre o vidro e a parede pode ser conduzido por dutos aos ambientes ou eliminado com a abertura das esquadrias superiores (figura 6).

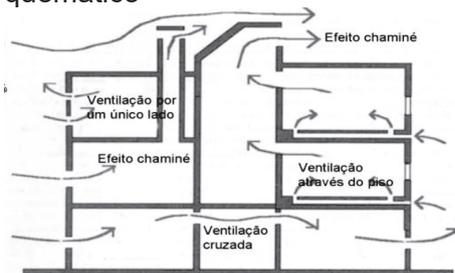
**Figura 6:** Parede Trombe - Corte e Perspectiva Esquemáticos

Fonte: Lamberts, 2013.

No inverno, eventualmente, é pouca a incidência de raios solares durante determinado período, o que torna indispensável a adoção de sistemas alternativos de aquecimento (VETTORAZZI, et al., 2010, p.05).

## ESTRATÉGIAS DE VENTILAÇÃO

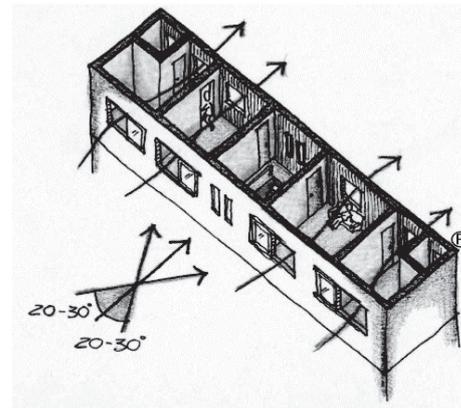
A ventilação corresponde uma estratégia de resfriamento natural do ambiente construído através da substituição do ar interno, que é mais quente, pelo externo, mais frio (figura 7). As soluções arquitetônicas comumente utilizadas são ventilação cruzada, ventilação da cobertura e ventilação do piso sob a edificação (LAMBERTS, et al., 2005, p.26).

**Figura 7:** Estratégias de Ventilação – Corte Esquemático

Fonte: Lamberts, 2013.

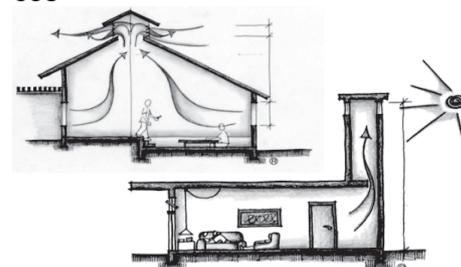
A ventilação garante que o ar externo penetre no ambiente interno, renovando o ar ao supri-lo de oxigênio e ao reduzir a concentração de gás carbônico. Aproxima as condições de temperatura e umidade internas das condições do ambiente exterior, atuando diretamente no conforto térmico do usuário ao passar pelo seu corpo (LAMBERTS, 2013, p.11).

Segundo Lamberts (2013), a ventilação cruzada é a renovação do ar por todo o volume possível, fazendo com que ele atravesse o ambiente ao entrar e sair pelas aberturas opostas. O fluxo de ar ocorre pela incidência do vento e é influenciado pela posição das aberturas, pelas suas dimensões, pelo tipo de esquadrias e pelas obstruções ao longo do percurso (figura 8).

**Figura 8:** Ventilação Cruzada – Perspectiva Esquemática

Fonte: Lamberts, 2013.

O efeito chaminé é viabilizado pela diferença de pressão entre o ambiente externo e interno que são consequência das diferenças de temperatura entre estes meios (figura 9). Os ambientes internos ganham calor devido às atividades ali realizadas. O ar aquecido torna-se menos denso e este sobe, "puxando" ar frio que penetra, geralmente por frestas e pequenas aberturas (LAMBERTS, 2013, p.15).

**Figura 9:** Efeito Chaminé – Cortes Esquemáticos

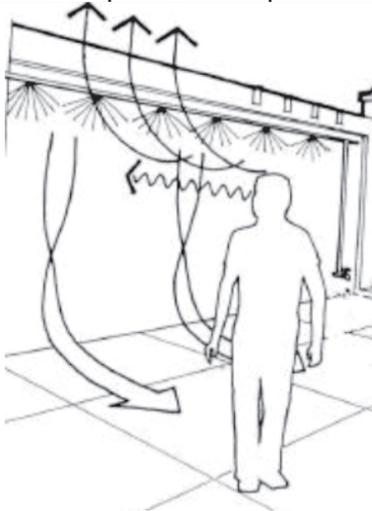
Fonte: Lamberts, 2013.

A escolha adequada do sistema de ventilação consiste numa importante estratégia bioclimática a ser aplicada no projeto, pois é por meio dele que se controla a temperatura, a umidade do ar e a higienização nos ambientes.

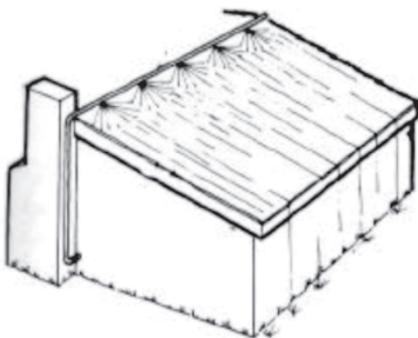
## ESTRATÉGIAS DE RESFRIAMENTO EVAPO-RATIVO

Segundo Lamberts (2005), o resfriamento evaporativo é uma estratégia utilizada para aumentar a umidade relativa do ar e diminuir a sua temperatura. O resfriamento evaporativo pode ser obtido de forma direta ou indireta (figura 10).

**Figura 10:** Resfriamento Evaporativo Direto e Indireto – Perspectivas Esquemáticas



Resfriamento Evaporativo Direto com Microaspersão de Água no Ar



Resfriamento Indireto Através da Cobertura

Fonte: Lamberts et al., 2005 org. autores.

De forma direta, ocorre pela entrada de fluxo de ar úmido, induzido de forma natural para dentro da edificação ou por sistema mecânico, podendo também originar-se pelo resfriamento do ar externo, por evaporação de água, intro-

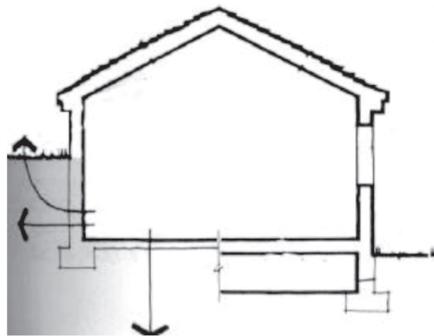
duzida para dentro da edificação. Neste caso, a temperatura do ar interno é reduzida, porém o seu conteúdo de umidade aumenta. De forma indireta, o resfriamento indireto ocorre quando utiliza-se, por exemplo, isolamento da cobertura com a introdução de tanques de água, ou mesmo ao borrifar água sobre o telhado. São práticas que não resultam em aumento da umidade dentro do ambiente interno (ANDRADE, 1996, p.45).

O uso de vegetação, de fontes d'água ou de outros recursos que resultem na evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar constituem-se exemplos de formas diretas de resfriamento evaporativo. Pode-se obter uma forma indireta por meio de tanques d'água sombreados executados sobre a laje de cobertura (LAMBERTS et al., 2005, p.27).

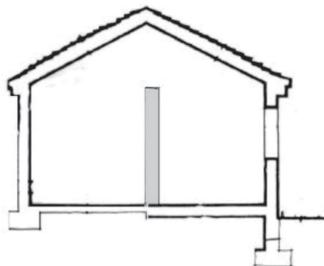
## ESTRATÉGIAS DE MASSA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO

A utilização de componentes construtivos com massa térmica (também chamada por alguns autores inércia térmica, ou ainda, capacidade térmica) superior faz com que a amplitude da temperatura interior diminua em relação a exterior, ou seja, os picos de temperatura verificados externamente não serão percebidos internamente (LAMBERTS, et al., 2005, p.28).

Segundo Andrade (1996), a massa térmica é responsável pelo retardamento da transferência de calor externo para dentro da edificação, pois utiliza grande parte deste calor para aquecimento da própria massa de sua envoltória, mantendo o ambiente interno com a temperatura mais baixa (menor pico) durante o dia. À noite, o calor armazenado na massa por reirradiação transfere-se tanto para o ambiente externo quanto para o interno. Pode-se dizer que ocorre mudança do fluxo de troca de calor (resfriamento), no final do dia. Este resfriamento é mais rápido na massa leve do que na massa pesada, que armazenou maior quantidade de energia térmica, solicitando maior tempo para descarregá-la (figura 11).

**Figura 11:** Massa Térmica para Resfriamento – Cortes Esquemáticos

Solo como Estratégia de Massa Térmica para Resfriamento



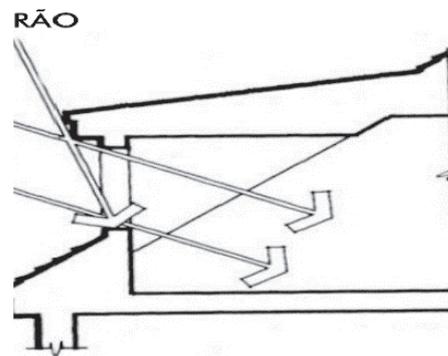
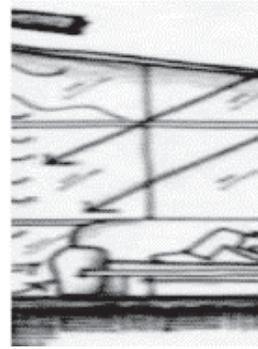
Paredes com Massa térmica e sombreadas proporcionam resfriamento no ambiente

Fonte: Lamberts et al., 2005 org. autores.

Componentes construtivos com elevada capacidade térmica são indicados para climas quente e seco nos quais a temperatura atinge valores muito altos durante o dia e extremamente baixos durante a noite. Nesses casos, a capacidade térmica do componente permite o atraso da onda de calor fazendo com que este calor incida no ambiente interno apenas no período da noite, quando existe a necessidade de aquecimento (LAMBERTS, et al., 2005, p.28).

## ESTRATÉGIAS DE AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO

Segundo Lamberts (2005), o aquecimento solar passivo deve ser adotado para os casos com baixa temperatura do ar. Recomenda-se que a edificação tenha superfícies envidraçadas orientadas para o sol e aberturas reduzidas nas fachadas que não recebem insolação para evitar perdas de calor. Essa estratégia pode ser conseguida mediante orientação adequada da edificação e de cores que maximizem os ganhos de calor, por meio de aberturas zenitais, de coletores de calor colocados no telhado e de isolamento para reduzir perdas térmicas (figura 12).

**Figura 12:** Aquecimento Solar Passivo – Cortes Esquemáticos

Fonte: Lamberts, 2013 org. autores.

O aquecimento solar passivo pode ser por meio de ganho de calor de tipo direto, como, por exemplo, por meio de janelas com vidro, claraboias, entre outros, ou com a estocagem térmica de calor pela massa das paredes, desde que com orientações favoráveis à insolação. Os sistemas de aquecimento solar passivo, de tipo indireto, são descritos por vários pesquisadores, provenientes da aplicação de tecnologia mais atual. Exemplos são dados, como a utilização de serpentinas com água e vidros, associados à alvenari, que formam sistemas mais complexos de captação e estocagem de energia solar, destinados a regiões mais frias. Porém, observa-se que a instalação de qualquer um destes sistemas tem que ser justificada pela relação de custo/benefício, ou mesmo o acesso a esta tecnologia e sua viabilidade (ANDRADE, 1996, p.49).

## CONCLUSÃO

No Brasil, a construção civil tem se mostrado um setor fundamental e promissor no desenvolvimento econômico do país. Em contrapartida, o processo de urbanização tem corroborado à degradação socioambiental. De modo geral, o rompimento do paradigma da sustentabilidade, marcado pelo empirismo e tradiciona-

lismo, encontra dificuldades tecnológicas e mercadológicas que comprometem sua viabilidade e a respectiva difusão.

O projeto bioclimático apresenta-se como um estudo multidisciplinar, com uma abrangência ampla, cujos aspectos de uma edificação e o ambiente na qual está inserida, apresentam uma série de variáveis, que ao se interrelacionarem, por meio de respostas diversas, compõem-se harmoniosamente visando a obtenção de conforto (ANDRADE, 1996, p.117).

Neste sentido, a identificação das estratégias bioclimáticas mais adequadas é o primeiro passo na busca de soluções sustentáveis, no que cabe ao projetista. Segundo Andrade (1996) deve-se ressaltar que além das estratégias, a urbanização, a orientação, a forma, o volume, as propriedades das superfícies, dentre outros aspectos, são temas amplos para outros estudos.

A cerca do método adotado, embora Givoni considere a aclimação na definição dos limites de conforto, não esclarece em seu trabalho sobre qual estratégia utilizar quando as condições climáticas caem sobre as áreas de interseção de duas ou mais zonas de estratégias (BOGO et al., 1994, p. 74). Portanto, mostra-se limitado no estudo de duas estratégias para a cidade de Umuarama - PR que unem ventilação, massa térmica para resfriamento e resfriamento evaporativo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. 1996. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Desperdício de energia gera perdas de R\$ 12,6 bilhões**, s/d. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia da sustentabilidade na arquitetura**: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo: Prata Design, 2012, 132 p.

BOGO, A. et al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Relatório interno (02/94), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1994.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2005, 244 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Médias Históricas de Umuarama**, 2015. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Umuarama.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Umuarama.htm)>. Acesso em: 10 mai. 2016.

INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA. **Clima**, s/d. Disponível em <<https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima>>. Acesso em: 05 set. 2016.

LANHAM, A.; BRAZ, R.; GAMA, P. **Arquitetura Bioclimática: perspectivas de inovação e futuro**. In: Seminários: Desenvolvimento Sustentável & Inovação. 1 ed. Portugal: IST Press, 2007, 66 p.

LAMBERTS, R. et al. **Desempenho térmico de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005, 42 p.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações: Avaliação Bioclimática**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013, 122 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construções e Reformas Particulares Sustentáveis**. Moradias Sustentáveis: Economia e Durabilidade. Cadernos de Consumo Sustentável - Construções, 2013, 9 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Estratégias Bioclimáticas: Avaliação Bioclimática**. Laboratório de Conforto Ambiental, UFSC, Santa Catarina, s/d. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/431.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

VETORAZZI, E.; RUSSI, M.; SANTOS, J. C. P. **A utilização de estratégias passivas de conforto térmico e eficiência energética para o desenvolvimento de uma habitação unifamiliar**. In: Congresso Internacional: Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Universidade Fe-

deral de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010, 10 p.

**ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA  
PROYECTO ARQUITECTÓNICO EN LA CIUDAD  
DE UMUARAMA - PR**

**RESUMEN:** La sostenibilidad es una demanda de la sociedad contemporánea en el carácter agotable de los recursos naturales. Cuando se aplica a la arquitectura, está directamente relacionada con el concepto bioclimático, que es la mejora del confort térmico y reducir al mínimo el consumo energético del edificio a través del análisis del contexto climático en que el opera. Buscando estrategias bioclimáticas correspondientes a diferentes contextos climáticos del planeta, muchos investigadores han intentado desarrollar métodos más eficaces, mediante el uso de las cartas bioclimáticas. Entre estos estudios, se presenta la carta bioclimática Givoni, que incluyó el perfil climático de los países en desarrollo y por eso se ajusta a Brasil. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo enumerar estrategias bioclimáticas para el diseño arquitectónico teniendo en cuenta las variables climáticas de la ciudad de Umuarama - PR.

**PALABRAS CLAVE:** Arquitectura Bioclimática; Carta Bioclimática de Givoni; Confort Térmico; Eficiencia Energética; Sostenibilidad.