

# A UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA VISANDO A RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES RURAIS

SOUZA, Cássia Rafaela Brum<sup>1</sup>  
NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo<sup>2</sup>  
SOUZA, Samuel Nelson Melegari<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente artigo trata da investigação de construções que contenham elementos arquitetônicos que beneficiem quem nela habite, ligado às questões de conforto térmico, adaptando-se às novas restrições atuais, seguindo os princípios da arquitetura bioclimática como estudo passivo da energia. Tem como desenvolvimento uma abordagem histórica, voltada para a utilização da energia no Brasil e suas fontes, bem como a evolução e usos das edificações rurais, com a investigação do possível ganho energético quando utilizados elementos arquitetônicos para a minimização dos efeitos térmicos nos ambientes destas edificações. Quando se pensa em ganhos energéticos ou autonomia energética para o projeto arquitetônico, seja ele para construções urbanas ou rurais, deve-se pensar além da economia, no conforto térmico e no sistema construtivo mais adequado para se chegar a estes resultados. Preocupação maior quanto a estes itens, sobressai-se em projetos rurais, onde a qualidade do ambiente construído interfere diretamente nos ganhos energéticos, tendo a possibilidade de geração de energia através de fontes renováveis e não convencionais como parte integral da edificação. Diante do exposto, o presente artigo mostra como a utilização de elementos da arquitetura bioclimática pode beneficiar a racionalização de energia com foco nas edificações rurais, pois acredita-se que resgatando estas premissas de projeto pode-se obter bons resultados relacionados à conforto térmico nas edificações, bem como racionalização de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** arquitetura bioclimática, racionalização de energia, sustentabilidade.

## ARCHITECTURE ELEMENTS OF USE BIOCLIMATIC AIMED AT RATIONAL ENERGY IN RURAL BUILDINGS

## ABSTRACT

This article deals with the research constructs containing architectural elements that benefit inhabitant, related to thermal comfort issues, adapting to the new current restrictions, following the principles of bioclimatic architecture as a liability study of energy. Its development a historical approach, focused on the use of energy in Brazil and its sources, and the development of rural buildings and uses, with the investigation of the possible energy gain when used architectural elements to minimize the thermal effects in the environments of these buildings. When thinking about energy savings or energy autonomy for architectural design, be it for urban or rural buildings, should think beyond economics, thermal comfort and building system most suitable to achieve these results. Major concern about these items, stands in rural projects, where the quality of the built environment directly interferes with the efficiency gains, and the possibility of power generation from renewable sources and unconventional as an integral part of the building. Given the above, this article shows how the use of elements of bioclimatic architecture can benefit focus with energy conservation in rural buildings, as it is believed that rescuing these design assumptions can get good results related to thermal comfort in buildings and rationalization of energy.

**KEYWORDS:** bioclimatic architecture, energy conservation, sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

Hoje os edifícios são os principais responsáveis pelos impactos causados à natureza, pois consomem mais da metade de toda a energia usada nos países desenvolvidos e produzem mais da metade de todos os gases que vem modificando o clima. Devido à dificuldade de acesso aos novos processos de criação e desenvolvimento de novas técnicas de beneficiamento energético disponíveis no mercado, o produtor rural, acaba optando por soluções nem sempre adequadas às suas necessidades, pois o mesmo, não possui conhecimentos relativos aos princípios bioclimáticos, os quais podem imprimir algumas características formais e funcionais à edificação, favorecendo o processo de conversão de energia tornando sua edificação mais eficiente energeticamente que outras, aliando o conforto a uma demanda menor de energia. Para tanto, cabe o seguinte questionamento: é possível utilizar conceitos da arquitetura bioclimática por meio de elementos arquitetônicos, em benefício do animal e do homem que desenvolve seus trabalhos no meio rural, e que os mesmos, além de reduzir o consumo energético possam tornar a edificação energeticamente autônoma?

<sup>1</sup> Arquiteta e Urbanista / Especialista em Docência do Ensino Superior / Professora no curso de Arquitetura e Urbanismo Fag – Faculdade Assis Gurgacz / Mestranda em Engenharia Energia na Agricultura. Unioeste / Cascavel-Pr. [cassiarbrum@hotmail.com](mailto:cassiarbrum@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina / Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa / Professor no Mestrado de Engenharia de Energia na Agricultura. Unioeste / Cascavel-Pr. [cecn1@yahoo.com.br](mailto:cecn1@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP / Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia / Professor no Mestrado de Engenharia de Energia na Agricultura. Unioeste / Cascavel-Pr. [Samuel.souza@unioeste.br](mailto:Samuel.souza@unioeste.br)

## 2. PANORAMA SÓCIO-ECONÔMICO ENERGÉTICO

Desde a segunda metade do século XIX, a energia desempenha papel fundamental na engrenagem da sociedade industrial moderna, movimentando inúmeros sistemas e equipamentos que, só no caso dos motores elétricos, consomem aproximadamente dois terços de toda a eletricidade produzida no mundo (EREC, 2010).

Países desenvolvidos, como Estados Unidos e países europeus, para alcançarem altos índices necessitaram de energia, e para tal feito, com o Brasil não é diferente. Para cumprir tal desafio, é necessário levar em conta o extraordinário quadro de desafios em que se insere o debate sobre o assunto nos dias atuais. Questões já conhecidas como problemas com o aquecimento global e com as mudanças climáticas, juntamente à constante guerra pelo controle dos estoques de petróleo e gás, aumentam ainda mais as discussões sobre o uso de combustíveis fósseis na matriz energética, os quais precisam ser reduzidos drasticamente seu uso até serem descartados totalmente, devido ao seu alto índice de emissões de gases de efeito estufa provenientes da sua utilização (EREC, 2010).

E neste ponto surge o seguinte questionamento: estamos preparados para alcançar a autonomia energética, de maneira ambientalmente correta e de forma economicamente viável? Para tanto, é necessário saber como garantir o aumento da demanda energética para um país em fase de crescimento econômico como o Brasil, e evitar que mais uma vez o caminho escolhido pra enfrentar tais desafios seja o mais tortuoso, fazendo com que cheguemos aos resultados esperados atrasados, enquanto outros países já o alcançaram num passado bem próximo.

Segundo Leitão (2010), diretor de campanhas do Greenpeace, por falta de uma política que incentive o uso de energias renováveis e limpas, estão abandonados em nossos canaviais um potencial de geração de 28 mil megawatts, o equivalente a duas Itaipu, de acordo com a União de Indústria de cana-de-açúcar - Única. E o país que poderia ser conhecido como a civilização da biomassa, desperdiça a oportunidade de liderar a revolução tecnológica, com seu emprego em escala mundial como substituto dos combustíveis fósseis, sem contar no potencial eólico e solar, que por sua vez, ainda nem começou a ser explorado de maneira apropriada.

Cerca de 41,0% da Oferta Interna de Energia (OIE) tem fontes renováveis no Brasil, e do valor total da participação da energia renovável, 12,5% corresponde a geração hidráulica e 16,1% a biomassa da cana, 8,3% da lenha e carvão vegetal e 4,2% de lixo e outras renováveis, enquanto o restante da OIE, ou seja, 59,0% vêm de fontes fósseis e de outras não renováveis (EPE, 2014).

Partindo do pressuposto que energia renovável vem de recursos renováveis, naturalmente reabastecidos, proveniente do sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica, algumas podem ser exploradas intensivamente, assim como a biomassa, produzida por meio de tecnologias modernas, como o álcool e a energia eólica, que atualmente representam cerca de 2,2% no consumo mundial. Tal expectativa baseia-se na diversificação das fontes de suprimento, as quais devem ser garantidas por um longo prazo de duração, na redução de emissões que afetam o meio ambiente a nível local, regional e global, na descentralização na geração de empregos, os quais incentivam a permanência da população na zona rural evitando a migração para os grandes centros, como é o caso da América Latina, e a segurança no deslocamento dos suprimentos energéticos, através de sistemas de transporte compartilhados e de boa qualidade.

De acordo com o INEE (Instituto Nacional de Eficiência Energética) 2013, na sociedade moderna, qualquer atividade só é possível com o uso de uma ou mais formas de energia, e essa energia é empregada intensamente na sociedade em geral e em todas as atividades que se produz. Começa neste ponto, a necessidade de utilizá-la de modo inteligente e eficaz e entre as suas diferentes formas interessam, em particular, aquelas que são processadas pela sociedade e colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias, e entre estas citamos a energia elétrica. Podemos afirmar com segurança que a energia elétrica é vital ao bem-estar do ser humano e ao desenvolvimento econômico no mundo contemporâneo, e seu uso racional possibilita um benefício qualitativo na vida do indivíduo que dela usufrui, gerando consequentemente, crescimento econômico, emprego e competitividade. Sendo assim, uma Política de Ação referente à Eficiência Energética tem como princípio o emprego de técnicas e práticas capazes de promover o uso “inteligente” da energia, a fim de, reduzir os custos e produzir ganhos de produtividade e de lucratividade, na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

E partindo do sentido de que a mudança pode ocorrer do menor para o maior, do micro para o macro, voltemos nossos olhares para região Oeste do Paraná, a qual tem vocação agrícola, com solos férteis e agroindústrias integradas aos produtores rurais, e potencial quantidade de resíduos que podem ser convertidos em bioenergia (GALINKIN, 2009).

Segundo Frota e Schiffer (1999), quando tratamos de eficiência energética e ganhos térmicos, devemos também salientar a inércia térmica, a qual interfere diretamente no comportamento da edificação no inverno e no verão, pois no inverno a inércia determina a capacidade de utilização dos ganhos solares e no verão influencia na capacidade da edificação em absorver os picos de temperatura através da transmitância. Ou seja, a inércia é a capacidade de contrariar as variáveis térmicas em seu interior, reduzindo a transferência ou transmissão de calor, fenômenos que ocorrem devido à sua capacidade de acumular calor nos elementos e materiais construtivos, e é a sua velocidade de transmissão ou transferência que determina a sua inércia.

Seguindo as premissas da arquitetura bioclimática, aliada aos conceitos de eficiência energética, podemos ter uma inércia térmica adequada em uma edificação, com elementos de adequado isolamento, assegurando o conforto térmico no interior do ambiente durante horas de maior temperatura e radiação solar no exterior e assim respectivamente, controlar o excesso de calor (ANDRADE, 1997).

Se por um lado, o projeto, deve atender às condições de conforto térmico e lumínico, por outro, ele pode contribuir para minimizar os gastos excessivos com a energia elétrica. Sob a ótica de otimização e ganhos energéticos e a perspectiva de consumo desagregado por usos finais em edificações de diversos usos, trabalhos de pesquisa realizados por Romero (1998) identificaram que 70% desse consumo eram direcionados à iluminação artificial e aos sistemas de refrigeração, enquanto que as premissas do projeto arquitetônico eram pouco ou nada, influenciadas por preocupações com a conservação da energia.

### **3. A INFLUÊNCIA DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA**

Os temas consumo e necessidades energéticas nas edificações passaram do debate e chegaram ao estudo de suas origens e formas de minimizá-los, e para tanto, deve-se investigar quais as estratégias mais eficazes para se chegar a um resultado satisfatório no desenvolvimento de projetos com foco na redução do consumo de energia.

Arquitetura bioclimática é reconciliar a forma, a matéria e a energia, com a ajuda de instrumentos-síntese, ou seja, utilizar dados bioclimáticos. Para tanto, é necessário que os profissionais responsáveis por projetar, compreendam o conforto ambiental, assim como tenham o conhecimento das inter-relações de três categorias de variáveis distintas: climáticas, humanas e arquitetônicas. (MASCARÓ, 1991)

Partindo dos princípios da arquitetura bioclimática, temos que uma edificação rural além de atender as necessidades básicas para que vem a servir, deve também ser simples e econômica e em fase projetual, seguir as premissas acima citadas, a fim de oferecer conforto com redução no consumo de energia. Nessa ótica, é necessário criar mecanismos e soluções para efetivar este processo, investindo esforços na fase inicial do processo de construção, ou seja, na fase projetual.

Na área da construção, o fascínio pela técnica e a inconsciência da esgotabilidade dos recursos conduziram a que as boas práticas ancestrais fossem sendo esquecidas, talvez por se pensar que a tecnologia poderia resolver todos os problemas. Entrou-se então numa época em que grande parte dos princípios básicos de construção foram sendo substituídos por interesses econômicos ou estéticos e onde foi necessário, para suplantar o desconforto causado, introduzir soluções tecnológicas tais como sistemas de iluminação e climatização artificiais. Isto levou a que os consumos energéticos dos edifícios, sobretudo em energia elétrica subissem em flecha, consumos totalmente desnecessários que poderiam ser diminuídos ou mesmo eliminados seguindo outras vias. (LENHAN, GAMA, BRAZ, 2004)

Segundo Silva et. al. (2012), um estudo sobre o clima local poderia evitar a reprodução de modelos padrões de edificações que, por vezes, são inadequados às condições ambientais do lugar, deixando a desejar em relação ao aproveitamento dos fatores naturais para ocasionar conforto. Desse modo, utilizam meios com gastos energéticos mais elevados visando atenuar incomodidades geradas por equívocos projetuais.

É necessário que o fazer arquitetônico não se dissocie dos preceitos de um projeto bioclimático, formulando uma arquitetura com excelência. Assim, é recorrente que a arquitetura contemporânea, dentro da visão epistemológica, vincule-se ao equilíbrio entre as proposições estéticas, tecnológicas, ao conforto do ser humano e meio ambiente ecológico. (MASCARELLO, 2005)

De acordo com Silva et. al. (2012), não há disseminação satisfatória do conhecimento aprofundado a respeito do clima para a adaptação de soluções sustentáveis nas edificações, assim também como isso deveria ser mais incentivado na sociedade devido a sua relevância econômica, ecológica e no conforto.

### **4. ESTRATÉGIAS PROJETUAIS**

Para Lamberts (2004), a eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço de baixo consumo de energia. Portanto, uma edificação é mais eficiente energeticamente que outra quando proporciona as mesmas condições ambientais com menos consumo de energia, o que leva-nos a pressupor que a arquitetura deve ser vista como um elemento que precisa ter eficiência energética.

Existem inúmeras estratégias arquitetônicas para alcançar uma eficiência energética e um conforto climático aceitável. Em residências elas podem ser facilmente aplicadas, porém Lamberts (*et al*, 1997), enfatiza que o arquiteto deve fazer uma pesquisa do clima e do local de inserção da nova edificação, para assim poder aplicar as intervenções corretas. Sendo que algumas estratégias para explorar o recurso natural do ambiente e utilizá-lo de forma adequada para o bem estar do indivíduo na edificação, sugerem aumentar a exposição da edificação às brisas de verão posicionando corretamente o projeto e empregando recursos adequados na forma para a utilização destes fatores naturais. (LAMBERTS *et al*. 1997)

É de extrema importância que haja a possibilidade de avaliar os dados climáticos (estações meteorológicas); analisar os dados topográficos, tipos de obstruções e exposição ao sol e ao vento; considerar o tipo de ocupação de um espaço determinado, bem como o número de animais ou pessoas e atividades que ali serão realizadas, além de analisar os dados e o clima da região, averiguando a radiação solar, vento, temperatura e precipitações. Segundo Lamberts

(2004), há diversas formas de se pensar o projeto arquitetônico visando o consumo de energia, sendo que algumas podem ser implantadas na arquitetura rural:

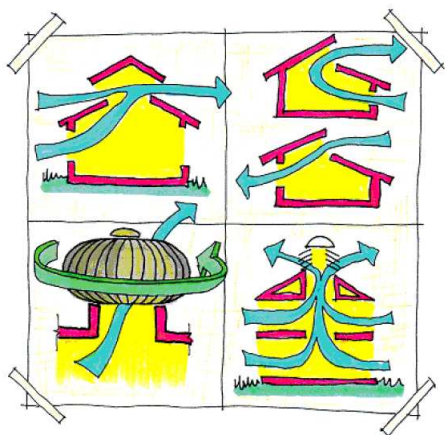
- Explorar a iluminação natural através de aberturas posicionadas para orientações as quais a radiação solar traga benefícios para o espaço interno;
- Promover espaços internos fluidos, a fim de, coletar a iluminação natural (solar) proporcionando a ventilação cruzada no interior da edificação conforme a Figura 1;
- Proporcionar a ventilação vertical, uma vez que o ar quente se acumula nas partes mais elevadas da edificação, e sua retirada pode ser promovida pela existência de aberturas superiores como lanternins, aberturas nos telhados, exaustores eólicos ou ainda aberturas zenitais;

Figura 1: orientação da construção



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

Figura 2: formas de ventilação vertical



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

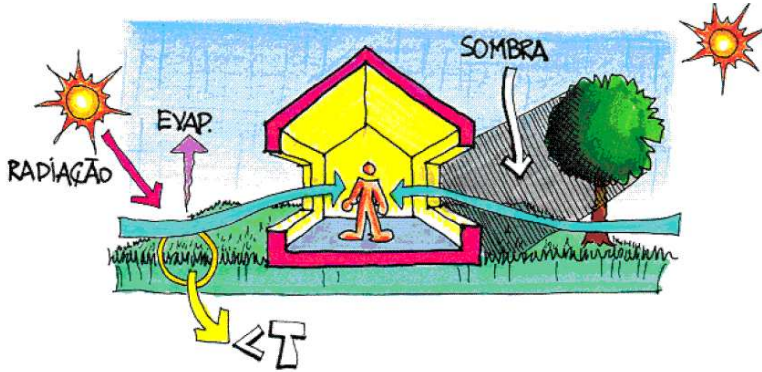
E fazendo referência à estes itens, mencionados anteriormente, temos que a taxa de ganhos ou perdas de calor do edifício depende de um conjunto de fatores, tais como:

- Diferença entre a temperatura interior e exterior. O ganho (ou perda) de calor radiante também está vinculado às características do material e da cor das superfícies que constituem o envoltório do edifício;
- Localização, orientação (ao sol e aos ventos), forma e altura do edifício;
- Características do entorno natural e construído (sítio);
- A ação da radiação solar e térmica e, conseqüentemente, das características isolantes térmicas do envoltório do edifício;
- Ação do vento sobre as superfícies interiores e fachadas e nos locais do edifício;
- Desenho e proteção das aberturas para iluminação e ventilação, assim como sua adequada proteção;
- Localização estratégica dos equipamentos de climatização artificial, tanto dentro como fora do edifício, assim como dos principais aparelhos eletrodomésticos.

Alguns elementos ainda podem colaborar para o direcionamento do fluxo de ar para o interior do ambiente, o qual produz um micro clima mais ameno, diminuindo a temperatura interna, como observado na Figura 3,

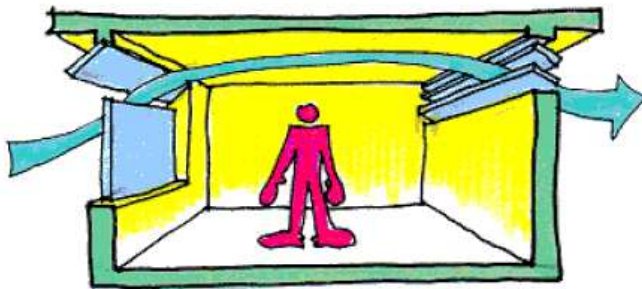
possibilitando à nível de projeto a especificação das aberturas às quais definem ventilação, ganho de calor solar, iluminação natural e contato visual com o exterior. (Figura 4).

Figura 3: áreas gramadas ou arborizadas



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

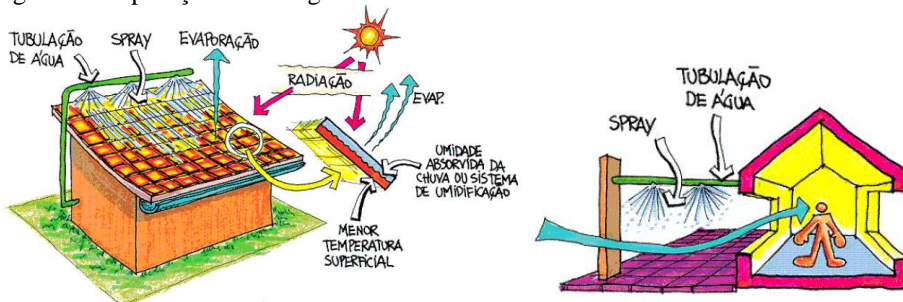
Figura 4: renovação do ar



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

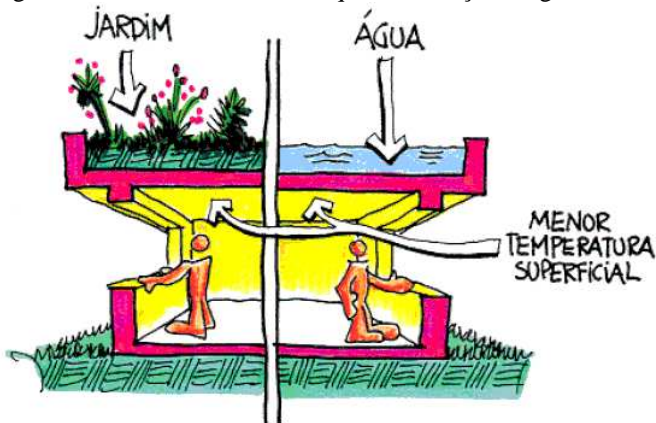
Outro elemento que pode influenciar diretamente na temperatura interna do ambiente, é o tipo de cobertura, sejam telhas cerâmicas, verificado na Figura 5, lajes impermeabilizadas com adição de água ou ainda telhado – verde, conforme Figura 6.

Figura 5: evaporação e molhagem do telhado cerâmico



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

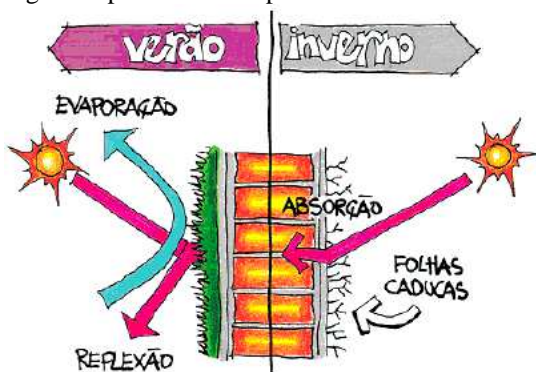
Figura 6: telhado – verde ou tanque com adição d'água



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

Da mesma forma que o telhado-verde pode reduzir a temperatura interna do ambiente, a utilização de vegetação nas paredes externas podem reproduzir o mesmo efeito, devendo-se especificar o tipo de planta a ser utilizado, as quais podem trazer benefícios ou malefícios quando caducas ou perenes, que se expressa na Figura 7.

Figura 7: parede com trepadeiras



Fonte: LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R (2004)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que, os edifícios são os principais responsáveis pelos impactos causados à natureza, pois consomem mais da metade de toda a energia usada nos países desenvolvidos e produzem mais da metade de todos os gases que vem modificando o clima, foi de considerável importância obter o panorama socioeconômicos energético do país. No trabalho ficou evidenciada a importância do conhecimento e aplicação das premissas da arquitetura bioclimática a partir do exposto, que através das mesmas, podem imprimir algumas características formais e funcionais à edificação, favorecendo o processo de conversão de energia tornando sua edificação mais eficiente energeticamente que outras, aliando o conforto a uma demanda menor de energia.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. Dissertação de mestrado. UFSC, 1997, Santa Catarina.

EPE. MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional – BEN 2014**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>> Acesso em: 26 de outubro de 2014.

EREC, Sven Teske, Greenpeace Internacional; e Arthouros Zervos, Christine Lins e Josche Muth, Conselho Europeu de Energia Renovável. **Revolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo**. São Paulo, Ed. Pigma, 2010.

FROTA, B. A.; SCHIFFER R. S. **Manual de Conforto Térmico**. Ed. Studio Nobel, 1999.

GALINKIN, Maurício; BLEY JR. Cícero. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2ª ed. rev. - Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, TechnoPolitik Editora, 2009.

HOLLANDA, Jayme Buarque de; **Biocombustíveis e a política energética**. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/download/biomassa/Biomassa\\_energetica\\_Brasil.pdf](http://www.inee.org.br/download/biomassa/Biomassa_energetica_Brasil.pdf)> Acessado em: 30 de outubro de 2013.

INEE, Instituto Nacional de Eficiência Energética; **O que é eficiência energética?** Disponível em: <[http://www.inee.org.br/eficiencia\\_o\\_que\\_eh.asp?Cat=eficiencia#o\\_que\\_eh](http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia#o_que_eh)> Acesso em: 30 de Outubro de 2013.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.; Eficiência energética na arquitetura. Pro Livros, São Paulo, SP, 2004.

LENHAM, A., GAMA, P., BRAZ, R. **Arquitetura Bioclimática: perspectivas de inovação e futuro**. Seminários de Inovação. Instituto Técnico da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2004.

LEITÃO, Sérgio. **Revolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo**. São Paulo, Ed. Pigma, 2010.

MASCARELLO, V. L. D. **Princípios Bioclimáticos e Princípios de Arquitetura Moderna: Evidências no Edifício Hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MASCARÓ, L. Energia na Edificação. Ed. Associados Ltda, São Paulo, 1991.

ROMERO, M. A. **O Peso das Decisões Arquitetônicas no Consumo de Energia Elétrica em Edifícios de Escritórios**. NUTAU'98 – Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI. São Paulo: Anais, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP, 1998.