



Os benefícios da arquitetura bioclimática no conforto e na economia energética

**José Iraildo da Silva Junior¹, Karina Magalhães Ratkievicius¹, Kenya Maria Porcina da Silva¹,
Laísila Marrocos Bezerra², Marcos Henrique Cândido Carvalho¹, Samuel Marinheiro de Souza
Melo¹**

¹Alunos do 2º ano do curso técnico integrado de Edificações – Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Bolsistas do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos. e-mail: samuellmarinheiro@hotmail.com

²Aluna do 2º ano do curso técnico integrado de Edificações – Instituto Federal do Rio Grande do Norte. e-mail: laislambezerra@hotmail.com

Resumo: A utilização de energia elétrica em massa vem sendo um dos grandes fatores geradores não somente dos problemas ambientais, mas também financeiros. Isso se revelou em evidência com a utilização de aparatos eletrônicos que consomem quantidades elevadas de energia elétrica e que não apresentam a capacidade esperada em edificações não projetadas adequadamente conforme o clima onde o espaço geográfico não propicia o aproveitamento dos fatores ambientais na obtenção do conforto térmico dos ocupantes. Em função disso, a arquitetura bioclimática utiliza elementos arquitetônicos para aquisição de bem-estar e busca a otimização do uso dos recursos naturais, baseando-se em quatro princípios básicos: criação de espaços em ambiente saudável para os moradores e usuários; eficiência energética e consideração do ciclo de vida da estrutura edificada; minimização de desperdícios e uso de fontes renováveis de energia e materiais que não agredam o meio ambiente. Portanto, a arquitetura bioclimática surgiu como alternativa para o conforto térmico, através da aplicação de seus métodos, construímos projetos arquitetônicos inteligentes e ecologicamente corretos; tendo em vista a especificidade climática, evitando ao máximo o consumo de energia elétrica, diminuindo assim os gastos e proporcionando um ambiente mais confortável e funcional aos seus ocupantes.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática, energia, conforto

1. INTRODUÇÃO:

A elevada e em constante aceleração do consumo de energia elétrica revelou-se um grande problema dos dias atuais, tendo em vista que causa prejuízos não só de caráter financeiro, mas também ambiental. A falta de conhecimento sobre o próprio clima remete à construção de “modelos padrões” de edificações que são fundadas sem a devida adequação ao clima local, que pouco usufruem dos fatores naturais para proporcionar conforto para seus ocupantes. Estes, por sua vez, recorrem a medidas para solucionar, ou ao menos atenuar tais desconfortos gerados por construções projetadas sem a cautela necessária. Os métodos tidos pelos ocupantes como solução para tais problemas geralmente consistem na utilização de aparelhos eletrônicos que consomem enormes quantidades de energia elétrica e, por vezes, não executa o desempenho esperado, remetendo a investimentos sem retorno e a sérios impactos ambientais.

Diante de tais circunstâncias, técnicas têm sido analisadas e executadas em áreas da construção civil e da arquitetura, tendo como foco o máximo conforto possível dentro de parâmetros ambientais, tornando desnecessário, ou ao menos de menor utilidade, a obtenção e o uso de



objetos adquiridos com esse fim. Hoje, com a grande divulgação e o apoio massivo de inúmeros setores da sociedade, a sustentabilidade tem tomado grandes dimensões e exercido papel fundamental, proporcionando consigo, no caso da arquitetura, além de economia energética, menos gastos financeiros. Baseado nessas medidas, o presente projeto tem por objetivo a conscientização da sociedade e dos profissionais do ramo da Engenharia Civil conjuntamente ao ramo da Arquitetura sobre a imprescindibilidade do conhecimento aprofundado da região onde se fundarão edificações e, assim, apresentar métodos eficientes de conforto do ambiente, seja ele térmico, luminoso ou de outros gêneros, que obtenham um melhor desempenho utilizando principalmente os fatores naturais de cada localidade, de forma específica para as mesmas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

Neste artigo, foram utilizados conhecimentos adquiridos pelo curso técnico integrado em Edificações o qual está sendo exercido no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Mossoró. Esse embasamento foi realizado por meio do conteúdo adquirido na grade curricular, na qual se obteve uma visão geral da Arquitetura e como a adequada utilização da mesma pode proporcionar condições favoráveis à edificação. Objetivando maior aprofundamento em tal temática, também foram consultados levantamentos bibliográficos em nossos projetos do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos, os quais são centrados na Arquitetura Bioclimática, atribuindo, assim, uma visão mais abrangente desse ramo e como suas técnicas podem ser aplicadas nas edificações desde a fase de projeção. Na descrição e caracterização dos climas brasileiros, recorreu-se a sites de pesquisas populares, porém ponderando as informações neles contidas e as comparando, identificando, assim, algumas informações duvidosas e incomuns, descartando-as. Na pesquisa sobre os métodos de arquitetura bioclimática aplicáveis a cada clima foi imprescindível a consulta e embasamento em sites específicos, os quais tratavam predominante ou totalmente de tais temas, além de modelos de aula e artigos científicos de conceituadas universidades brasileiras. Todo o material obtido foi organizado conjuntamente e adaptado à norma padrão da língua e aos requisitos apresentados pelo CONNEPI, por meio do Modelo de Artigo, disponível no site do Congresso, para a elaboração de um projeto de caráter apresentativo, com a finalidade de propor a construção de edifícios menos dependentes de aparatos que fazem uso de energia elétrica. Além de explicar tais métodos, foi de suma importância a divisão dos mesmos em algum critério, tendo em vista que nenhum destes é aplicável uniformemente a qualquer edificação. Neste caso, achou-se conveniente tal classificação de acordo com os climas brasileiros, sendo, portanto, os brasileiros, o público-alvo. A escolha de tal temática se deu, principalmente, por se acreditar que, atrelando ideias sustentavelmente inspiradas (que concomitantemente geram benefícios pessoais) e inserindo tais hábitos na nossa cultura, podemos demonstrar que é possível o avanço tecnológico, econômico e social sem que haja a degradação do nosso meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A inserção gradual de técnicas baseadas em princípios sustentáveis na área de arquitetura e construção civil gerou benefícios de grandes dimensões tanto nestas áreas quanto nos setores energéticos. T tamanha contribuição é exercida através de elementos arquitetônicos, que usufruem dos fatores climáticos da localidade para uma maior obtenção de conforto tornando

prescindível o uso de aparelhos eletrônicos. O problema reside no fato de alguns desses aparelhos consumirem uma considerável quantidade de energia, devido ao seu uso contínuo e, mesmo, à sua capacidade de consumo normal. Por ser um país de dimensões continentais, o Brasil é detentor de uma vasta quantidade de climas, que se alterna de acordo com a região. A arquitetura deve, portanto, se adequar a cada ambiente sobre as quais as edificações são fundadas, evitando futuras possíveis complicações em sua estrutura ou no conforto e bem-estar de seus ocupantes. É de suma importância o conhecimento aprofundado de cada um desses climas que, no Brasil, se distinguem basicamente em:

- Equatoriais: compreende toda a Amazônia e grande parte da região Norte e possui temperaturas médias entre 24°C e 26°C com amplitude térmica anual de até 3°C. Nesta região a chuva é abundante e bem distribuída. Em Boa Vista, a incidência do uso de energia elétrica é de 46% no setor residencial e 31,4% no setor de atividade. Esse consumo se justifica, principalmente, na insuficiente interação edificação-ambiente. As construções indígenas, resultante da relação entre o homem e o ambiente equatorial por centenas ou milhares de anos, proporcionam importantes informações sobre como é possível residir nesse tipo de clima sem, ou ao menos com menor uso de climatização artificial, como demonstra a Figura 1.

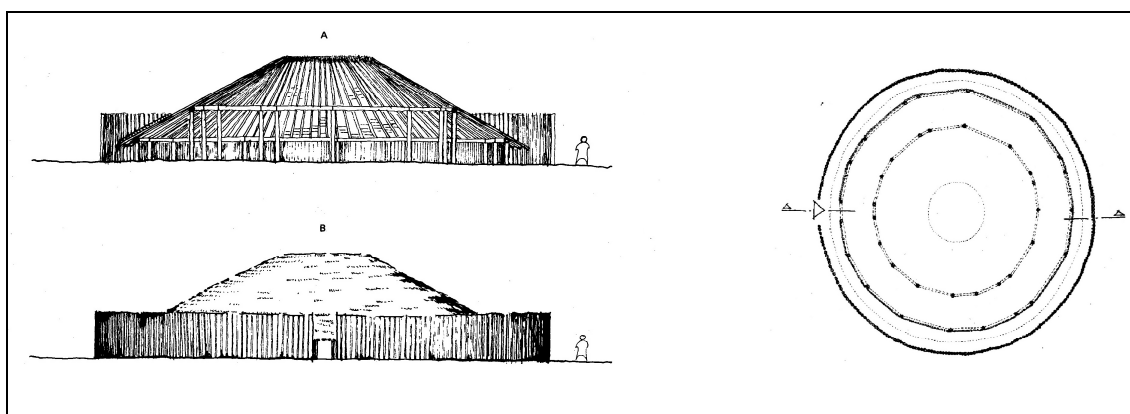


Figura 1 – Corte (A), vista lateral (B) e planta baixa (à direita) de uma maloca indígena. O telhado inclinado facilita o escoamento das águas pluviais e a ventilação interna, que também é induzida por meio do círculo “aberto” no ápice da maloca

Fonte: Relatório da pesquisa – Documentação fotográfica (p. 05)

Alguns métodos bioclimáticos aplicáveis a esse clima são:

- Reutilização da água da Chuva através de captação de calha, passando por filtragem e armazenamento em cisternas próprias para a irrigação de jardim, descarga sanitária, lavagem de calçadas, entre outros;
- Projetação de coberturas com maior distância do próprio edifício, facilitando a entrada e circulação do ar, proporcionando ventilação suficiente;

- Beirais mais amplos, que formam ângulos de sombra, eliminando, assim, a radiação direta no ambiente interno sem comprometer a iluminação.

- Tropical semiúmido e Tropical de altitude: em comunhão, abrangem grande parte do território brasileiro. Nas regiões de clima tropical semiúmido (ou simplesmente tropical) o verão é quente e chuvoso e o inverno é quente e seco. Apresentam temperaturas médias acima de 20°C e amplitude térmica anual de até 7°C. Já o clima tropical de altitude apresenta médias de temperaturas mais baixas que o tropical, ficando entre 15°C e 22° C. É predominante nas partes altas do Planalto Atlântico do Sudeste, estendendo-se pelo centro de São Paulo, centro-sul de Minas Gerais e pelas regiões serranas do Rio de Janeiro e Espírito Santo. As chuvas se concentram no verão, sendo o índice de pluviosidade influenciado pela proximidade do oceano. O vento é importante para a renovação do ar e para o conforto térmico em regiões com clima quente-úmido. Em lugares com clima tropical de altitude (quente-úmido no verão e quente-seco no inverno), buscando sustentabilidade e conforto térmico, o espaço urbano deve permitir a ventilação no interior dos edifícios na estação quente-úmida, quando a temperatura externa não for maior do que a interna e , controle da ventilação na estação quente-seca. Tendo em vista isto, os métodos básicos da arquitetura bioclimática que podem ser adotados nessas regiões são:

- Projetação de edifícios mais altos e com coberturas mais distantes das paredes, orientando a passagem e circulação de ar no ambiente interior, ocasionando, assim, a renovação constante do ar.

- Plantação de árvores próximas à construção, devido à insuficiência da proteção dos beirais em algumas regiões durante determinados períodos. O sombreamento por arborização, além de sombrear o edifício sem bloquear a luz natural, permite a incidência ideal do sol no inverno, quando há a queda das folhas, como está representado na Figura 2.

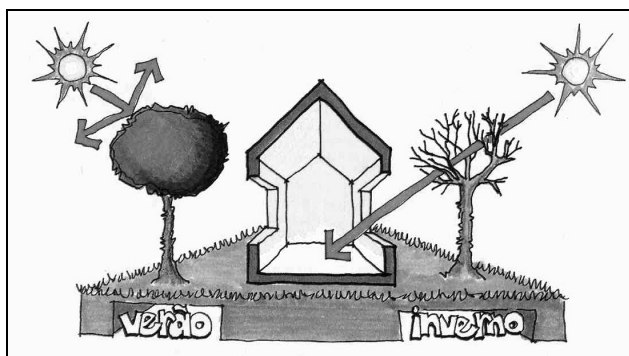


Figura 2 – Incidência de radiação solar sobre residência com sombreamento arbóreo em diferentes estações do ano

Fonte: Economia de Energia na Arquitetura

- Fazer uso de mecanismos que aproveitem a iluminação de forma que haja um equilíbrio entre a incidência de luz no ambiente e a transmissão de calor, como por exemplo, as



“brise soleils”. Sua principal função é controlar a entrada dos raios solares, de modo adequado ao horário e a região, proporcionando mais conforto aos usuários.

• Tropical úmido: abrange o litoral leste da região Nordeste e o trecho Norte do litoral da região Sudeste. Clima quente, porém chuvoso, com muita vegetação e pouca diferença de temperatura entre o dia e a noite. Nestes ambientes as medidas que remetem a maiores graus de conforto tem por objetivo principal a proteção parcial contra a chuva, que provoca infiltrações e inúmeros problemas, como acumulação de água em calhas, o que pode implicar na atração e alojamento de mosquitos, por exemplo. Alguns desses métodos se resumem em:

- Construção de casas perto de morros ou elevações onde há mais movimento de ar;
- Tetos bem inclinados para que a água da chuva escorra;
- Casas separadas para que a brisa entre e circule, proporcionando boa ventilação;
- Varandas abertas em volta da casa para protegê-la da chuva;
- Cores de tonalidades claras utilizadas no ambiente externo atenuam o ganho térmico através das fachadas e, internamente, permitem maior reflexão da luz natural, numa contribuição à eficiência energética da edificação.

• Semiárida: caracteriza-se por elevadas temperaturas e chuvas irregulares, mal distribuídas e escassas durante todo o ano. Abrange quase todos os estados do Nordeste brasileiro e o norte de Minas Gerais. Em tais regiões, a arquitetura bioclimática deve ter como finalidade principal o isolamento térmico interno, um maior aproveitamento dos ventos menos quentes, a diminuição da incidência de radiação solar e o sombreamento na maior parte do dia, quando as temperaturas se encontram mais elevadas. Na Tabela 1 estão representados os elementos de uma edificação e sua contribuição térmica para com a mesma.

Tabela 1 – Os elementos e sua contribuição (em %) para o calor da edificação.

Elemento	Contribuição de calor
Parede externa	9%
Abertura	63%
Ocupantes	7%
Iluminação artificial	10%
Equipamentos	7%
Infiltração	4%

Fonte: Economia de Energia na Arquitetura

Com base nesses dados, é possível concluir que as aberturas são as maiores transportadoras de calor para o ambiente interno, devendo, portanto, ser as mais protegidas possíveis da incidência



de ventos que, nessas regiões, são geralmente quentes. Em virtude dessas condições, a arquitetura bioclimática nessas regiões pode adotar medidas como:

- Proteger as edificações contra os ventos quentes e a isolação excessiva, mantendo um ambiente arejado;
- Revestir as paredes com tintas de colorações claras, que têm menor capacidade de retenção de calor, irradiando grande parte dos raios incidentes sobre tais construções;
- Utilizar o sombreamento de telhados, paredes e espaços exteriores, uso da vegetação e criação de pátios internos arborizados.
- Maior uso de materiais construtivos, erguendo, por exemplo, paredes mais espessas gerando inércia e retardo térmico para um maior e mais duradouro conforto no interior dos ambientes;
- Conhecer os conceitos de transmissão de calor e o comportamento térmico da edificação para dimensionar e especificar de forma correta as aberturas e os materiais a serem usados na construção.
- As janelas devem ser devidamente posicionadas, de forma a captar melhor os ventos menos quentes e a luz solar. Destaca-se também que devem ter tamanho adequado a sua região para assim controlar o calor dentro da edificação.

• Subtropical: está presente na região metropolitana de São Paulo, Vale do Ribeira, Campinas, Paraná, Santa Catarina, norte do Rio Grande do Sul e sul do Mato Grosso do Sul. Caracteriza-se por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos com médias anuais de 16°C a 20°C, chegando a gear e até nevar em algumas áreas durante o inverno. As chuvas são bem distribuídas durante todo o ano. Em áreas subtropicais a atenção é para a não exposição aos ventos que, em sua maioria, são frios. A ideia principal da arquitetura bioclimática no clima subtropical é, predominantemente, a conservação do calor no ambiente interno pelo maior tempo possível, evitando assim o aquecimento artificial. Tais métodos podem ser listados em:

- Manutenção do calor produzido dentro dos ambientes e a exclusão do clima externo em períodos mais frios através de paredes mais espessas. Esse processo é denominado inércia ou retardo térmico, em que a parede retém grande parte do calor, impedindo que este se dissipe no ambiente externo;
- Proteção contra ventos. As aberturas devem existir apenas para o acesso e renovação do ar, e ser muito bem protegidas da direção dos ventos;
- Nas áreas onde o frio é realmente intenso, o ideal é paredes com pedras, madeira e painéis de terra e com uma inclinação maior no teto, possibilitando à chuva (ou neve, em alguns casos) descer.

Para maior compreensão sobre as regiões brasileiras abrangidas por cada clima aqui representado, segue, na figura 3, o mapa climático do Brasil.

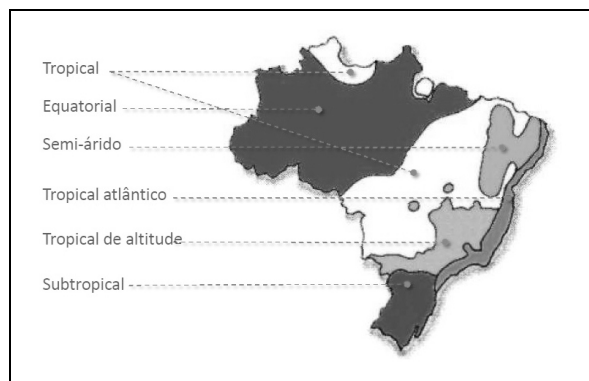


Figura 3 – Mapa climático brasileiro

Fonte: LABEE Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

6. CONCLUSÃO

Um dos fundamentos que contribuem para a construção de uma edificação bioclimática é a compreensão de que não existe uma solução perfeita e aplicável a todas as situações, mas sim mecanismos que devem ser selecionados no sentido de se encontrar uma alternativa adequada para determinado local. A partir de tal entendimento, é possível concluir que a arquitetura bioclimática ainda possui limitações e desvantagens como, em casos específicos, um maior custo na aquisição de materiais para esses tipos de construção, por exemplo. Tais desvantagens são de dimensões desprezíveis tendo em vista que a parte massiva dos métodos bioclimáticos é executada no momento da projeção e os benefícios econômicos gerados tanto de ordem financeira quanto ambiental, além do conforto, tornam, na maioria das vezes, os investimentos bem aplicados e compensáveis. Porém, nos dias atuais, a conscientização do conhecimento aprofundado do clima de cada edificação e sua adaptação ao mesmo não é tão difusa e popularizada quanto deveria, necessitando, portanto, ter maior divulgação e incentivo por parte da sociedade em virtude de sua importante função na fundação de edificações mais confortáveis, econômicas e ecológicas.

REFERÊNCIAS

CORBELA, Oscar; CONER, Viviane. **Manual de Arquitetura tropical para a redução de consumo energético**. [1.ed.] Raven, 2011.

DUTRA, L.; LAMBERTS, R.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. [2.ed.] São Paulo: PW, 2005.

FARIA, Caroline. Arquitetura Bioclimática. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/arquitetura/arquitetura-bioclimatica/>>. Acesso em: 05 jul, 2012, 13:13:07



FONSECA, Ingrid C.L. et al. **Arquitetura moderna e conforto ambiental nos trópicos – diretrizes aplicáveis a casas de Lucio Costa na Gávea, Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://www.docomomo.org.br/seminario%208%20pdfs/043.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2012, 12:17:03.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico de edificações.** Disponível em<<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161%20Aula%203%20-%20Arquitetura%20e%20Clima.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2012, 22:09:10.

RELATÓRIO da pesquisa – **Estudo dos usos finais de energia elétrica e avaliação do sistema elétrico de Boa Vista – RR.** Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/1998/Sistema%20El%20trico%20de%20Boa%20Vista-RR.PDF>>. Acesso em: 20 mai. 2012, 09:31:55.

SANTOS, Bruno Corsi dos et al. **Climatização de Ambientes.** Disponível em: <<http://arqbio.awardspace.com/>>. Acesso em: 18 mai. 2012, 11:03:43.

SOUZA, Valéria Morais Baldoino de. **A influência da ocupação do solo no comportamento da ventilação natural e na eficiência energética em edificações: estudo de caso em Goiânia - clima tropical de altitude.** Disponível em: <<http://www.academicoo.com/artigo/a-influencia-da-ocupacao-do-solo-no-comportamento-da-ventilacao-natural-e-na-eficiencia-energetica-em-edificacoes-estudo-de-caso-em-goiania-clima-tropical-de-altitude>>. Acesso em: 15 jun. 2012, 23:09:57.