

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR ATIVA E PASSIVA NA EDIFICAÇÃO

Heliana Maria Ceballos Aguilar – aguilar@ufpa.br

João Tavares Pinho – jtpinho@ufpa.br

Marcos André Barros Galhardo – galhardo@ufpa.br

Franciane Andreza Veloso dos Santos – francivs@ufpa.br

Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

6.1 Arquitetura Sustentável & Energia Solar

Resumo. *Este trabalho descreve conceitos importantes para a utilização de energia solar ativa e passiva em uma edificação, com intuito de se obter um conforto térmico adequado e um balanço energético positivo na mesma. As técnicas descritas são exemplificadas e aplicadas no projeto de uma edificação que servirá como Laboratório de Energias Renováveis e Eficiência Energética, na Universidade Federal do Pará, que incorpora as características de arquitetura bioclimática e eficiência energética com um alto nível de autonomia. No laboratório são usados sistemas de energia solar ativa, para geração de energia elétrica, a fim de suprir parte de sua demanda, e para aquecimento de água, bem como sistemas de energia solar passiva, coerentes com o clima quente e úmido da região, visando à aplicação de técnicas bioclimáticas, aproveitando ao máximo a iluminação e ventilação naturais e materiais da região. Na estrutura da edificação são integrados o sistema solar fotovoltaico, o solar térmico e um sistema de coleta e utilização de águas da chuva. O sistema fotovoltaico é agregado a um sistema híbrido de fontes alternativas interconectado à rede elétrica, operando em conjunto com o sistema elétrico convencional. Os dados da energia gerada e consumida, assim como os parâmetros ambientais necessários para manter as condições de conforto na edificação, serão medidos e armazenados num sistema central, para análise, estudo e controle das variáveis ambientais e elétricas monitoradas no prédio.*

Palavras chaves: *Eficiência energética, Autonomia energética, Energia solar, Arquitetura bioclimática, Energias renováveis.*

1. INTRODUÇÃO

Nos projetos de arquitetura e engenharia há uma maior preocupação na qualidade do ambiente construído quanto ao conforto, à eficiência e à autonomia energética, com a possibilidade de geração de energia através de fontes renováveis não convencionais e como parte integral da edificação. Entende-se que a eficiência energética num processo de conversão de energia é medida pela razão entre a energia útil requerida em um processo e a energia total fornecida a ele. Quanto maior essa relação, maior é a eficiência energética do processo. Aplicando este conceito, diz-se que uma edificação é energeticamente mais eficiente que outra, quando proporciona as mesmas condições de conforto com menor demanda de energia.

Com base no exposto, o presente trabalho descreve as técnicas empregadas para obter um conforto térmico adequado e um balanço energético positivo numa edificação, utilizando energia solar ativa e passiva e fontes alternativas complementares de geração, aplicadas em um estudo de caso, que consiste em um laboratório de energias renováveis e de eficiência energética, que responde às características de arquitetura bioclimática e eficiência energética, com um alto nível de autonomia.

Como objetivos mais específicos para esse laboratório, pretende-se desenvolver e implantar conceitos de geração distribuída interligada à rede elétrica, de efficientização energética e uso racional de energia, a incorporação de sistemas de geração com fontes alternativas na edificação, e de supervisão e controle dos parâmetros envolvidos com a geração e o consumo de energia elétrica.

2. CONCEITOS APLICADOS NA EDIFICAÇÃO

2.1 Eficiência Energética

A eficiência energética em uma edificação está determinada pela correta utilização da iluminação e equipamentos para obter o máximo de rendimento da energia utilizada, propiciando uma economia efetiva, que, além de reduzir o consumo, reduz a expectativa de demanda do sistema elétrico como um todo e, conseqüentemente, contribui para a redução dos riscos de racionamento, o aquecimento global e o aumento de preços. Dentro das ações que contribuem para um uso eficiente da energia no ambiente construído, ressaltam-se: geração de energia com fontes alternativas; integração de sistemas de iluminação natural e artificial, utilização de sistemas de controle, sistemas de climatização natural, com apoio de equipamento mecânico, somente quando necessário. Assim, a arquitetura bioclimática, ou de “alta eficiência energética”, é o pilar de aproveitamento das energias renováveis, mediante a adequação do projeto, geometria, orientação e construção do edifício adaptada às condições climáticas do local e ao entorno.

2.2 Autonomia Energética

O modelo de edificação exposto, dentro de uma viabilidade prática, pretende alcançar uma autonomia significativa de energia, com base em geração de energia com fontes alternativas, com uma abordagem sistêmica desde o início do próprio projeto de arquitetura. Essa abordagem requer uma metodologia cíclica de projeto baseada no que se pode chamar de "Arquitetura Eficiente", na qual, além dos conceitos de projeção arquitetônica usados, há a energia necessária para suprir grande parte da própria demanda, mediante a utilização de energias renováveis com diversos tipos de fontes de geração. Assim, a geração de eletricidade derivada de fontes renováveis e a utilização de sistemas de energia solar ativa e passiva convertem-se em elementos de grande importância nesta edificação, que têm como finalidade principal conseguir uma alta autonomia energética.

2.3 Inércia Térmica

Uma edificação tem a capacidade de armazenar energia em forma de calor, e liberar para o exterior quando a temperatura do entorno for menor que a de seus materiais; chama-se de inércia térmica a capacidade de realizar esse processo, a qual é medida com base na capacidade térmica, a partir da quantidade de calor que possa armazenar um elemento por unidade de massa, ao incrementar sua temperatura. Quanto maior a inércia térmica, melhor é o isolamento e mais constante a temperatura no interior.

As regiões onde a amplitude da variação de temperatura se apresenta tão pequena, como em regiões tropicais quentes e úmidas, como é o caso em estudo (amplitude anual em torno de 4°C), a massa leve é recomendada, pois nela os processos de mudança de fluxo de calor são mais rápidos.

Contando com uma inércia térmica adequada e com elementos com uma adequada isolamento, pode-se assegurar conforto interior durante as horas de maior temperatura e radiação solar no exterior e, dessa forma, controlar o excesso de calor. (Andrade 1997).

3. LOCALIZAÇÃO E DADOS CLIMATOLÓGICOS

O prédio está localizado na cidade de Belém - PA, cidade com coordenadas geográficas de 01° 23'S e 48° 29'W, no Campus da Universidade Federal do Pará. Belém apresenta um clima quente e úmido, com alta pluviosidade (2.834 mm) e alta umidade (média anual de 86%) e pouca variação entre as temperaturas diurna e noturna. A temperatura média é de 25 °C em fevereiro e 31 °C em julho. Na tabela 3.1, são apresentados os dados gerais da cidade de Belém (castro Filho, 1995).

O local também recebe uma importante parcela de radiação, que será aproveitada para a geração fotovoltaica no prédio. Na tabela 3.2, obtida a partir do programa METEONORM 4.0, mostram-se os meses de maior e menor radiação solar média para Belém.

Tabela 3. 1 – Dados gerais dos elementos climáticos da cidade de Belém.

| | |
|--|---------|
| Temperatura média (°C) | 25,9 |
| Temperatura máxima (°C) | 31,4 |
| Temperatura mínima (°C) | 22,4 |
| Insolação menor (Wh/m ² .dia) | 4.100 |
| Umidade relativa média (%) | 86,0 |
| Precipitação Anual Média (mm) | 2.834,0 |
| Velocidade média do vento a 10 m (m/s) | 3,0 |

Tabela 3.2– Radiação solar para a cidade de Belém.

| Meses | Irradiação solar (Wh/m ² .dia) |
|-----------|--|
| Fevereiro | 4,104 |
| Abril | 4,104 |
| Mai | 4,896 |
| Agosto | 6,024 |
| Outubro | 5,880 |

Os ventos predominantes, representados pela rosa-dos-ventos projetada para Belém, e segundo (Liébard 2004), provêm do leste e nordeste, favorecendo a localização das aberturas na edificação para os setores norte e leste.

Na carta bioclimática traçada para Belém, Brito (2002) determina que o desconforto é provocado pelo calor e é percebido em 94% das horas do ano. Isso resulta na necessidade de usar a ventilação cruzada como principal estratégia, pois em 71% do tempo resolveria o problema de desconforto. Na figura 3.1, nota-se que a zona 2 (de ventilação) e a zona 5 (de ar condicionado) são as mais representativas, e a zona 1 (de conforto) tem uma pequena percentagem na carta, correspondendo a 6,0% das horas do ano.

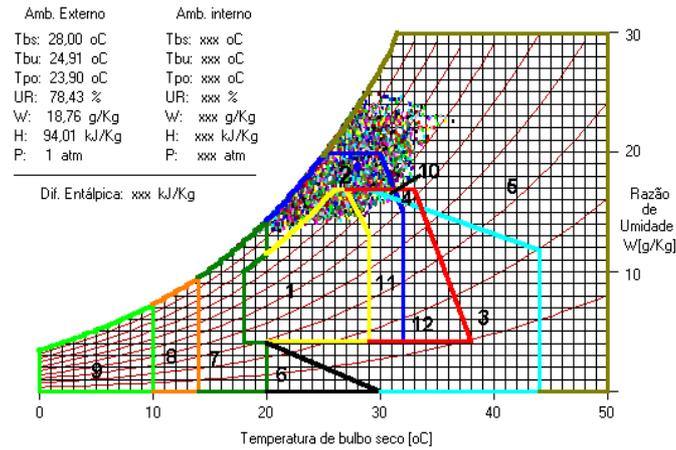


Figura 3.1– Carta bioclimática para a cidade de Belém.

O prédio foi concebido sob os conceitos de iluminação e ventilação naturais, refletindo assim, nos seus espaços e volumes arquitetônicos, a importância que as energias renováveis e suas formas têm para o laboratório. O posicionamento foi concebido com relação à trajetória aparente do sol, para se obter uma iluminação natural adequada e amenizar a radiação solar direta. A figura 3.2 mostra as trajetórias solares em diferentes épocas do ano, com relação à edificação.

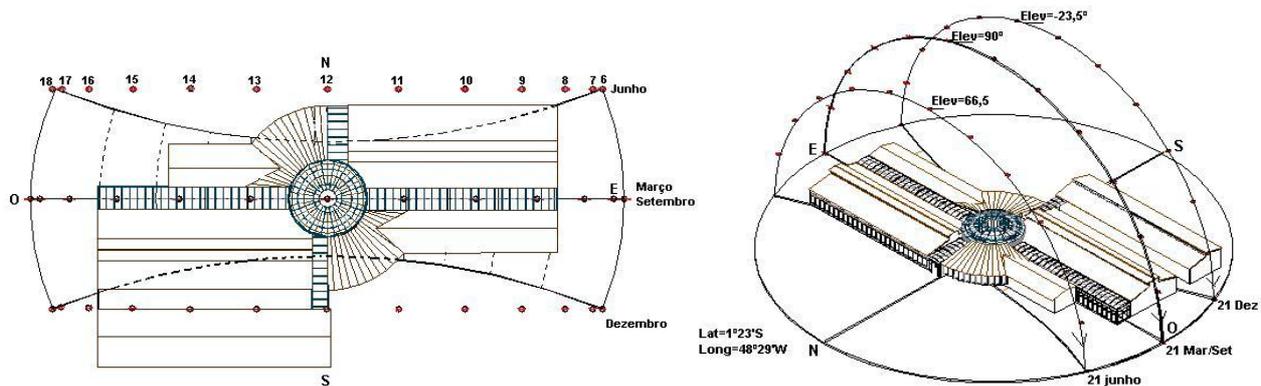


Figura 3.2– Trajetórias solares com relação à edificação.

4. DESCRIÇÃO DO PRÉDIO

O prédio é de um pavimento, com 1.270 m² de área, formado por módulos retangulares e um módulo circular central. A funcionalidade tecnológica e arquitetônica do prédio, além de responder à simbologia requerida, responde também aos critérios bioclimáticos ligados às necessidades do laboratório. A figura 4.1 apresenta a maquete volumétrica na vista superior e a figura 4.2 a planta baixa geral da edificação. Nota-se que o prédio possui toda a estrutura que o laboratório precisa para seu funcionamento.



Figura 4.1 – Vista superior da maquete volumétrica do prédio. Em destaque a primeira fase já construída.

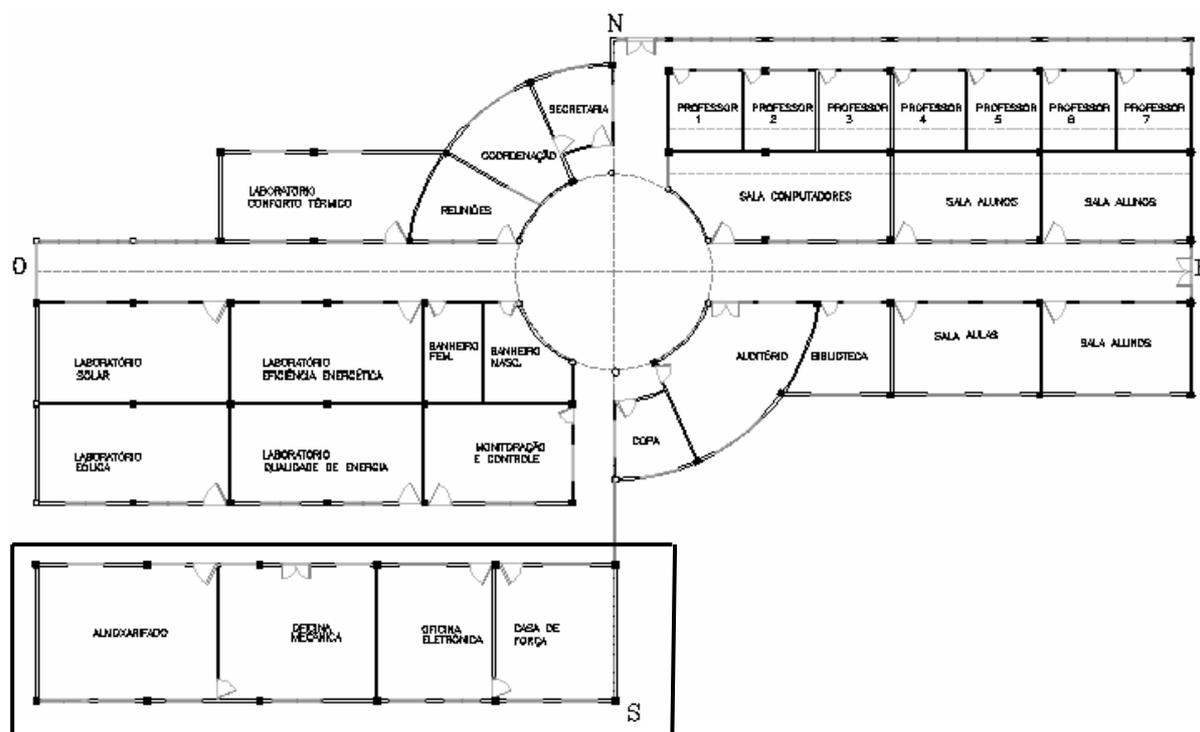


Figura 4.2 – Planta baixa. Destaca-se a área já construída.

Na primeira fase do projeto, foi construído o módulo de oficinas (em destaque nas figuras 4.1 e 4.2), com uma área de 230 m², divididos em 4 espaços: almoxarifado, oficina elétrica, casa de força e a sala de monitoração e controle. A figura 4.3 mostra a primeira fase construída.



Figura 4.3 – Módulo de oficinas já construído.

Os outros módulos da edificação serão construídos em outras fases do projeto, que já se encontram com recursos parcialmente liberados. Os corredores entre os módulos a serem contruídos, foram projetados para desempenhar importante papel na circulação do ar aos diferentes ambientes da edificação.

5. SISTEMAS DE ENERGIA UTILIZADOS

5.1 Sistemas ativos de energia

Para atendimento da demanda energética do prédio, prevê-se o uso de um sistema híbrido, composto por um sistema fotovoltaico complementado com fonte eólica e um grupo gerador a biodiesel, interligado à rede de distribuição da concessionária local. O sistema é instalado para operar em conjunto com a rede do sistema elétrico da concessionária, isto é, o prédio é suprido de eletricidade de ambas as fontes, e, se seu consumo for menor do que a energia gerada pelo sistema híbrido, o excedente pode ser injetado na rede de distribuição.

Energia solar fotovoltaica. A proposta inicial é de instalar um sistema de geração fotovoltaica que atende a carga de iluminação do prédio, admitindo uma autonomia de 2 horas durante 5 dias por semana. No entanto, o sistema está projetado para que, quando não houver oferta de energia da concessionária, atenda uma autonomia de 2 horas semanais para as cargas consideradas como prioritárias: um computador; uma impressora e uma lâmpada para cada ambiente. Esta exigência seria atendida por um sistema fotovoltaico, que apresenta como requisito básico 20 módulos fotovoltaicos de 100 Wp, 12 baterias de 150 Ah, um inversor que suporte uma potência de 7.500 W, além de um controlador de carga de 40 A.

Os módulos são integrados à edificação, adaptados à inclinação do telhado e orientados para o norte geográfico, sem perdas por sombreamento, e estão colocados sobre um mesmo plano, para favorecer a oferta solar anual. O sistema de fixação é uma estrutura metálica, onde serão montados os módulos, que suporta todas as cargas mecânicas e o vento, assim como as tensões térmicas ao longo da vida útil esperada do arranjo fotovoltaico.

Eólica. A geração eólica é proveniente da utilização de um aerogerador de 7,5 kW, montado sobre uma torre treliçada de 30 m de altura, localizada na beira do rio, no extremo sul do terreno.

Grupo gerador. Um grupo gerador a diesel/biodiesel, de 5 kW, servirá basicamente para a realização de testes, estudos, pesquisas e simulações de geração híbrida. Também atenderá à carga prioritária (4 kW), somente no caso de faltarem ambas as fontes (renováveis e rede).

Energia solar térmica. É especialmente usada para produção de água quente sanitária. Na maior parte das utilizações a que está destinada (domésticas e de pesquisa) não se exige temperaturas superiores a 50°C, o que faz com que em Belém, a radiação seja ser suficiente para o pleno aquecimento da água. Os coletores solares são colocados na área de testes e estão integrados ao sistema de coleta e distribuição de água da edificação.

5.2 Sistemas solares passivos

Trata-se de projetar e aportar soluções construtivas que permitam ao edifício se proteger da alta radiação solar característica da região, e se adaptar segundo as necessidades de resfriamento ou iluminação. O projeto não se restringe só às características arquitetônicas adequadas, pois também se preocupa com o desenvolvimento de equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação e com o uso de materiais de alta eficiência energética.

Como visto na figura 4.2, a fachada principal está voltada para o lado norte, com uma inclinação máxima de 45° da direção principal dos ventos dominantes, garantindo uma ventilação adequada, que conduz à estratégia de ventilação cruzada determinada para Belém. Segundo (Cabral 1995), nos climas quentes e úmidos a dimensão horizontal deve ser alongada e perpendicular aos ventos dominantes, objetivando a maximização das perdas de calor por convecção.

O lado leste (nascer do Sol) tem radiação solar menos intensa e é voltado para a direção do vento (no máximo 45° da sua direção principal), garantindo assim um acesso mais ameno ao sol e evitando o sobre-aquecimento. Nessa parte, estão localizados os espaços com uma ocupação constante a maior parte do dia, destinados para atividades de escritório e de permanência no local. Do outro lado (oeste), encontram-se os laboratórios, são espaços com uma ocupação menos constante, de áreas maiores, com menos obstáculos e divisões, nos quais a renovação de ar é mais fácil, tendo menor acúmulo de calor latente.

Para o lado sul encontram-se os espaços que, pelas suas características funcionais, precisam se afastar da zona central pública, pois as atividades ali desenvolvidas geram ruído, calor de equipamentos, além de precisar de acessos adicionais. Esses espaços são oficinas, casa de força e almoxarifado.

No bloco circular anexo ao volume central, encontram-se as áreas destinadas ao alto fluxo de usuários, além de terem maiores possibilidades de acesso. A concepção espacial do centro determina o tipo de atividades a realizar ali, como mostra a figura 4.2. É o centro da edificação, trabalhado para obter uma ventilação e iluminação naturais, que derivem para os espaços construtivos anexos, apoiados por um exaustor no ponto central.

Ventilação natural. A ventilação utilizada é de conforto, ou seja, com função de resfriamento fisiológico, e indicada devido à ocorrência de temperaturas médias máximas em torno de 29°C, atingindo temperaturas absolutas máximas em torno de 36°C e apresentando um alto teor de umidade relativa no ar, com média superior a 80% em todos os meses do ano. Nas análises derivadas da carta bioclimática, (ver figura 3.2) determina-se a ventilação cruzada como principal estratégia, e a necessidade de ar condicionado em uma percentagem significativa, fazendo da climatização mista (ora natural, ora artificial), a forma de climatização mais adequada. Levando em consideração que a amplitude da variação da temperatura não é significativa para promover a ventilação por diferença de temperatura, determina-se o uso de grandes janelas para ventilação cruzada, mediante a circulação de ar pelos ambientes da edificação, apoiada pela diferença de volumes, os desníveis na cobertura e o direcionamento de suas águas que produzem uma grande movimentação no telhado, criando áreas importantes de sombreamento e ventilação, que permitem o acesso dos ventos nos diferentes blocos. São aberturas baixas com o corpo principal controlado pelo usuário, procurando que o fluxo de ar atinja o corpo dos ocupantes, e também, através das venezianas ventiladas no teto e aberturas inferiores nas paredes. O uso de aparelhos de ar condicionado é setorial e esporádico, por decisão do usuário, motivado por questões de conforto higrotérmico, mostrando assim que a integração entre sistemas naturais e artificiais é a maneira mais adequada para obter o conforto térmico ao longo de todo o ano, com uma adequada economia energética.

Na edificação, para uma velocidade média incidente do vento de 3 m/s, obtém-se uma média de trocas de ar de 31 m³/h, valor adequado em função das atividades realizadas no mesmo. Também foram levadas em consideração o número de renovações de ar quando na ausência de vento, pois esta pode diminuir até 50%, conforme as taxas calculadas. Assim, nos espaços de ocupação constante, onde a renovação de ar deve ser melhor distribuída dentro do ambiente, são projetadas aberturas com um área de entrada maior nas paredes laterais e a de saída menor na parte superior, como mostra a figura 5.1.

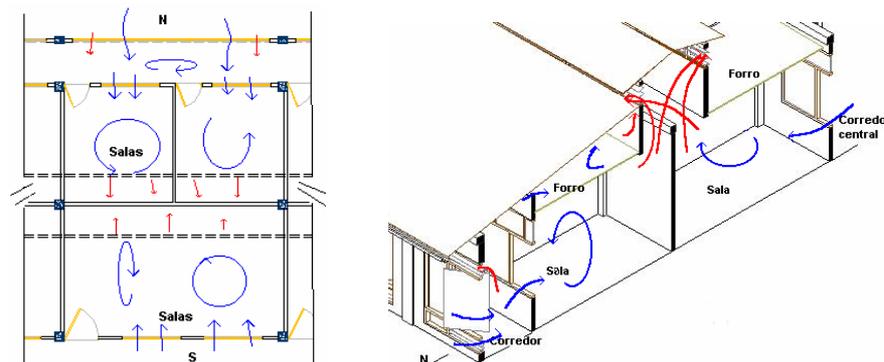


Figura 5.1 – Esquema de ventilação dos espaços com ocupação constante.

Nos outros espaços como laboratórios, almoxarifado e oficinas, as aberturas para ventilação são dimensionadas para obter um número de renovações de ar maior, pois são espaços de maior área e possibilidades de ocupação de equipamentos que geram calor, além das pessoas, projetando-se então aberturas de entrada e de saída iguais (ver figura 5.2). Nos laboratórios, por terem aberturas só em uma parede, a ventilação natural estará apoiada com ventilação mecânica.

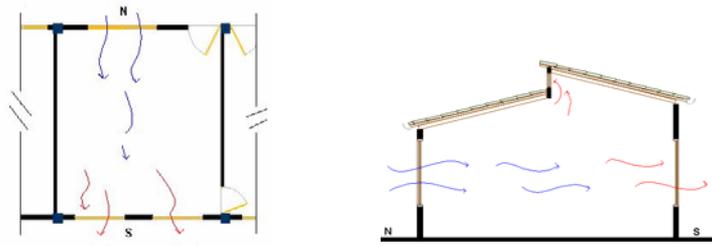


Figura 5.2 – Ventilação no almoxarifado

Iluminação natural. A quantidade de luz natural recebida pela edificação em todos os espaços depende especificamente da incidência de luz solar indireta e/ou refletida, pois ele não recebe radiação solar direta nos espaços internos. Para um adequado funcionamento de uma edificação, é preciso garantir uma iluminação mínima de 150 lux, entre as 8 horas e 16 horas em 100% dos dias do ano (Ferreira, 2002). Para isso são utilizados dois sistemas de iluminação natural: lateral e zenital, colocando as tarefas que mais requerem concentração, sempre que for possível, perto das janelas. As aberturas são altas e largas, com uma altura de 0,85 m (área de trabalho) e com altura sob a verga de no máximo 30 cm. Assim, embora proporcionem uma iluminação menor que as janelas baixas, sua uniformidade é maior e o ponto de iluminação médio horizontal translada-se mais para o interior. Essas aberturas permitem melhor distribuição da luz natural, pois as janelas baixas provocam uma luz rasante, que gera sombras muito incômodas (Frota, 2001). Na figura 5.3, mostra-se a tipologia de janelas.



Figura 5.3 – Aberturas laterais para iluminação e ventilação naturais.

Pelo uso da edificação, que exige uma iluminação indireta, projetam-se aberturas tipo *shed* e domos com passagem de radiação solar controlada. As tipo *shed*, que possuem uma superfície vertical envidraçada, são utilizadas nos espaços onde é preciso uma maior iluminação para tarefas específicas e a luz lateral pode não ser suficiente. As tipo domo, embora acredite-se que para mais de 10% de iluminação zenital direta já exista concentração de calor, são utilizadas nos espaços onde a permanência é menor, ou de circulação. A figura 5.4 mostra a iluminação zenital usada na primeira fase do prédio.

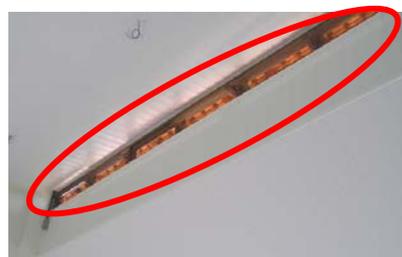


Figura 5.4 – Aberturas superiores para iluminação e ventilação.

6. MATERIAIS APLICADOS

As fachadas principais (norte e sul) não recebem radiação solar direta na maior parte do ano (ver figura 3.2); propõe-se o alongamento do telhado e no entorno um material de baixa refletância, para amenizar a radiação recebida. Na fachada leste, que recebe o sol da manhã e é atingida pelos

ventos dominantes, é usada uma pintura refletiva aluminizada, que reflete os raios solares e diminui a passagem de calor para o interior. Na fachada oeste, que recebe os raios solares das horas da tarde, é construída uma parede dupla com um isolante térmico de painéis de lã de vidro entre elas, de 5 cm de espessura. A figura 6.1 mostra a colocação dos painéis na primeira fase. As paredes da edificação são em tijolo cerâmico de 6 furos, de 10 cm, com reboco emassado e pintura acrílica de cor branco-gelo.



Figura 6.1 – Colocação do isolante térmico na parede dupla.

Cobertura. A cobertura é em telhas de barro cerâmico tipo Plan, com estrutura em madeira padrão da região. Como isolante térmico, uma manta de fibra de vidro 20 mm de espessura com uma face aluminizada e forro interno em PVC. Para evitar os ganhos solares por transmissão, adicionalmente a estrutura possui contra-caibros para facilitar a circulação de ar e uma inclinação de 25% para propiciar um deságüe rápido. As aberturas superiores de ventilação são distribuídas uniformemente no telhado, para saída de ar quente e, aliadas aos diversos volumes, contribuem significativamente para os processos de ventilação natural do edifício. A figura 6.2 mostra a constituição da cobertura.



Figura 6.2 – Estrutura da cobertura.

7. REUTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS DA CHUVA

Serão instaladas duas redes hidráulicas, uma para a água tratada e outra para a reusada, e serão utilizados dois reservatórios que alimentam as redes para cada uso diferente. Propõe-se utilizar a água da chuva, mediante a utilização do telhado e calhas para sua captação, a qual é dirigida para uma caixa d'água. A água captada poderá ser usada para funções diversas, tais como: descarga de vasos sanitários, rega de jardins, lavagem de pisos e todas aquelas que não são para consumo humano.

8. CONCLUSÕES

A edificação descrita apresenta características especiais, aliadas ao uso de equipamentos eficientes e materiais apropriados, orientação e localização que correspondem às condições do lugar; proporcionando serviços adaptados ao uso intencional do edifício, devendo operar de tal maneira que se tenha um uso de energia muito mais baixo, quando comparado com outros de características similares. O edifício prevê um tratamento especial aos problemas referentes à eficiência energética, o abastecimento de água, o tratamento dos esgotos e resíduos, o conforto da

edificação, a energia que emana e flui pelos materiais e ambientes, o clima e a cidade, abordados de uma maneira holística e sintetizados em forma de soluções próprias a uma edificação que representa uma instituição e que propõe soluções genéricas para as necessidades estabelecidas, além das possibilidades de uso extensivo pela população.

REFERÊNCIAS

- Andrade S. F., 1997. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. Dissertação de mestrado. UFSC, Santa Catarina.
- Associação brasileira de normas técnicas; **norma ABNT – 5413: Iluminância de interiores**.
- Barroso C., 2002. **Bioclimatismo no projeto de arquitetura: dicas de projeto**; Rio de Janeiro.
- Brito A. U., 2002. **Edificações energeticamente autônomas e eficientes**; Dissertação de mestrado; PPGEE/UFPA Belém.
- Cabral C. **Clima e morfologia em Belém**. UFPA. Belém, 1995.
- Castro F., C., 1997. **Exemplos de arquitetura tropical erudita e suas adequações na Amazônia**. UFPA Belém.
- Ferreira dos Santos, 2002. **A arquitetura e a eficiência nos usos finais da energia para o conforto ambiental**; Dissertação de mestrado; São Paulo.
- Frota A. B., e Schiffer S. R., 2001. **Manual do conforto térmico**. São Paulo.
- Givoni B, 1992. **Confort, climate analysis and building design guidelines**; vol 18; Londres.
- Goulart S., 1998. **Dados climáticos para projetos e avaliação energética de edificações para 14 cidades Brasileiras**; Rio de Janeiro.
- Ibam/Eletrobrás/Procel; **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**; Rio de Janeiro, 2002.
- Lamberts R., Dutra L, e Pereira F. O. R., 1997. **Eficiência energética na arquitetura**; São Paulo.
- Liébard A., 2004. **Guide de l'architecture bioclimatique. 3. Construire em climats chauds**; Paris.
- Toledo E., 1999. **Ventilação natural das habitações**; EDUFAL; Maceió.
- Scigliano, S., 2001. **IVN. Índice de ventilação natural. Conforto térmico em edifícios comerciais e industriais em regiões de clima quente**; São Paulo.

UTILIZATION OF ACTIVE AND PASSIVE SOLAR ENERGY SYSTEMS IN BUILDINGS

ABSTRACT

This work describes important concepts to be used in passive and active solar energy design for buildings, in order to achieve adequate thermal comfort and a rational use of energy. The concepts are applied in the project of a building, that serves as a laboratory of Renewable Energies and Energy Efficiency, in the Federal University of Pará, Brazil, which incorporates characteristics of bioclimatic architecture and energy efficiency with a high level of autonomy. The laboratory uses active solar systems for electric power generation, in order to supply part of its demand, and a solar water heating system, as well as passive solar energy systems adequate to the hot and humid climate of the region, applying bioclimatic technologies, using as much as possible the natural illumination and ventilation and regional materials. The solar photovoltaic, solar thermal, and the rain-water collecting systems are integrated in the building structure. The photovoltaic system is part of a hybrid system connected to the grid, operating together with the conventional electric system. The data about the generated and consumed energy, as well as of several environmental parameters necessary to maintain the building comfort conditions, will be monitored and stored in a central data acquisition system for analysis, also serving as basis for several researches. The objective is to reduce the total demand of energy in the building, through the use of efficient systems and

equipment, contributing to the preservation of environment, spreading of the knowledge about energy generation and energy use with minimal environmental degradation.

Keywords: energy efficiency, energy autonomy, solar energy, bioclimatic architecture, renewable energies.