



A ARQUITETURA EFICIENTE COMO UM MEIO DE ECONOMIA ENERGÉTICA ATUANDO NO GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA

Clarissa Debiazi Zomer (1); Ricardo Rütther (1) (2)

(1) Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil – e-mail:

clarissa@labeee.ufsc.br

(2) Laboratório de Energia Solar (LabSOLAR), Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil – e-mail: ruther@mbox1.ufsc.br

RESUMO

A energia é necessária em diversos setores econômicos. Dentre eles, a construção civil é uma atividade que consome energia tanto na fase de construção, quanto ao longo da vida útil das edificações. A arquitetura possui um papel fundamental para este resultado: se ela não apresenta condições de conforto, o usuário necessita de meios para torná-la agradável e estes utilizam energia. A incorporação de conceitos bioclimáticos à edificação desde a concepção do projeto é uma das práticas mais eficientes e baratas para economia de energia em edificações, funcionando como um importante meio de gerenciamento pelo lado da demanda. A partir do conceito de desenvolvimento sustentável, analisou-se de que forma o arquiteto poderia intervir no consumo energético das edificações, através de medidas que minimizassem os impactos ambientais. Utilizou-se o exemplo da Casa Eficiente da Eletrosul, localizada na sede daquela empresa em Florianópolis – SC, para ilustrar as medidas adotadas para a cidade bem como os resultados obtidos, demonstrando um exemplo que obteve êxito na intenção de ser eficiente energeticamente. Uma arquitetura eficiente está vinculada a uma considerável redução no consumo energético. O estudo de caso analisado mostrou que o consumo da Casa Eficiente é cerca de 50% menor que uma residência convencional similar e a geração fotovoltaica mostrou-se capaz de suprir cerca de 83,4% do consumo médio de energia estimado para esta edificação. Este trabalho apresenta uma arquitetura utilizada como um meio de redução no consumo energético, atuando como um interessante meio de gerenciamento pelo lado da demanda.

Palavras-chave: eficiência energética em edificações, gerenciamento pelo lado da demanda, desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Energy is necessary in diverse economic sectors. Among them, civil construction is an activity that consumes energy starting in the construction phase, and intensifying energy use during its lifetime. Architecture has an important role in this process: if the user does not feel comfortable in the building, chances are considerable that any means for achieving comfort will involve relatively large amounts of energy. The incorporation of bioclimatics concepts to the building since the conception project is one of the most efficient and cheaper practices for energy economy, being used as an important way of energy demand side management. In the context of sustainable development, it was analyzed in which ways the architect could intervene in the energy consumption of buildings, through measures that could minimize environmental impacts. The example of the ELETROSUL Energy Efficient House, located in the headquarters in Florianópolis - SC was used, to illustrate the measures available to be adopted by the city as well as the results obtained, demonstrating a successful. An efficient architecture is tied with a considerable reduction in the energy consumption. The case-study analyzed showed that the consumption of the ELETROSUL Efficient House is about 50% smaller than that of a similar conventional residence and the photovoltaic generation was capable to supply about 83,4% of

the average energy consumption. The main point in this article is the use of architecture as a way of energy demand side management, acting, mainly, in the building energy efficiency.

Keywords: building energy efficiency, energy demand side management, sustainable development.

1 INTRODUÇÃO

Existem hoje muitas definições sobre o que é o desenvolvimento sustentável. Uma das mais apropriadas diz que o sistema em que vivemos deve satisfazer nossas necessidades de crescimento e manutenção e o excedente deve ser utilizado para re-investimento (LEGAN;2004). Ou seja, o foco deve ser satisfazer nossas necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas.

Todo desenvolvimento requer o uso de energia. No entanto, só há desenvolvimento sustentável com energia vinda de fontes renováveis, que não consomem combustíveis fósseis e não produzem resíduos prejudiciais e que, quando bem planejadas, minimizam impactos no meio ambiente.

A energia é necessária em diversos setores econômicos. Dentre eles, a construção civil é uma atividade que consome energia tanto na fase de construção, quanto ao longo da vida útil das edificações. Os edifícios comerciais, residenciais e públicos são responsáveis por 45,2% de todo consumo de energia elétrica do Brasil (MME;2006). A arquitetura possui um papel fundamental para este resultado: se ela não apresenta condições de conforto, o usuário necessita de meios para torná-la agradável e estes utilizam energia. São eles: ventiladores, sistemas de condicionamento de ar, aquecedores, iluminação artificial, entre outros. Segundo Sick e Erge (1996), arquitetos com visão compreendem que o objetivo do bom projeto não é simplesmente criar um edifício esteticamente agradável – os edifícios do futuro devem ser ambientalmente responsáveis também (SICK e ERGE;1996).

A incorporação de conceitos bioclimáticos à edificação desde a concepção do projeto é uma das práticas mais eficientes e baratas para economia de energia em edificações, funcionando como um importante meio de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD).

Este artigo pretende apresentar uma arquitetura que contribua para o desenvolvimento sustentável, economizando energia sem comprometer o bem estar dos ocupantes.

1.1 Desenvolvimento Sustentável

É possível afirmar que chegamos ao início do século XXI com um conceito de desenvolvimento sustentável bem mais amadurecido, que não está mais restrito às discussões acadêmicas e políticas, de defensores e contestadores, mas que se popularizou por todos os continentes, passando a fazer parte da vida cotidiana das pessoas. Um conceito que está presente desde as pequenas atitudes diferenciadas de comportamento, como a separação e a reciclagem do lixo doméstico, tomadas pelo cidadão comum, até as grandes estratégias e investidas comerciais de algumas empresas as quais se especializaram em atender um mercado consumidor em franco crescimento, que hoje cobra essa qualidade diferenciada tanto dos produtos que consome, quanto dos processos produtivos que o envolvem; uma verdade que abre grandes perspectivas para o futuro. Uma forma de desenvolvimento que não está mais no plano abstrato, e que se mostra cada dia mais real e possível, principalmente no plano local (GONÇALVES;2005). Na área da construção civil a situação não é diferente. Cada vez mais se buscará alternativas para que o impacto das edificações no ambiente seja minimizado, visando o desenvolvimento sustentável.

1.2 Eficiência energética na arquitetura

Diante da crise energética mundial, se faz necessário repensar os processos construtivos atuais, incluindo considerações energéticas e ambientais na sistemática. É tempo de se criar uma arquitetura mais econômica, bem como mais coerente e humana.

A construção sustentável é uma síntese das escolas, filosofias e abordagens que associam o edificar e o habitar à preocupação com preservação do meio ambiente e saúde dos seres vivos (ARAÚJO;2001).

A sustentabilidade de uma obra moderna é avaliada pela sua capacidade de responder de forma positiva aos desafios ambientais de sua sociedade, sendo ela mesma um modelo de solução. A edificação sustentável deve:

- a) Usar recursos naturais passivos e de design para promover conforto e integração na habitação;
- b) Usar materiais que não comprometam o meio ambiente e a saúde de seus ocupantes e que contribuam para tornar seu estilo de vida cotidiano mais sustentável;
- c) Resolver ou atenuar os problemas e necessidades gerados pela sua implantação (consumo de água e energia);
- d) Prover saúde e bem-estar aos seus ocupantes e moradores e preservar ou melhorar o meio ambiente.

Todos esses elementos novos têm custo. Entretanto, a economia que produzem ao longo do tempo, ao evitar ou diminuir o consumo com condicionamento de ar, por exemplo, permitem um rápido retorno do investimento. O tempo e a intensidade de uso são os fatores que determinam a rapidez desse retorno. O impacto do uso de ar condicionado num ambiente comercial é da ordem de 47% e, em residências, 20% do consumo global de energia (PROCEL;2007). Um projeto que racionalize os recursos dentro de uma técnica ambiental correta pode reduzir significativamente esses valores, produzindo uma economia de tal ordem, que amortize em curto prazo os investimentos em sistemas passivos.

Portanto, é provável que o futuro da arquitetura não seja feito de arranha-céus construídos em alumínio, aço e vidro. A vanguarda da arquitetura, já em curso, retoma os materiais naturais e benignos, se preocupa com estratégias para economizar água e energia elétrica, respeita a natureza e o entorno onde se insere e, sobretudo, promove o conforto sem esquecer a questão estética (CORREA;2001). Arquitetos inovadores estão começando a integrar módulos solares fotovoltaicos aos seus projetos, e os fabricantes desta tecnologia estão respondendo com módulos especialmente criados para a integração em edificações, incluindo módulos integrados aos telhados, utilizados como as próprias telhas e módulos para cortinas verticais para uso em fachadas, com sistemas vitrificados e translúcidos (PRASAD e SNOW;2002).

Está ocorrendo um processo de transição na forma de viver e ver o mundo, em que o meio ambiente começa a fazer parte do cotidiano, não como um discurso de ambientalistas ou idealistas, mas com reflexos no dia-a-dia. A arquitetura se junta nesta busca por respostas adequadas na integração do ser humano no meio ambiente, com mudanças no processo de criação e execução dos espaços habitáveis e repercutindo em toda a cadeia produtiva da indústria da construção.

O Brasil é um país rico em recursos naturais e com um grande potencial para o uso da iluminação natural. Na região sul, de clima temperado, as necessidades de iluminação e aquecimento no inverno e refrigeração no verão podem ser parcial ou totalmente cobertas através de estratégias passivas de condicionamento, que devem ser incorporadas num projeto de arquitetura que conjugue a conceitualização arquitetônica com o condicionamento natural da edificação.

Torna-se responsabilidade dos arquitetos a adoção de sistemas passivos e estratégias benignas, que proporcionem maior conforto ambiental com maior economia. Estes sistemas, aliados à correta eleição dos materiais, ao respeito à tradição construtiva revista sob a ótica das novas tecnologias, e à cultura regional, impulsionam ao aumento da qualidade de vida da população, e refletem a verdadeira vanguarda na arquitetura. É uma questão de ética considerar o que a natureza oferece de forma gratuita. Ao invés de usar mais energia contra a energia que é oferecida, basta aproveitá-la (CORREA;2001)

1.3 Gerenciamento pelo lado da demanda

O mercado do gerenciamento pelo lado da demanda pode ser dividido em setores industrial, comercial e residencial onde, em cada setor, o uso final da eletricidade é distinto. Muitos estudos indicam que o gerenciamento pelo lado da demanda nos setores residencial e comercial é fundamental, embora o uso de energia elétrica pelo setor industrial seja bem mais expressivo (LOMBARD *et al.*;1999).

O gerenciamento pelo lado da demanda em residências visa promover um melhor uso da eletricidade, através de medidas que minimizem e otimizem o seu uso. Segundo Lombard (1999), tanto as concessionárias de energia elétrica quanto o governo, estão interessados em economia de energia, pois, desta forma, o capital gasto para a ampliação do sistema gerador, bem como a ampliação da rede elétrica atual, podem ser adiados, minimizando também o impacto ambiental (LOMBARD *et al.*;1999).

Experiências internacionais de gerenciamento pelo lado da demanda, particularmente nos Estados Unidos, mostraram uma considerável economia de energia do setor residencial. A economia do setor residencial nos Estados Unidos foi de 19,241 milhões de kWh, cerca de 40% da energia economizada em todos os setores e a diminuição no pico de demanda foi de 8851 MW, 38% do total de redução dos três setores (US;1995).

2 OBJETIVO

Demonstrar a importância da eficiência energética na arquitetura como meio de economizar energia, utilizando o exemplo da Casa Eficiente da Eletrosul. Além disso, apresentar a arquitetura eficiente como uma ferramenta para o gerenciamento pelo lado da demanda, a fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

3 METODOLOGIA

Com base no tema desenvolvimento e sustentabilidade e sua intrínseca relação com a utilização de energia, analisou-se o consumo energético do brasileiro para cada setor: industrial, comercial, público e residencial. Dentre estes setores, o foco do trabalho foi no que a arquitetura de fato teria maior participação no consumo energético, ou seja, no setor residencial.

A etapa seguinte consistiu em analisar de que forma a arquitetura poderia ser utilizada para diminuir o consumo energético de uma residência, atuando como um meio de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD). Para tanto, foi utilizado um bom exemplo no qual a economia de energia fora comprovada, bem como a contribuição para o alívio de carga da concessionária. É o caso da Casa Eficiente da Eletrosul, localizada na sede daquela empresa em Florianópolis – SC, a qual ilustra as medidas adotadas para a cidade bem como os resultados obtidos, demonstrando um exemplo que obteve êxito na intenção de ser eficiente energeticamente.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Consumo de energia elétrica por setor

Ao contrário da maioria dos países, a matriz energética brasileira baseia-se, principalmente, em fontes renováveis. O Brasil possui a maior bacia hidrográfica do mundo, com um potencial de geração de energia elétrica considerável. A partir da década de 50, as usinas hidrelétricas proliferaram, dando sustentação ao forte impulso do país rumo à industrialização e ao desenvolvimento. Em 2005, 76,3% da energia ofertada no Brasil foi proveniente de grandes e pequenas centrais hidrelétricas (MME;2006).

Em relação aos setores, o setor industrial foi responsável por 47% do consumo energético do Brasil e 44,7% foram utilizadas pelos setores comercial, residencial e público. O setor residencial foi responsável por 22 % do consumo, o setor comercial por 14,2% e o setor público por 8,5%(MME;2007).

Nas indústrias, o alto consumo energético provém, principalmente, das máquinas e equipamentos (independe do projeto arquitetônico). Já nos setores residencial, comercial e público, o arquiteto tem um papel fundamental para aumentar a eficiência energética da edificação. Portanto, atuar na redução do uso de energia pelas edificações torna-se um elemento importante de GLD e com grande potencial para a economia de energia elétrica.

Dentre os setores residencial, comercial e público, este artigo escolheu o setor residencial para analisar o impacto da utilização de medidas de economia de energia na elaboração do projeto arquitetônico, visto que, neste setor, o usuário tem total liberdade em optar na escolha dos materiais, na definição do projeto e nos sistemas economizadores de energia existentes no mercado.

4.2 Casa Eficiente da Eletrosul

Com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes na construção civil, visando o uso racional da energia elétrica e menor impacto ambiental, a Eletrosul e a

Eletrobrás/Procel em parceria com o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) investiram no projeto da Casa Eficiente.

A Casa Eficiente foi projetada para se tornar uma vitrine de tecnologias de ponta de geração de energia, eficiência energética e conforto ambiental para edificações residenciais (MACIEL et al.;2004).

4.2.1 Alimentador TDE-07

O alimentador que abastece a Casa Eficiente da Eletrosul é o TDE-07, o qual está conectado à Subestação da Trindade, sendo parte do sistema de distribuição da empresa CELESC Distribuição LTDA. Este alimentador possui uma forte característica diurna, ou seja, sua utilização se dá, sobretudo, durante o dia com pico de carga em torno das 15:00h.

Esta característica deve-se, principalmente, ao fato deste alimentador atender uma área basicamente comercial, onde o uso de aparelhos de condicionamento de ar durante o dia, além de demais equipamentos elétricos, contribui significativamente para este pico.

Portanto, medidas que visem à redução do uso de equipamentos de ar condicionado, estimulando a ventilação natural, bem como medidas que incentivem a utilização da iluminação natural, aparecem como soluções simples e interessantes para a diminuição do pico de carga diurno do alimentador em questão.

4.2.2 Medidas de eficiência energética da Casa Eficiente

A Casa Eficiente é uma residência unifamiliar com sistemas e soluções para eficiência energética e conforto térmico integradas ao projeto arquitetônico, onde foram implementadas tecnologias como geração de energia fotovoltaica interligada à rede elétrica pública, estratégias passivas de condicionamento de ar e aquecimento solar de água.

A casa foi projetada de acordo com o perfil do público consumidor das classes média e alta. No setor residencial, o consumo de energia com condicionamento ainda é pouco expressivo, porém se torna mais significativo nas classes sociais com maior poder aquisitivo (TAVARES;2006) (IBGE;2004). As classes média e alta também são responsáveis por um maior consumo de água em relação às classes populares.

O projeto arquitetônico foi baseado em um estudo prévio dos condicionantes climáticos da cidade de Florianópolis/SC (MACIEL et al.;2006; MACIEL et al.;2004), definindo-se as estratégias de condicionamento ambiental passivo, materiais e tecnologias construtivas a serem adotados.

O desempenho ambiental e energético da habitação foi favorecido com o aproveitamento dos condicionantes climáticos locais. A forma e orientação da edificação foram definidas para melhor aproveitamento da ventilação e da insolação, adotando-se também estratégias sombreamento (Figura 1). Desse modo, minimiza-se a dependência de condicionamento artificial, reduzindo o consumo de energia elétrica para refrigeração e aquecimento. Além disso, os materiais construtivos foram especificados tendo em vista a redução dos ganhos de calor no verão e das perdas térmicas no inverno: esquadrias com vidro duplo (melhor isolamento térmico e acústico); uso de isolamento térmico de lã de rocha nas paredes externas com dupla camada de tijolo maciço e coberturas; emprego de teto jardim com espécies nativas, estratégia que combina o efeito sombreador e as funções biológicas da vegetação com as propriedades isolantes da camada de terra, resultando na redução das temperaturas superficiais. (LAMBERTS et al.;2007)

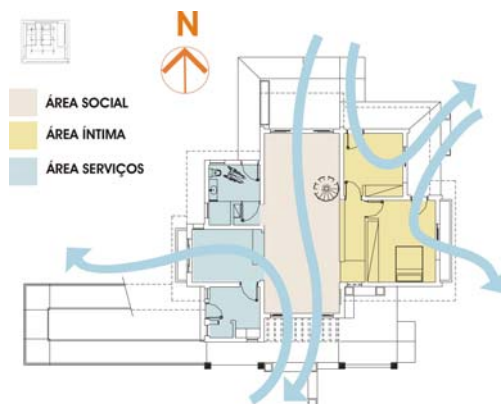


Figura 1. Planta baixa da Casa Eficiente, indicando o aproveitamento da ventilação predominante.

Foram utilizados prioritariamente materiais com baixo potencial de impacto ambiental, como: madeira de reflorestamento; tijolos e telhas de material cerâmico, produzidos na região; e entulho (como agregado do concreto utilizado na rampa externa).

A edificação conta com energia solar, tanto para geração energética, quanto para aquecimento de água. A energia gerada a partir de um sistema solar fotovoltaico de 2,2kWp de potência é interligada à rede da Eletrosul, portanto, dispensa os sistemas acumuladores de energia (banco de baterias), reduzindo consideravelmente o custo total da instalação e dispensando a manutenção e reposição das baterias (RÜTHER;2004). Quando há excedente de energia, este é injetado na rede elétrica. A geração de energia solar fotovoltaica tem como principais vantagens o fato de não ocupar área extra, estar junto ao ponto de consumo, minimizar perdas por transmissão e distribuição, ser silenciosa e não poluente, além de agregar valor estético à edificação.

Para aquecimento de água, foram adotados coletores solares. Tanto os coletores solares quanto os painéis fotovoltaicos foram posicionados sobre a cobertura e orientados ao Norte, inclinados de acordo com a latitude de Florianópolis (27°S), favorecendo seu rendimento em todos os meses do ano (**Figura 2**). Todos os eletrodomésticos existentes possuem selo “A” de eficiência energética, enquanto a iluminação artificial emprega lâmpadas fluorescentes compactas. Convém salientar que o sistema fotovoltaico interligado a uma rede externa instalado na Casa Eficiente é um protótipo, pois ainda não há uma legislação específica para regulamentar esta prática no Brasil para uso residencial.



Figura 2. Fachada norte da Casa Eficiente, com coletores solares para aquecimento de água e módulos fotovoltaicos para geração de energia elétrica e detalhe dos módulos de silício cristalino.

Com relação ao uso racional da água, a Casa Eficiente possui sistemas de aproveitamento de água de chuva e de reutilização de águas para fins não potáveis. A água de chuva, captadas nos telhados, após descarte de sólidos (folhas e detritos) e o desvio de água de escoamento inicial, água das primeiras

chuvas, são armazenadas e utilizadas na descarga de vaso sanitário, irrigação de uma pequena horta, lavagem de roupa e de piso.

Já os efluentes de águas de banho, lavatório e de lavagem de roupas são tratados em um leito cultivado construído e, juntamente com a água de chuva proveniente dos tetos jardim, são utilizados para irrigação do jardim da casa. Para favorecer a economia de água potável, também são utilizados equipamentos de baixo consumo de água, sendo que as instalações prediais elétricas e hidráulicas são preferencialmente aparentes, possibilitando melhor visibilidade das estratégias adotadas.

4.2.3 Resultados

A Casa Eficiente está equipada com um sistema de aquisição de dados responsável pelo monitoramento de variáveis ambientais internas e externas e dos usos finais de energia elétrica, bem como da geração de energia elétrica a partir do sistema solar fotovoltaico de 2,2kWp. Estes dados são utilizados pelos pesquisadores do LMBEE para a avaliação do desempenho termo-energético da edificação.

Alguns resultados já foram obtidos. Comparando-se a variação das temperaturas internas com a temperatura externa, houve uma significativa redução da amplitude, resultado do amortecimento térmico proporcionado pelas características construtivas da edificação. Enquanto nos ambientes internos os valores extremos de temperatura foram 15,8°C (mês de julho) e 31,1°C (mês de março), os valores correspondentes no ambiente externo foram 5,9°C e 35°C. (LAMBERTS et al.;2007)

Simulações do desempenho termo-energético da edificação foram realizadas com o auxílio do programa EnergyPlus, possibilitando estimar o consumo de energia da Casa Eficiente, decorrente das estratégias incorporados ao projeto (BATISTA et al.;2006). Com base nas simulações, estimou-se um potencial de redução superior a 50% em relação a uma residência com área similar, representativa de padrões construtivos comumente empregados e inadequados ao clima local.

Já com relação à geração solar fotovoltaica, no período compreendido entre os meses de julho de 2006 a julho de 2007, a média mensal de energia gerada foi 191 kWh, equivalente a 83,4% do consumo médio de energia estimado para a Casa Eficiente através da simulação computacional: 229,1 kWh.

4.2.4 Gerenciamento pelo lado da demanda

A Casa Eficiente é um exemplo da relação existente entre eficiência energética e adequação do projeto arquitetônico às condições climáticas locais. As escolhas definidas desde as etapas iniciais do projeto resultam na redução do consumo de energia necessária para condicionamento e iluminação artificial, enquanto favorecem condições satisfatórias de conforto térmico. Dessa forma, a arquitetura eficiente mostra-se uma maneira eficaz de controlar e diminuir o consumo energético pelos usuários.

Se todas as edificações supridas pelo alimentador TDE-07 possuísem de alguma forma medidas como as utilizadas na Casa Eficiente, a diminuição no pico de demanda seria bastante evidenciada e haveria um considerável alívio na sobrecarga da concessionária, evitando gastos na ampliação do sistema elétrico.

5 CONCLUSÕES

Sabe-se que todo desenvolvimento requer o uso de energia. No entanto, só há desenvolvimento sustentável com energia vinda de fontes renováveis, ou seja, aquelas que não consomem combustíveis e não produzem resíduos prejudiciais, e, quando bem planejadas, não geram conseqüências para o meio ambiente.

Atualmente, o desenvolvimento sustentável é a principal política nacional em diversos países. Para obtê-lo é necessário conjugar esforços de toda a sociedade, sem a exclusão de qualquer um de seus segmentos, já que o futuro da humanidade depende da criação de uma nova filosofia de vida.

Dentre os diversos setores econômicos, a construção civil é uma atividade que consome energia tanto na fase de construção, quanto ao longo da vida útil das edificações. Agir no ambiente construído, durante seu processo de criação, integrando medidas e incentivos para o uso eficiente de energia elétrica vêm contribuir para minorar os impactos ambientais inerentes à construção civil, contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Iniciativas como a Casa Eficiente, que funcionem como instrumento para divulgação e pesquisa, são exemplos de interação entre diferentes setores da sociedade em prol do meio ambiente, representando uma iniciativa com grande alcance junto ao público. Somente durante a primeira metade de 2007, a Casa Eficiente da Eletrosul recebeu 795 visitantes.

Os resultados obtidos por simulações computacionais pelo LMBEE (Laboratório de Monitoramento Ambiental e Eficiência Energética) mostraram que o consumo energético da Casa Eficiente é de cerca de 50% menor do que uma residência convencional similar. Além disso, a produção de energia solar fotovoltaica mostrou-se capaz de suprir cerca de 83,4% do consumo médio de energia estimado para esta edificação.

Desta forma, pode-se atingir o objetivo de utilizar a arquitetura como um meio de gerenciamento pelo lado da demanda, atuando, principalmente, na eficiência energética da edificação. Além disso, cabe lembrar a importância do usuário consciente, para que não haja desperdício de energia. Com medidas simples, pode-se economizar uma parcela considerável de energia e minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente, conduzindo a sociedade rumo ao desenvolvimento sustentável.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica 2001.

BATISTA, J.; WESTPHAL, F.; LAMBERTS, R. **Simulação Térmica e Energética da Casa Eficiente**. LabEEE. Florianópolis, p.38, 2006.

CORREA, C. B. **Arquitetura bioclimática. Adequação do projeto de arquitetura ao meio ambiente natural**. Portal Vitruvius. 04.07 2001.

Energy Information Administration **US Electric Utility Demand-Side Management, Technical Report DOE/EIA-0589(94)**. 1995.

GONÇALVES, D. B. Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração. **Revista Espaço Acadêmico**. v.51, 2005.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em 19 de setembro

LAMBERTS, R.; ALVES, J. L.; PELKA, A. C. K.; C.S.NETO, R. D.; BATISTA, J. O.; ANDRADE, M. A. N. **Casa Eficiente: uma habitação sustentável no contexto das mudanças climáticas globais**: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - Universidade Federal de Santa Catarina. Ecolatina - 7ª Conferência Latino-Americana sobre meio ambiente e responsabilidade social. Belo Horizonte, 2007.

LEGAN, L. **A escola sustentável - eco-alfabetizando pelo ambiente**.: Imprensa Oficial. São Paulo, 2004.

LOMBARD, C.; MATHEWS, E. H.; KLEINGELD, M. Demand-Side Management through thermal efficiency in South African houses. **Energy and Buildings**. Issue 3, v.29, p.229-239, 1999.

MACIEL, A. A.; ANDRADE, S. F.; GUGEL, E. C.; BATISTA, J.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. **Projeto Casa Eficiente: demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar**: 11º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. In: 11º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído 2006. Florianópolis, 2006.

MACIEL, A. A.; LAMBERTS, R.; ANDRADE, S. F. **Projeto de demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar**. Universidade Federal de Santa Catarina - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis, p.15, 2004.

MME. **Balanco Energético Nacional 2006: Ano base 2005**. MME. Rio de Janeiro, p.193, 2006.

_____. **Balanco Energético Nacional 2007: Ano base 2006**. MME. Rio de Janeiro, 2007.

PRASAD, D.; SNOW, M. **Designing with solar power - A source book for building integration photovoltaics (BiPV)**: Images Publishing. Australia, 2002.

PROCEL. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil: Pesquisa na Classe Residencial**. PROCEL - Eletrobrás, 2007.

RÜTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**: Editora UFSC/LABSOLAR. Florianópolis, 2004.

SICK, F.; ERGE, T. **Photovoltaics in Buildings: A Design Handbook for Architects and Engineers**: Hardcover. 1996.

TAVARES, S. F. **Metodologia para análise de ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. (Tese de Doutorado). PPGEC, UFSC, Florianópolis, SC, 2006.