

---

# **Utilização de fontes renováveis de energia no campus da Universidade Tuiuti**

**Adriano Lucio Dorigo (Mestre)**

Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Tuiuti do Paraná

Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Positivo

**Cleverson Luiz da Silva Pinto (Doutor)**

Curso de Engenharia Eletrotécnica – Universidade Tuiuti do Paraná

**Cícero Barbosa dos Santos (Mestre)**

Curso de Engenharia Eletrotécnica – Universidade Tuiuti do Paraná

---

---

## Resumo

A construção civil, sobretudo no Brasil, se apresenta como uma das principais causadoras de danos ambientais, tendo grande participação nos problemas relacionados ao esgotamento dos recursos naturais. A maior parte da energia gasta em uma edificação, seja qual for a sua função, ocorre no decorrer de sua vida útil, o que aponta para a necessidade de edificações bem planejadas e que apresentem sistemas racionais e sustentáveis capazes de atender ou auxiliar o seu próprio consumo. O objetivo deste artigo é discutir este panorama, sendo parte e tendo como base pesquisa em andamento, cujo foco é verificar a viabilidade de implantação de sistemas utilizadores de fontes renováveis de energia em edifícios existentes, localizados em um campus da Universidade Tuiuti do Paraná, para redução do uso de energia convencional. Dados coletados em uma estação meteorológica montada no próprio campus permitirão o conhecimento de oferta de energia renovável disponível – como solar e eólica. Modelos e simulações computacionais permitirão a visualização das possibilidades de implantação dos sistemas nas construções. A comparação das informações obtidas com dados reais de consumo demonstrará então a viabilidade ou não de utilização dos sistemas estudados nas referidas edificações. Pretende-se que os resultados obtidos sirvam de suporte para a introdução de ganhos nos desempenhos energéticos dos edifícios, com reflexos no consumo de energia, contribuindo para o desenvolvimento de projetos mais eficientes e da construção civil como um todo.

**Palavras-chave:** fontes renováveis de energia; eficiência energética; construções sustentáveis.

## Abstract

Construction, especially in Brazil, is presented as one of the main causes of environmental damage, with strong participation in issues related to the depletion of natural resources. Most of the energy spent in a building, whatever its function, occurs in the course of its life, pointing to the need of well designed buildings which have rational and sustainable systems able to supply or help their own consumption. This article aims to discuss this panorama, as a part of and based on a search in progress, whose focus is to examine the feasibility of implanting systems users of renewable energy in existing buildings, located on a campus of the University Tuiuti of Paraná, reducing the use of conventional energy. Data collected with a meteorological station installed at the campus will show the supply of renewable energy available - as solar and wind power. Computational models and simulations will show the possibilities of introduce the systems in these buildings. A comparison between obtained results with actual consumption data will demonstrate the use feasibility of the studied systems in these buildings. It is intended that the results serve as support for introduction of gains in buildings energy performance, with consequences in energy consumption, contributing to the development of more efficient designs and construction as a whole.

**Key words:** renewable energy sources; energy efficiency; sustainable construction.

---

---

## Introdução

Em uma breve análise do cenário mundial na atualidade, é possível perceber uma frequência cada vez maior de discursos em prol da preservação dos recursos do planeta. Embora muitas vezes estes discursos não sejam revertidos em ações práticas, parece surgir e se desenvolver uma consciência – tardia e cada vez mais necessária – que aponta para um consenso: as atividades humanas que permitiram ao homem sobreviver e se desenvolver, da maneira como foram feitas, causaram prejuízos significativos no planeta e precisam ser repensadas em todas as esferas.

Burke & Ornstein (1999) demonstram o problema, associando estas atividades à busca de resultados a curto prazo, sem levar em conta os custos a longo prazo. Os autores apontam que os passos do desenvolvimento humano historicamente ocorrem sem que se percebam os danos ou que se cause alarme imediato para os riscos. Contudo, cada ação interfere, de forma geral, em como a humanidade se relaciona entre si e com a natureza. Como consequência, hoje os danos ambientais são uma realidade que evidencia a necessidade de iniciativas individuais que, por sua vez, reflitam em ações conjuntas para a reversão ou para a desaceleração de todo o processo de degradação ambiental.

---

A construção civil foi e continua sendo um dos principais agentes que contribuíram para o panorama atual. Nesta área, segundo a arquiteta Vanessa Gomes (Projeto Design, 2007), coordenadora do Comitê Temático de Avaliação de Sustentabilidade e conselheira do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, o raciocínio imediatista é um dos cerne do problema da sustentabilidade das edificações. Em grande parte das vezes, mecanismos de mercado interferem no desenvolvimento dos projetos ou da execução da obra, resultando em edifícios de baixo desempenho energético. Torna-se evidente, então, a necessidade de uma mudança de postura no ato de construir no Brasil, seja com a adoção de novas tecnologias para gerar construções mais eficientes ou com intervenções que tragam melhorias àquelas já existentes.

Com base nisso, este artigo surge como parte de um projeto de pesquisa em andamento, relacionado ao uso de energia no *campus* Barigüi da Universidade Tuiuti do Paraná e às possibilidades de aproveitamento de fontes renováveis nos edifícios existentes. Ao final do projeto, os dados obtidos poderão ser aplicados a outros locais e os resultados contribuirão com informações que tragam melhorias à construção civil brasileira, no que diz respeito ao uso dos recursos energéticos e à sustentabilidade de forma geral.

## Objetivos

O objetivo principal do estudo é verificar, no âmbito da arquitetura e da engenharia, a viabilidade de implantação de sistemas para utilização de fontes renováveis de energia em edificações do *campus* Barigüi da Universidade Tuiuti do Paraná. Tomando como base os edifícios existentes e as suas respectivas demandas energéticas, pretende-se estudar as possibilidades de uso de outras fontes – dentre elas, a solar e a eólica – para reduzir o atual consumo de energia convencional.

Ao final da pesquisa, a análise da comparação de custos relacionados à implantação e operação dos sistemas, a sua capacidade, a demanda a ser atingida e o tempo para recuperação do investimento, entre outros, mostrará resultados capazes de orientar a respeito das reais possibilidades das propostas estudadas.

Com base no panorama atual, as conclusões fornecerão dados que auxiliarão na tomada de decisões referentes ao uso de diferentes tecnologias nas construções, dando suporte para o futuro desenvolvimento de novas edificações ou para a intervenção em edifícios existentes.

## Materiais e Métodos

A arquitetura sustentável é definida por Corbella & Yannas (2003) como sendo aquela que cria prédios,

objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais e consumindo a menor quantidade de energia. Em muitos países, como no Brasil, a indústria da construção civil ainda continua interferindo negativamente no meio ambiente, por se caracterizar “como um dos setores que mais consomem recursos naturais e que geram grandes quantidades de resíduos, desde a produção dos insumos utilizados, até a execução da obra e a sua utilização” (CBCS, 2009). Vanessa Gomes (Projeto Design, 2007) aponta que este é conhecido como “o setor dos 40%: consome 40% dos materiais, 40% da energia, contribui com 40% das emissões poluentes e representa 40% do mercado”.

Ao se olhar os edifícios sob a ótica de produtos, considerando os aspectos concepção-uso-desmonte, não é difícil identificar o porquê destas parcelas de participação. A realidade brasileira demonstra que, na grande maioria dos casos, ainda se constrói da mesma maneira, com os mesmos materiais e a mesma tecnologia que se fazia há décadas atrás, com baixa racionalidade construtiva e alta geração de resíduos. Muito disto se explica pelo número de construções informais realizadas por profissionais sem habilitação. Além disso, o nível de educação e a falta de capacitação técnica produzem uma massa de mão-de-obra muitas vezes

sem condições de produzir corretamente e resistente a novas técnicas ou a novas tecnologias. Some-se a isto o interesse comum voltado para a obtenção de ganhos imediatos ou a curto prazo, o que coloca como raras as iniciativas que optam por investir mais em um primeiro momento em prol de ganhos maiores a longo prazo. Obviamente, em se tratando de eficiência energética de edificações, um conhecimento maior a respeito das possibilidades existentes impulsionaria o crescimento de uma consciência em construtores, investidores e consumidores finais para os benefícios socioculturais, financeiros e ambientais que seriam obtidos. Projetos corretamente desenvolvidos, que possam ser tomados como exemplo, contribuirão para a reversão do quadro atual, ajudando a quebrar a inércia existente nas práticas de construção vigentes, através da demonstração de que novas estratégias podem ser mais vantajosas do que modelos já estabelecidos. Estabelecer um destes modelos configura-se, então, como um dos grandes interesses deste trabalho.

Com base nisso, o local de estudo escolhido para o desenvolvimento da pesquisa é o *campus* Barigüi da Universidade Tuiuti do Paraná, localizado no município de Curitiba, Paraná. O sítio encontra-se em região alta da cidade e é cercado por edificações baixas, predominantemente residenciais e por uma área de vegetação, como pode ser visto na figura 1.



Figura 1 – Foto aérea do **campus** Barigüi da Universidade Tuiuti do Paraná  
Fonte: Google Earth

O *campus* em questão abriga diversos cursos e é composto por edifícios que abrigam diferentes funções, como salas de aula, laboratórios, administração, cantina, entre outros. A própria natureza das atividades praticadas no local deixa evidente a grande quantidade de energia consumida pelas construções para que atendam aos seus respectivos fins. A questão que impulsiona esta pesquisa é a possibilidade de minimizar este consumo, valendo-se de energias renováveis, passíveis de serem captadas no próprio sítio, tendo como consequência os benefícios ambientais envolvidos.

### *Energias renováveis*

O uso de fontes alternativas de energia tem por objetivo substituir ou minimizar o consumo das fontes energéticas convencionais, que geram grandes degradações no meio ambiente. Muitas destas fontes alternativas são chamadas de energias “limpas”, não poluentes, e são classificadas como “renováveis”, quando originadas de recursos que podem ser repostos ou que são a princípio inesgotáveis, como o sol, os ventos ou as marés. O uso destas energias renováveis e limpas é uma das formas de reduzir o impacto causado pelas construções e, tendo como foco a eficiência energética, se configura como uma das estratégias da Arquitetura Bioclimática para a obtenção de edificações sustentáveis – que garantem o conforto ambiental de seus usuários e usam a energia de forma eficiente, minimizando os danos ao meio.

No âmbito da pesquisa, em análise às condições físicas encontradas no *campus*, percebem-se claramente pelo menos duas possibilidades a serem trabalhadas, sendo elas: 1) o uso de energia eólica e 2) o uso de energia solar.

### Energia eólica

É conhecido que o Brasil possui um grande potencial eólico, em sua grande maioria ainda inexplorado. O

aproveitamento dos ventos para obtenção de energia configura, segundo Souza (2007), uma forma de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares, que varia conforme as estações do ano e as horas do dia e cuja captação pode sofrer influência de alguns fatores, dentre os quais:

- Topografia da região;
- Rugosidade do solo;
- Existência de obstáculos próximos;
- Características de desempenho, altura de operação e espaçamento horizontal dos sistemas de conversão de energia instalados.

A determinação do possível aproveitamento e dimensionamento do potencial de vento no local depende primeiramente da avaliação precisa destes fatores, levando-se em conta as características do *campus* - terreno situado em local elevado e sem obstáculos altos nas proximidades. Parte-se, então, para a busca de dados relativos à oferta de vento e para a análise dos fatores acima descritos para a tomada de decisões a respeito da viabilidade do sistema. Uma parcela destes dados será obtida através de uma estação meteorológica instalada no próprio terreno. Os valores serão confrontados com os requisitos e as capacidades dos aerogeradores disponíveis (alturas de captação,

velocidade do ar, etc.). Se os resultados obtidos forem favoráveis à instalação, será feita a especificação do equipamento mais adequado.

Em um primeiro momento, as condicionantes sugerem o uso de aerogeradores de pequeno porte, uma vez que se trata de um imóvel inserido na malha urbana. Fator importante para um bom desempenho do sistema é a escolha do seu local de implantação dentro do sítio, de forma a aproveitar da melhor forma possível as características locais e sem causar prejuízo às construções próximas (seja pelo seu ruído de baixa frequência gerado ou por qualquer outra forma de interferência).

#### Energia solar

A tecnologia atual permite ampla utilização da energia solar, inclusive para refrigeração de edifícios, como demonstram Arkar & Medved (2007). Para o desenvolvimento do estudo, têm-se duas soluções que poderiam ser aplicadas: a energia termossolar e a energia solar fotovoltaica.

A primeira diz respeito aos sistemas que utilizam a energia do sol para aquecimento de água. Concebido por volta de 1890, o sistema hoje se apresenta amplamente acessível e difundido, tendo uso em construções dos mais diversos fins. Basicamente, é

constituído por coletores solares (placas) e reservatório térmico (boiler) para armazenagem da água quente que, então, é distribuída para uso em lavanderias, banheiros, cozinhas, em sistemas de calefação de ambientes, entre outros.

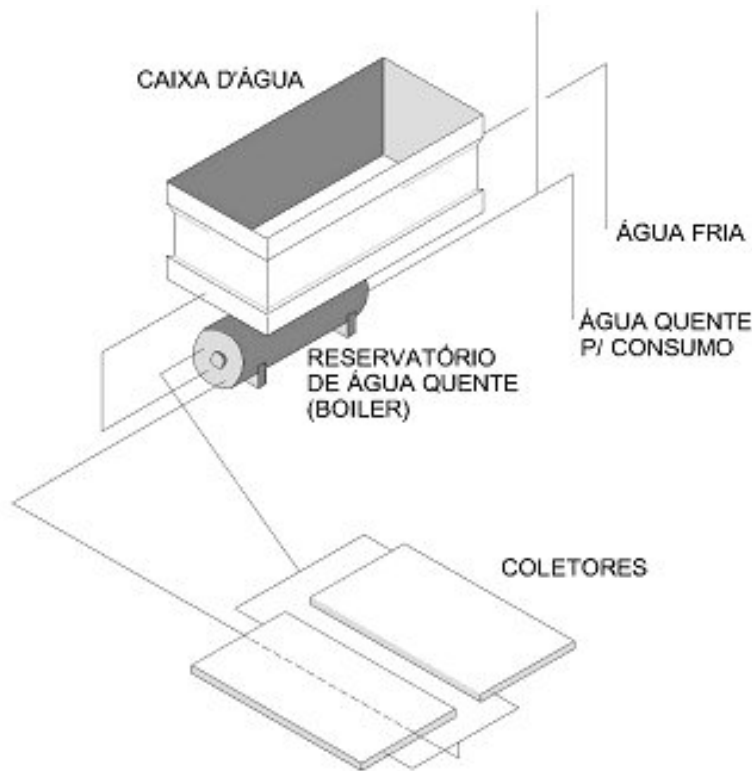


Figura 2 – Imagem do sistema de aquecimento de água por energia solar. Fonte: Pesquisa.

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar, transferindo então o calor captado para a água que circula no interior de suas tubulações. O reservatório térmico consiste de um recipiente para armazenamento da água aquecida, dimensionado de acordo com as necessidades, os usos e o número de pontos a atender (capacidades exageradas, em que a água permaneça estocada por muito tempo, podem gerar problemas como a proliferação de microorganismos, por exemplo). Geralmente estes reservatórios são cilindros de inox isolados termicamente que conservam a água aquecida em seu interior, para posterior consumo. Em construções de ensino, este sistema poderia ter aplicação no fornecimento de água quente para espaços como cantina, vestiários ou laboratórios, por exemplo.

A energia solar fotovoltaica, por sua vez, é obtida através da conversão da energia solar em energia elétrica. O sistema pode funcionar de forma isolada ou conectado à rede, como demonstram as figuras 3 e 4. No primeiro, a energia gerada pode ser acumulada em baterias. Já no sistema interligado à rede, também chamado *on-grid*, não há armazenagem de energia, pois a eletricidade que não é consumida é repassada automaticamente à rede. Em muitos países que se valem deste sistema, a interligação do sistema fotovoltaico com a rede ocorre antes do medidor de



energia, fora das instalações da edificação. A concessionária, dessa forma, não sofre redução do consumo e os proprietários podem receber bonificações de acordo com o quilowatt-hora produzido com os sistemas solares.

De forma geral, o pacote tecnológico engloba células fotoelétricas, cabeamento, transformadores, inversores e sistemas de integração. A tecnologia de placas fotovoltaicas translúcidas ou transparentes está em pleno desenvolvimento, mas ainda se apresenta inviável em muitos casos. As células fotoelétricas convencionais, por serem fechadas, impedem a visibilidade entre áreas internas e externas e, por este motivo, geralmente são utilizados em fachadas cegas ou coberturas.

De acordo com Marinoski et al. (2004), existem diferentes tecnologias fotovoltaicas, onde “destacam-se as células solares de silício cristalino (c-Si), o silício amorfo hidrogenado (a-Si: H ou a-Si), o telureto de cádmio (CdTe) (...)”, dentre os quais “(...) os que possuem maior utilização são os painéis de silício cristalino e os de silício amorfo”. A tecnologia mais adequada para utilização no

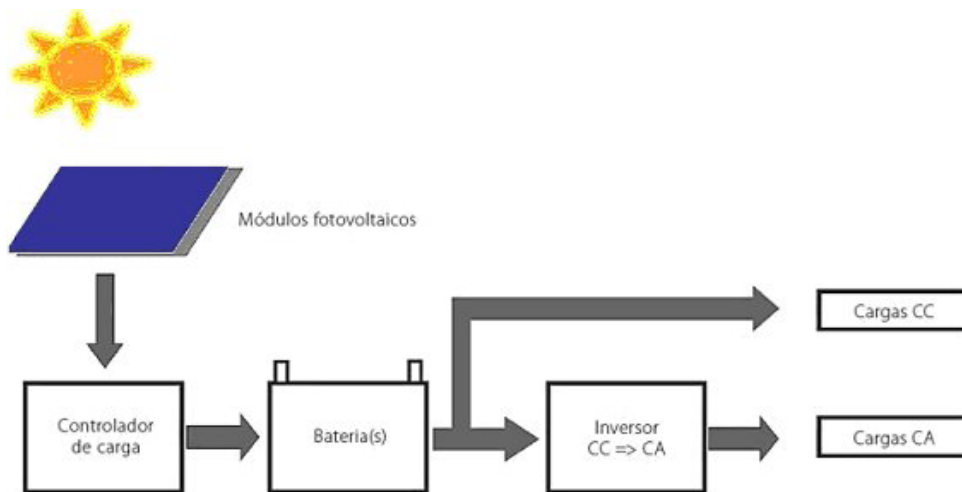


Figura 3 – Imagem do sistema de energia solar fotovoltaica isolado. Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/energia-fotovoltaica-na-arquitetura-no-brasil-19-06-2009.html>

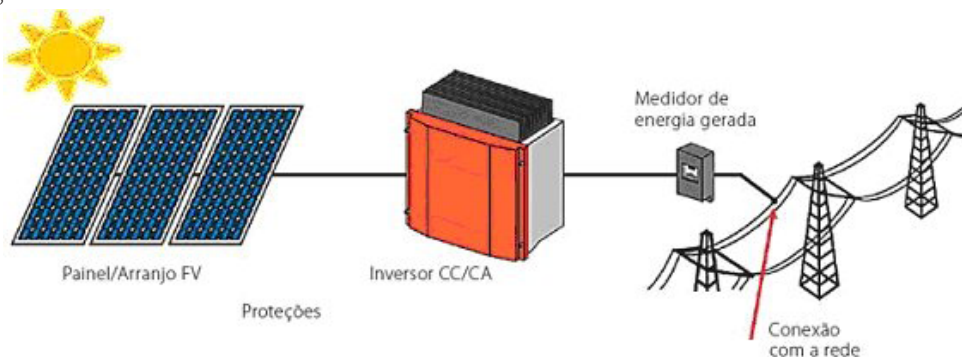


Figura 4 – Imagem do sistema de energia solar fotovoltaica conectada à rede. Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/energia-fotovoltaica-na-arquitetura-no-brasil-19-06-2009.html>

estudo deve ser escolhida associando-se as capacidades do sistema com as potencialidades e necessidades do local.

Para que se utilize a energia solar, é fundamental que as placas – tanto para a termosolar quanto para a fotovoltaica – possam ser instaladas em superfícies privilegiadas com relação ao recebimento de sol. Esta condição, por si só, já cria condições de seleção onde algumas construções se mostram mais beneficiadas que outras.

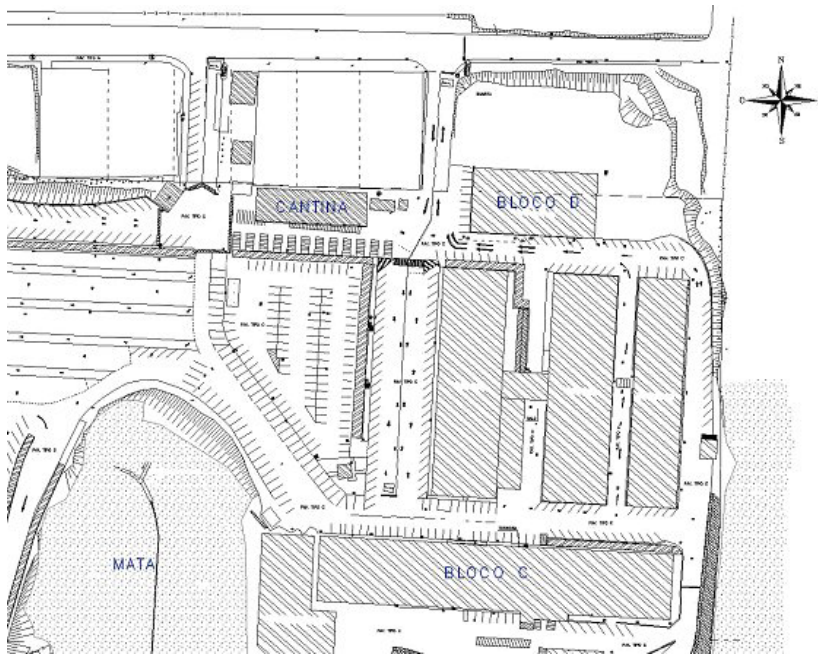


Figura 5 – Implantação do campus Barigüi da Universidade Tuiuti do Paraná. Fonte: Transição Serviços de Agrimensura e Topografia.

### *Edifícios*

Para a posição geográfica de Curitiba (latitude  $25^{\circ}25'28''$  S e longitude  $49^{\circ}16'15''$  W), o norte se configura como a orientação mais adequada em termos de insolação, devido às posições aparentes que o sol ocupa durante o ano. O norte magnético pode ser facilmente encontrado com o uso de uma bússola e, aplicando-se a correção da declinação magnética, pode-se identificar a posição do norte verdadeiro. Assim sendo, as construções que têm suas maiores faces voltadas para esta orientação, em princípio, se apresentam como as melhores opções para implantação das placas solares.

Como pode ser visto na figura 5, dentre as edificações existentes, as que mais parecem se adequar aos propósitos da pesquisa são a cantina e os dois blocos de sala de aulas que possuem seus eixos longitudinais dispostos no sentido Leste-Oeste (bloco C e bloco D).

A cantina funciona em uma construção térrea com cobertura em duas águas, inclinadas para sentidos Norte e Sul (Figura 6). O fato de estar localizada próxima à divisa do lote pode ser desfavorável, uma vez que, devido à sua altura, as árvores vizinhas ou a execução de uma edificação mais alta no terreno ao lado podem produzir situações de sombreamento em partes

do telhado, em datas e horários que apresentem menor altura solar, capazes de prejudicar o desempenho do sistema.

Os blocos C e D são construções de planta retangular, com 05 pavimentos, edificadas com estruturas pré-moldadas, sem beirais e com águas de telhado inclinadas para o norte. Por se tratarem de construções altas, não sofrem sombreamento em suas coberturas causadas por elementos externos. Geralmente, as placas fotovoltaicas requerem uma área maior de captação se comparadas com as termosolares e, em muitos casos, chegam a ser instaladas nas fachadas das edificações, além das coberturas. Se esta estratégia se fizer necessária, o bloco D, menor, (figura 7) pode se mostrar mais interessante do que o bloco C, já que não corre o risco de ser atingido por sombras projetadas de outros blocos.

Para que isto seja determinado de forma segura, verificações mais precisas das condições de insolação e sombreamento das construções serão feitas em simulações computacionais elaboradas por meio de softwares específicos.

### *Simulações*

Atualmente, as simulações computacionais se tornaram um recurso extremamente útil para a



Figura 6 – Foto da cantina



Figura 7 – Foto do bloco D

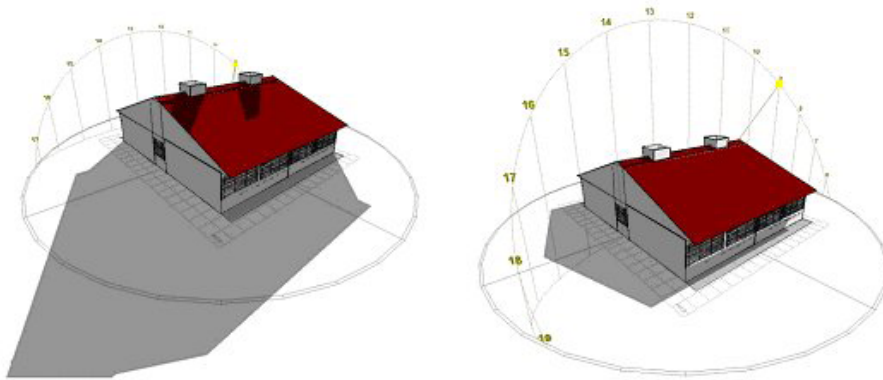


Figura 8 – Exemplo de simulações feitas no software Ecotect, comparando a incidência solar em uma construção na cidade de Curitiba, às 9:00h da manhã, no solstício de inverno - 21 de junho (imagem à esquerda) e no solstício de verão – 21 de dezembro (imagem à direita). Fonte: Dorigo (2007)

identificação do comportamento de edificações com relação às variáveis climáticas. Diversos programas permitem a simulação das condições naturais de insolação e sombreamento e uma das opções mais interessantes diz respeito ao software Ecotect, conforme demonstrado por Marinowski et al. (2004) e Dorigo (2005).

Nascido de um trabalho cujo objetivo principal era criar uma ferramenta que auxiliasse os projetistas a verificar o desempenho ambiental das construções ainda em fase de projeto, este programa apresenta uma interface de modelagem 3D, integrada com funções de simulação e análise, capazes de fornecer dados precisos

para avaliações das condições térmicas, acústicas, de ventilação ou iluminação de edificações. Entrando com as trajetórias e alturas solares referentes às coordenadas geográficas do local determinado, torna-se possível obter, entre outras, as condições de luz e sombra para cada hora e orientação desejadas, como demonstram as ilustrações da figura 8.

A partir disto, serão identificadas as áreas e posições mais adequadas para a instalação de placas solares. A relação entre os espaços disponíveis, a quantidade de coletores e suas capacidades, fornecerão dados a respeito das potencialidades de captação e geração de energia, que serão confrontados então com a demanda dos edifícios.

#### *Avaliação da viabilidade econômica*

Com o conhecimento de quais pontos a energia produzida é capaz de atender, será possível apontar o nível praticável de redução do consumo de energia convencional e, por consequência, de redução dos gastos atuais com a mesma. Considerando então esta possível redução e associando estes valores com os custos de implantação do sistema, surgirá como

resultado o tempo de retorno para recuperação do investimento, parâmetro de determinação de sua viabilidade econômica.

## Resultados esperados e discussão

De forma geral, espera-se conseguir, com a metodologia adotada, obter dados suficientes para a comprovação da viabilidade de uso de sistemas alimentados por fontes renováveis de energia, como forma de reduzir o consumo de energia convencional nos edifícios analisados e no *campus* de forma geral, fazendo com que as conclusões retiradas da pesquisa sejam extensíveis e passíveis de serem aplicadas também em outros casos, sobretudo na cidade de Curitiba ou em outras localidades que apresentem condições climáticas semelhantes.

O levantamento de informações, juntamente com a análise dos dados coletados pela estação meteorológica, cálculos e questões levantadas *in loco* devem possibilitar o conhecimento das possibilidades de captação e aproveitamento de formas alternativas de energia, como a solar e a eólica.

Os dados de consumo relativos às áreas de intervenção escolhidas apontarão para os locais de estudo que melhor se enquadrem ao estudo em questão. Em função disto, serão especificados os sistemas

mais adequados para atender à demanda das situações escolhidas.

Os cálculos e simulações computacionais darão uma visão muito próxima do dimensionamento possível e das capacidades de geração passíveis de serem atingidas e, posteriormente, o confrontamento dos dados reais de consumo com a capacidade de geração dos sistemas apontará a melhor solução.

Intenciona-se, a partir disso, concluir se os sistemas são viáveis para suprir completamente a demanda analisada, se podem auxiliar em parte do suprimento ou se são completamente inviáveis, seja em termos técnicos ou financeiros.

## Discussão

É preciso, entretanto, compreender que a alteração dos paradigmas relacionados às práticas de construção não depende única e exclusivamente da mudança de atitude dos envolvidos nas obras – sejam empreendedores, projetistas ou construtores. Há um outro agente cuja participação é determinante para que sejam atingidos estes objetivos: o governo. A ausência de políticas públicas de incentivo, benefícios ou programas de divulgação e apoio eficientes, voltados para o uso de novos materiais ou tecnologias na construção civil, impediu o desenvolvimento do

setor, o que fez com que as mudanças dependessem de iniciativas pontuais.

A própria política energética brasileira demonstra isso. Embora a oferta de energia solar no Brasil seja muitas vezes maior do que em outros países, a parcela de utilização desta forma de energia, sobretudo para conversão em energia elétrica, é insignificante se comparada com a de outras nações. O mesmo pode se dizer quanto ao potencial eólico do país, ainda subaproveitado. Mesmo tendo, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2009), uma participação de aproximadamente 45% das energias renováveis na oferta interna de energia elétrica, apenas uma parcela ínfimamente pequena tem origem eólica ou solar, demonstrando que o país ainda tem muito a evoluir quando se trata de aproveitamento de recursos como o sol e o vento.

Mesmo em cidades como Curitiba, onde muitos dias do ano apresentam céu encoberto, a energia solar pode se tornar uma alternativa viável, se usada corretamente. A grande questão, em se tratando da energia fotovoltaica em sistemas isolados ou interligados à rede, diz respeito aos custos para sua implementação, muito mais altos se comparados com o preço final pago pelo consumidor em um sistema convencional de energia elétrica. Entretanto, Shayani et al. (2006) aponta que, quando são considerados os

custos totais de implantação da rede convencional desde a sua geração, os custos sociais e ambientais em um período de 30 anos, a diferença é reduzida consideravelmente, tendendo inclusive a chegar a uma reversão do quadro atual.

Embora no Brasil a energia solar para aquecimento de água esteja se popularizando cada vez mais, no universo da construção ainda são poucos os exemplos de aplicação da energia fotovoltaica, e muitos destes estão ligados a pesquisas ou ao meio acadêmico. Um destes exemplos diz respeito ao prédio administrativo do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP), em São Paulo, que recebeu painéis fotovoltaicos em aproximadamente 120 metros quadrados de sua fachada. O sistema consegue produzir, em média, 50% das necessidades de energia elétrica da edificação e, nos fins de semana, o excedente é injetado na rede elétrica. Possibilidade comum nas cidades europeias, a interligação de sistemas alternativos à rede de energia não é permitida em algumas cidades brasileiras, o que acaba por se tornar uma dificuldade a mais para a sua implantação.

As ações, neste sentido, entretanto, estão em constante crescimento. Com o advento do conceito dos “Green Buildings” e a criação de certificações de eficiência energética e sustentabilidade para edificações,

como o *Leadership in Energy and Environmental Design - LEED*, desenvolvido pelo *United States Green Building Council - USGBC*, grande parte destas estratégias passou a se tornar mais comum, minimizando os impactos causados pelas construções. No Brasil, foi constituído em agosto de 2007 o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis – CBCS, entidade que assumiu a missão de organizar e desenvolver ações voltadas para a sustentabilidade, disseminando conhecimentos e fornecendo diretrizes para orientar toda a cadeia produtiva e a sociedade. Isto vem reforçar as discussões e conquistas do Grupo de Trabalho de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC, fundado em 1988, o que gera expectativas favoráveis para o futuro do setor da construção.

Some-se a isto os programas em andamento em países desenvolvidos (*THE SMART GRID*, 2009), que incentivam o uso da produção de energia descentralizada, aproximando a produção do consumo. Viabilizadas através do desenvolvimento de redes inteligentes (*smart grid*), que pretendem, através do uso de redes de comunicação, integrar pequenas centrais geradoras descentralizadas com o sistema de distribuição de energia elétrica das concessionárias.

## Considerações

Fazem-se necessárias mudanças nos paradigmas atuais ou o preço pago pelo desenvolvimento será o esgotamento dos recursos energéticos do planeta.

Muitas são as alternativas para concepção de edificações condizentes com os princípios de arquitetura sustentável. Valendo-se de estratégias bioclimáticas que envolvem desde a correta orientação da construção, uso racional da ventilação e da iluminação natural, inércia térmica de materiais até o uso de diferentes tecnologias construtivas e fontes alternativas de energia, como biomassa, força das marés, uso dos ventos e da luz do sol, o projetista pode interferir significativamente no impacto causado pelas construções.

Pode-se perceber, nos últimos anos, o que parece ser uma crescente preocupação com o esgotamento das fontes energéticas tradicionais, envolvendo de forma direta a maneira como são feitas e como se comportam as edificações. A proliferação de edifícios verdes é uma das conseqüências desta mudança de visão.

Em uma análise superficial, a utilização de energias renováveis em obras ainda representa um aumento nos custos de construção, em comparação com os sistemas convencionais, o que representa um certo obstáculo para a difusão dos sistemas. Este cenário se mostra mais favorável quando são observados os resultados

econômicos a longo prazo, quando se considera que esta diferença de valores tende a reduzir cada vez mais com o passar do tempo e quando são agregados à equação os benefícios sociais e ambientais obtidos.

Uma vez comprovada a viabilidade de uso de energias renováveis em edificações do *campus*, o seu campo de aplicação pode então ser ampliado para outras áreas, tendo diversas possibilidades de utilização, como em iluminação de jardins e estacionamentos, etc. Pretende-se, assim, que as conclusões da pesquisa em questão, além de apontar os possíveis benefícios diretos para a universidade, contribuam para o desenvolvimento da construção

civil brasileira no aspecto do aproveitamento de outras fontes energéticas.

O bom desempenho das construções, refletida através de seus níveis de eficiência energética, é item de fundamental importância para que se consiga reverter o quadro atual de degradação ambiental. Intervenções e melhorias em edificações existentes representam uma das maneiras de se contribuir com isto e, mesmo que pequenas, podem ter enorme abrangência. Afinal de contas, sob a ótica da sustentabilidade, é o conjunto de atitudes individuais que, associadas, irá produzir uma ação conjunta capaz de alterar ou reverter a situação em escala global.



## Referências

- ARKAR, C.; MEDVED, S. “Free cooling of a building using PCM heat storage integrated into the ventilation system”. *Solar Energy, Elsevier*, 2007, n.81, p. 1078-1087.
- BURKE, J.; ORNSTEIN, R. *O presente do fazedor de machados*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999.
- “CBCS - Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis”. Disponível em <http://www.cbcs.org.br/sobreocbcs/>. Acesso em: 12 ago. 2009.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- DORIGO, A. L. *Condições de luz natural em ambientes escolares – estudo do projeto padrão 023 da rede pública de ensino do estado do Paraná*. Curitiba, 122 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.
- FINESTRA *Energia Fotovoltaica na Arquitetura*. São Paulo: Arcoweb, 2009, n. 56, mar.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional 2009 – Ano base 2008: Resultados Preliminares*. Rio de Janeiro: EPE, 2009.
- MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. “Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC”. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável – ENTAC / CLACS. São Paulo, 2004.
- PROJETO DESIGN. *Entrevista: Vanessa Gomes*. São Paulo: Arcoweb, 2007, n.332, out.
- SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. A. G. de; CAMARGO, I. M. de T. “Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais”. In: V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético – CBPE. Brasília, 2006.
- SOUZA, Denise “Energia Eólica”. 2007. Disponível em: [www.fcme.es.gov.br/download/energia\\_eolica.pdf](http://www.fcme.es.gov.br/download/energia_eolica.pdf). Acesso em: 10 ago. 2009.
- “THE SMART GRID – An Introduction”. Disponível em [http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/DOE\\_SG\\_Book\\_Single\\_Pages.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages.pdf). Acesso em: 08 out. 2009.