

PROJETO DE LABORATÓRIO DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL COM APLICAÇÕES DE CONCEITOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Marcela Monteiro – arq3m@yahoo.com.br

Filomena Longo – menamatagmail.com

Rodrigo Lauria – lauriaarquitetura@hotmail.com

Ana Lúcia Maia – ana.maia223@gmail.com

Universidade da Amazônia, (UNAMA).

André Nascimento – andrecavnas@gmail.com

João Paulo Nascimento – jota.pcn@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA).

Marco Valério Vinagre – valeriovinagre@gmail.com

Universidade da Amazônia, (UNAMA).

Resumo. Atualmente fontes de energia não renováveis são utilizadas em larga escala, contudo sabe-se que estas poderão ser esgotadas. Dessa forma, esforços e estudos buscam novas alternativas para a geração de energia a um nível sustentável. Uma das tecnologias renováveis que vem sendo cada vez mais utilizada nos países desenvolvidos é a energia solar fotovoltaica. Com esse enfoque, o presente artigo apresentará o projeto do Laboratório de Arquitetura Sustentável e Eficiência Energética (LASEN), que será implantado nas instalações da Universidade da Amazônia (UNAMA), em Belém-PA. A proposta visa criar um modelo de laboratório didático e experimental, que possa ser utilizado como referência no aspecto energético, trazendo soluções que embasarão diretrizes para a instalação de painéis fotovoltaicos nas edificações da região Amazônica. Serão abordados aspectos referentes às medidas adotadas para adequação bioclimática do prédio, os sistemas fotovoltaicos utilizados e o balanço energético estimado para a edificação.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos, Eficiência energética, Diretrizes bioclimáticas.

1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais e escassez de recursos energéticos são temas cada vez mais discutidos. Nas últimas décadas, a preocupação com a possível falta de recursos energéticos se difundiu por todos os setores, sendo a área da Construção Civil, foco desta pesquisa, uma das maiores consumidoras do uso primário de energia.

O setor é o responsável por uma alta parcela do gasto energético mundial, em todas as etapas de seu processo, como a fabricação, distribuição e transporte de materiais, ou até mesmo durante o uso da edificação, ar condicionado, excesso de iluminação artificial, questões provenientes de um projeto mal elaborado, o que se configura em atitudes contra as metas de redução de emissões de gases do efeito estufa. Fato que pode ter sua origem em função do desenvolvimento tecnológico a partir da Segunda Guerra Mundial, que trouxe uma homogeneidade na produção arquitetônica mundial, como por exemplo, materiais que podem ser encontrados em diversos lugares.

Segundo Bogo et al. (2011), “Na arquitetura sustentável, o que prevalece são os valores de uma arquitetura comprometida com a sustentabilidade do planeta e da sociedade humana, englobando as diferentes manifestações culturais-estéticas-arquitetônicas”. Com esse enfoque, o presente trabalho, buscou discutir eficiência energética, através do estudo do uso da radiação solar e da luz natural, tanto para a iluminação interna, como para geração de energia fotovoltaica, reduzindo o consumo energético.

As edificações dos setores residencial, comercial e públicos são responsáveis por aproximadamente 50% do consumo de energia elétrica no Brasil, principalmente pelo consumo das iluminações artificiais e por climatização de ambientes (RIO DE JANEIRO, 2014). Para reverter esse quadro, criam-se soluções sustentáveis que, ao lado de tecnologias limpas como o uso de sistemas fotovoltaicos, contribuem positivamente para a redução do consumo de energia em edifícios.

Didoné, Wagner e Pereira (2014) defendem que a energia fotovoltaica é a tecnologia mais adequada para as envoltórias das edificações visto que houve uma queda nos preços dos módulos, resultante dos novos mercados, associados à possibilidade de instalação dos painéis nos locais onde a energia é consumida, de maneira adaptada ou integrada ao edifício, e fazendo do fotovoltaico uma tecnologia ideal para ambientes urbanos.

A tecnologia solar fotovoltaica (FV) que é gerada através de fonte renovável, opera de forma simples, silenciosa e não poluente, e, como foi dito anteriormente, pode ser integrada ou adaptada a edificações através dos módulos fotovoltaicos (RÜTHER, 2004). Os módulos FV podem ser instalados em coberturas, fachadas, pérgolas ou brises,

substituindo ou não materiais convencionais ou, até mesmo, sendo os próprios materiais de vedação (CHIVELET e SOLLA, 2010). A integração de módulos FV às edificações produz os chamados Sistemas Fotovoltaicos Integrados à Edificação, BIPV, do inglês Building Integrated Photovoltaic Systems, enquanto que a adaptação chama-se Sistema Fotovoltaico Adaptado à Edificação, BAPV, ou Building Added or Adapted Photovoltaic Systems. As diferentes formas e cores de módulos FV existentes no mercado possibilitam uma grande variedade de aplicações destes materiais como elementos construtivos e de composição arquitetônica. Estas diversas formas de uso da tecnologia fotovoltaica na arquitetura vem sendo estudada por vários pesquisadores, que apontam que mesmo quando os módulos não estão instalados na orientação ideal, é possível obter um bom rendimento energético para o sistema, o que contribui para uma melhor composição arquitetônica. (ZOMER et al., 2012)

Dessa forma, o presente trabalho apresenta o projeto do Laboratório de Arquitetura Sustentável e Eficiência Energética (LASEN), que será edificado em Belém (PA), no campus da Universidade da Amazônia – UNAMA, cidade com grande potencial de geração fotovoltaica. A proposta apresenta sistemas BIPV e BAPV, como forma de estudo e avaliação do potencial de geração de diversas tecnologias, em função das posições que os módulos FV ocuparão nas fachadas e coberturas e nas diversas orientações, tendo em vista estudar seu balanço energético estimado. Além disso, apresentará as estratégias sustentáveis e bioclimáticas adotadas, a fim de priorizar os sistemas passivos e reduzir o consumo energético da edificação.

2. LABORATÓRIO DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – LASEN

O Projeto do LASEN (Laboratório de Arquitetura Sustentável e Eficiência Energética) foi concebido buscando-se um modelo de laboratório com características didáticas e experimentais, para a realização de atividades, estudos e testes voltados à pesquisa sobre energia fotovoltaica, totalizando uma área construída de 89m², a ser edificado na Universidade da Amazônia – UNAMA, em local livre de influências de prédios altos que possam gerar perdas por sombreamentos, próximo ao estacionamento (Fig. 1).

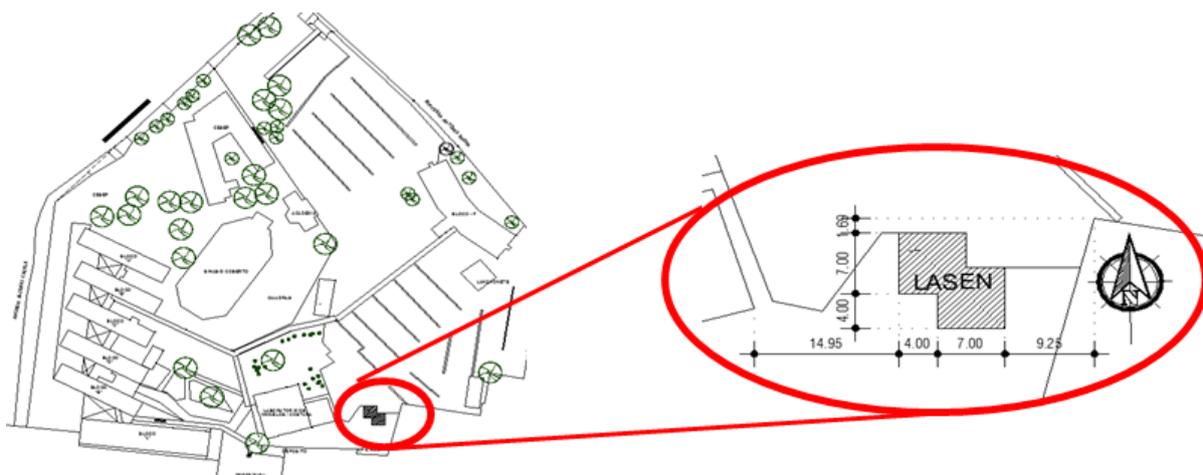


Figura 1 – Implantação do Laboratório – LASEN

Fonte – Autores

A busca pela eficiência energética do laboratório foi uma das premissas básicas do projeto, que procurou atender a esse aspecto aplicando os conceitos da arquitetura bioclimática e sustentabilidade. A primeira etapa de projeto partiu do estudo do terreno e de seu entorno em relação a sua localização geográfica. Assim, a escolha do local para implantação do edifício objetivou aproveitar a energia solar, evitar perdas por sombreamentos de edificações vizinhas, favorecer a ventilação predominante da orientação leste, criar elementos com vegetação, para promover redução de temperaturas superficiais e melhorar o microclima local. O local favorecerá a visualização e contemplação por parte de alunos, funcionários e professores que circularão próximo, a fim de despertar interesse no que se refere ao projeto fotovoltaico.

Soluções de projetos arquitetônicos, aliadas as novas tecnologias e materiais de construção, podem permitir uma maior flexibilidade para os espaços destinados à pesquisa, notadamente em laboratórios. Outro enfoque abordado na proposta será o aspecto sustentável e bioclimático com propostas de soluções que priorizem estratégias passivas, como ventilação natural e sombreamento, com preocupação em redução do consumo energético. A acessibilidade representa outra premissa do projeto, na concepção de ambientes que favoreçam o uso por todos os indivíduos independentes de suas limitações físicas e sensoriais, desenvolvida a partir dos conceitos de inclusão social e desenho universal.

Para a elaboração do programa de necessidades do projeto, buscou-se avaliar os ambientes básicos que favorecessem a realização de reuniões e estudos, sendo uma edificação aberta aos professores, alunos de arquitetura, engenharia civil e elétrica. Desta forma, foram adotados os seguintes ambientes: recepção, espaço de acolhida aos usuários e visitantes do laboratório; sala de aula, destinada às atividades didáticas, de pesquisa em grupo e também aquelas futuramente desenvolvidas com os discentes da instituição, assim como terá espaço para instalação de uma

bancada didática; copa, destinados para pequenas refeições e para dar auxílio aos usuários do laboratório; lavabo, com dois espaços (masculino e feminino), adaptados para pessoas com deficiências; sala de reunião, destinada às reuniões e atividades de pesquisa desenvolvidas pelo grupo; sala dos bolsistas, destinada às atividades de pesquisa e sala dos inversores (Fig. 2).

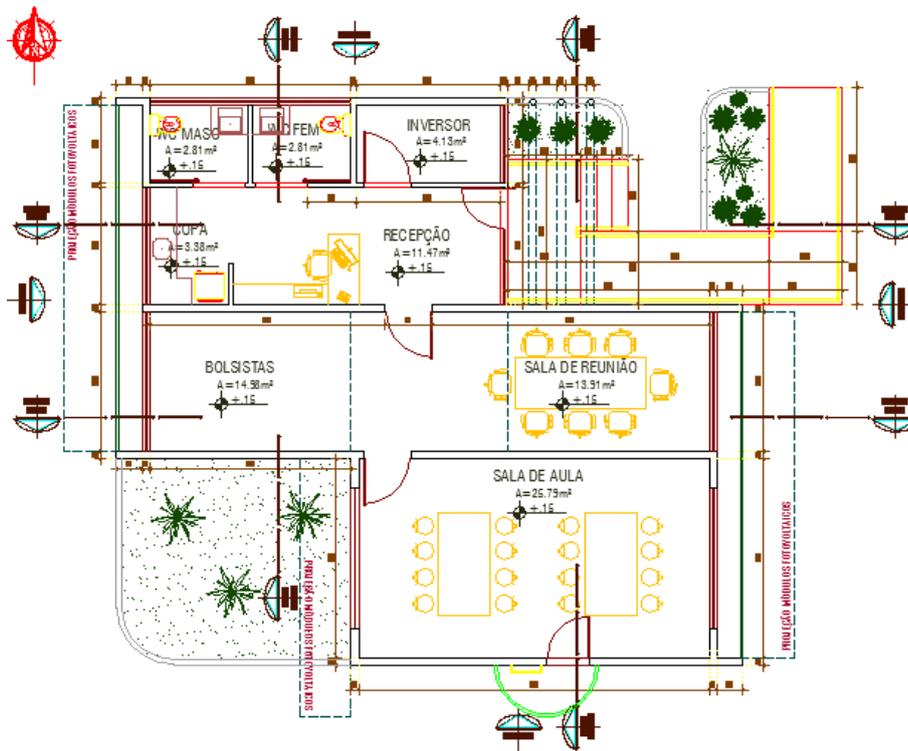


Figura 2 – Lay-out do laboratório – LASEN

Fonte – Autores

2.1 O conceito adotado para adaptação e integração dos sistemas FV

Os conceitos de percepção de ordem e a composição arquitetônica da instalação visam à percepção da unidade e uma organização coerente dos elementos que a compõe. Com relação ao aspecto ordem arquitetônica, ocorre quando princípios fundamentais regulam a disposição dos elementos de uma composição e, seus princípios orientadores apoiam-se mutuamente. No âmbito da forma arquitetônica, considera-se que precisa ser inteligível para todos os sentidos e ter um intrínseco tipo de ordem que pode ser compreendido dentro dos parâmetros da percepção humana. Dessa forma, a concepção do projeto utilizou aspectos relacionados com proximidade, similaridade e agrupamento de orientação, quando apresenta um conjunto de módulos fotovoltaicos dispostos próximos uns dos outros com orientação semelhante, predominantemente horizontal, em parte da área da cobertura e nas áreas de fachada, onde os módulos estão dispostos em grupos de tamanhos semelhantes e espaços regulares entre si.

Outro conceito adotado foi a regularidade através do ritmo, percebido pela repetição da estrutura de suporte dos módulos PV, que pode ser observado nas fachadas, pelos apoios com mãos francesas para os brises horizontais. A simplicidade é outro fator adotado na proposta arquitetônica, por apresentar uma estrutura simples de suporte e manter neutralidade, permitindo que os módulos fotovoltaicos sejam os principais elementos compositivos.

2.2 Sistemas fotovoltaicos utilizados associados às diretrizes bioclimáticas

Na concepção da edificação, as diretrizes projetuais visaram o equilíbrio entre tecnologia e meio ambiente sob ponto de vista da eficiência energética e do conforto ambiental, adotando-se critérios coerentes com a sustentabilidade na escolha dos materiais construtivos e nas técnicas de aproveitamento dos condicionantes naturais. Soluções de projeto voltadas para o melhor aproveitamento das variáveis climáticas locais (radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e ventos), como aproveitamento dos ventos predominantes (leste/nordeste), orientação e inclinação das coberturas definidas para melhor aproveitamento da radiação solar para geração de energia.

A seguir são expostos os principais condicionantes adotados no projeto, que buscaram a utilização de princípios da arquitetura bioclimática, para produzir espaços com condições de conforto ambiental com mínima dependência de sistemas ativos de resfriamento e as tecnologias fotovoltaicas utilizadas. De acordo com os conceitos arquitetônicos adotados, os sistemas fotovoltaicos foram propostos na área de cobertura da edificação, em elementos de proteção e em suas fachadas.

Para a cobertura do edifício foram projetados dois sistemas fotovoltaicos, sendo o primeiro de módulos policristalinos com encapsulamento opaco sobre a área disponível do volume mais alto, a fim de evitar sombreamentos, em laje impermeabilizada e com inclinação em 6°, orientada a norte e o segundo por módulos monocristalinos semitransparentes na cor preta em abertura zenital, na intercessão da sala dos bolsistas e da sala de reunião. Esta área central apresenta pé direito duplo, que irá auxiliar, tanto na troca de ar por exaustão, através de venezianas móveis, localizadas na parte superior da estrutura, quanto no ganho de iluminação zenital produzida pelos painéis semitransparentes, o que favorece o ganho de luz na área central da edificação, sem, no entanto contribuir para o incremento dos ganhos de calor, em função de sua altura e do efeito chaminé que será criado com a abertura das venezianas. Outra parte da cobertura será destinada para instalação de teto verde e acesso à laje superior para a manutenção dos sistemas fotovoltaicos. Esta estratégia bioclimática tem forte influência no resfriamento devido à evapotranspiração das plantas que retiram parte da energia do sol para realizar seus processos biológicos de fotossíntese e transpiração, e assim evitar a transferência de calor para o interior do ambiente (Fig. 3).

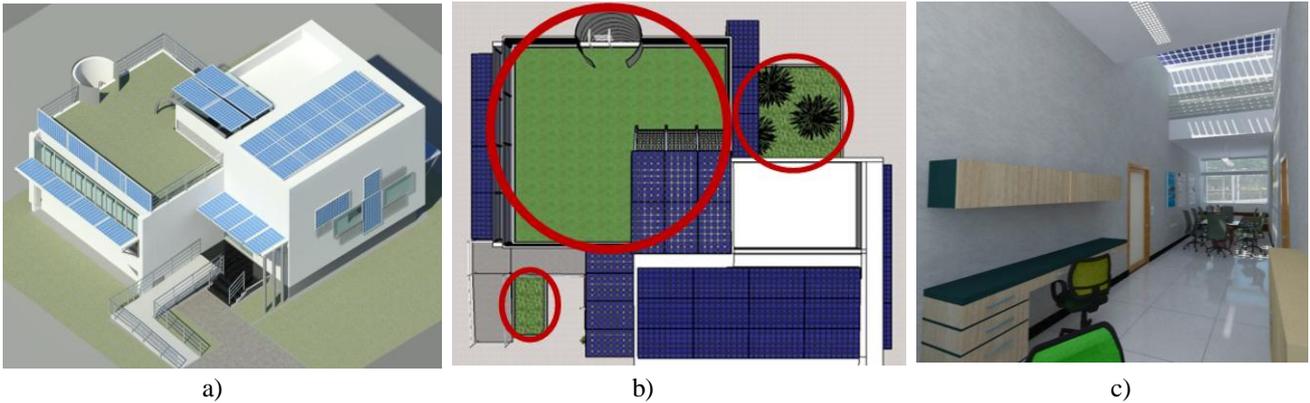


Figura 3 – LASEN – a) vista aérea; b) vista da cobertura com destaque para as áreas verdes; c) vista interna da sala dos bolsistas com abertura zenital.

Fonte – Autores

Dentre as estratégias bioclimáticas, o sombreamento é um dos fatores mais necessários para regiões em climas quentes e úmidos, durante o período da manhã e se estendendo até o final da tarde. De acordo com a carta solar para Belém, gerada pelo programa Sol-Ar, quando associada com as temperaturas, percebe-se que os maiores valores são registrados ao longo do ano, principalmente, entre 8h e 16hs (Fig. 4). Dessa forma, este será o período considerado de maior necessidade para sombreamento.

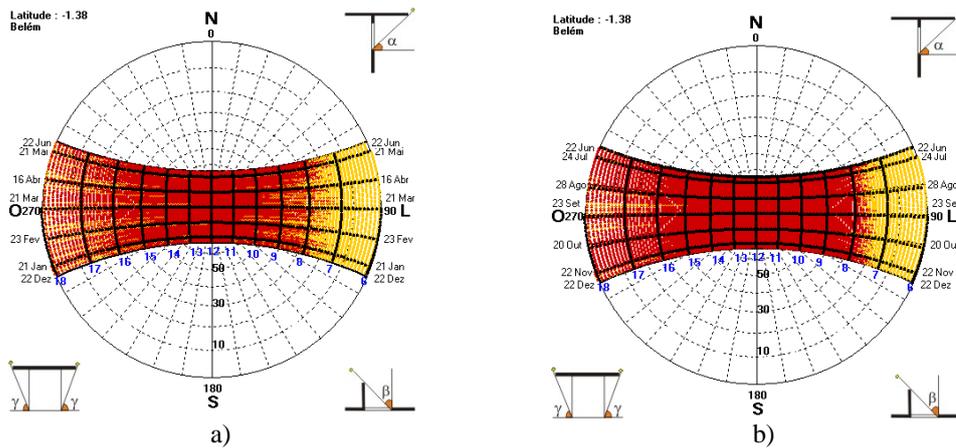


Figura 4 – Carta solar para Belém-Pa, com associação com as temperaturas – a) até 21 de junho; b) após 21 de junho.

Fonte: Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil (2010)

Fonte – Autores

Os elementos de proteção, então, foram posicionados na fachada leste que corresponde às janelas da sala de aula e sala de reunião e, na fachada oeste, para as aberturas da sala de aula, sala dos bolsistas e copa. Os elementos de sombreamento definidos em projeto, para estes ambientes foram os brises horizontais fixos, com módulos fotovoltaicos. Vale ressaltar que na entrada principal da edificação, orientada à leste, uma marquise feita em estrutura metálica que sustenta módulos semitransparentes e que fazem a proteção e sombreamento do acesso principal. Nesta edificação, as duas faces nas orientações leste e oeste foram recuadas em relação ao limite do prédio, fazendo uma moldura de

contorno que funcionará como elemento de proteção horizontal e vertical, além disto, no interior desta moldura serão posicionados uma sequência de brises horizontais, que serão detalhados a seguir.

Com relação às aberturas para ventilação, foram previstas nas fachadas leste (barlavento) e oeste (sotavento), amplas janelas com vidros temperados transparentes, a fim de favorecer a ventilação cruzada no interior, que implica na renovação do ar por todo o volume possível, fazendo com que o ar atravesse o ambiente ao entrar e saia pelas aberturas opostas ou pela cobertura, o que gera um reflexo diretamente no conforto térmico do usuário ao passar pelo seu corpo.

Contudo, para evitar ganhos de calor interno, serão previstos elemento de proteção solar, com brises horizontais através da utilização de módulos fotovoltaicos policristalino com encapsulamento opaco, que atuarão simultaneamente para gerar sombreamento e energia. Utilizam como apoio mãos francesas e uma estrutura metálica complementar para dar suporte aos módulos de filme fino com um percentual de transparência outra tecnologia fotovoltaica posicionados na vertical, cujo objetivo é de criar uma fachada ventilada, com distanciamento de 46 cm da parede, impedindo a incidência direta de raios solares sobre a superfície externa do fechamento e ao mesmo tempo criar uma circulação de ar entre os painéis e a parede. Ainda na fachada leste da edificação, foram utilizados módulos monocristalinos semitransparentes na cor preta em uma grande marquise, funcionando como BIPV, responsável pela proteção da porta de acesso principal à edificação. A fim de promover outra forma de integração, foram especificados módulos policristalino com encapsulamento opaco no guarda-corpo do teto verde, na orientação leste, a fim de lhe fornecer uma nova utilização (Fig. 5).

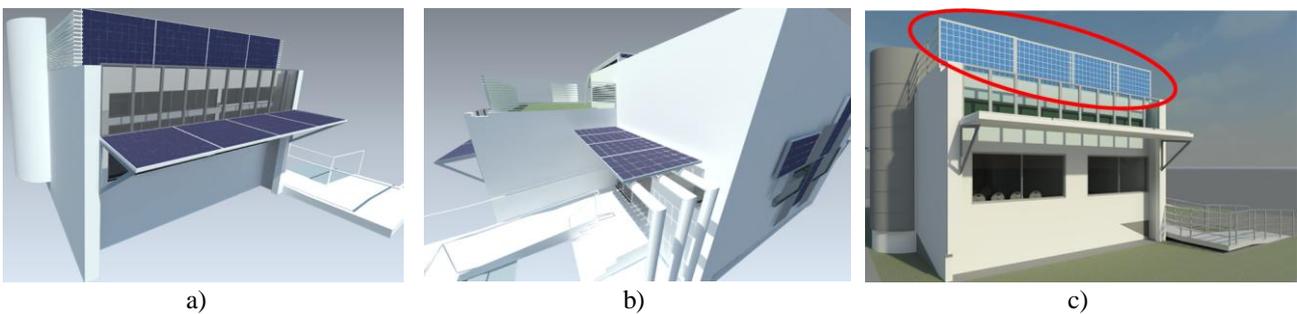


Figura 5 – Fachada leste – a) brise em módulos policristalino e módulos em filme fino na vertical; b) marquise no acesso principal em módulos monocristalinos semitransparentes; c) guarda corpo em módulos policristalino com encapsulamento opaco.

Fonte – Autores

Como forma de criar um sistema BIPV, adotou-se a substituição de parte da fachada oeste por módulos fotovoltaicos em filme fino com certo grau de transparência, com inclinação a 90°, fixados sobre perfis metálicos. Entretanto, para se evitar a incidência direta de luz para o ambiente interno, foi proposta uma bandeja de luz, que é um elemento horizontal opaco, instalado na parte superior da janela se projetando para o interior do ambiente, com uma superfície superior altamente reflexiva, que otimiza a iluminação natural por radiação indireta, reduz a necessidade de luz artificial e ao mesmo tempo gera sombreamento na abertura sem obstrução da vista externa (CUNHA, 2006).

A utilização de brises horizontais com módulos fotovoltaicos policristalinos com encapsulamento opaco, proporcionará simultaneamente a geração de energia e sombreamento. Outra forma de associar os painéis à fachada foi a criação de um mosaico feito com diferentes módulos, instalados em estrutura metálica e fixados na parede cega da fachada Norte. Tal instalação irá possibilitar a sua visualização pelos visitantes do local e, portanto, divulgar os diversos tipos de tecnologias existentes na geração de energia fotovoltaica (Fig. 6).

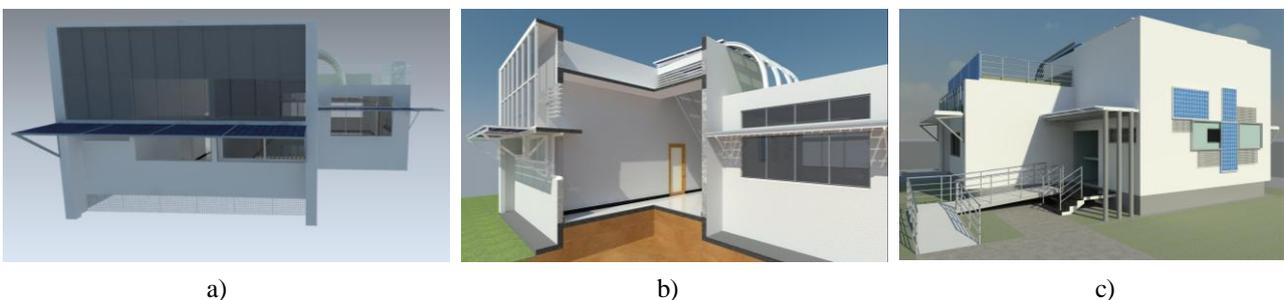


Figura 6 – Fachada oeste – a) brise em módulos policristalino e módulos em filme fino na vertical; b) bandeja de luz; c) mosaico em módulos fotovoltaicos.

Fonte – Autores

3. ANÁLISE ENERGÉTICA DOS ARRANJOS FOTOVOLTAICOS DO LASEN

Os resultados apresentados nesta seção foram obtidos através de simulação computacional no software PVSOL[®], no projeto do LASEN, de acordo com as diretrizes arquitetônicas definidas no tópico 2 do presente artigo, visando a melhor integração dos mesmos à edificação, demonstrado na maquete construída no programa (Fig. 7).

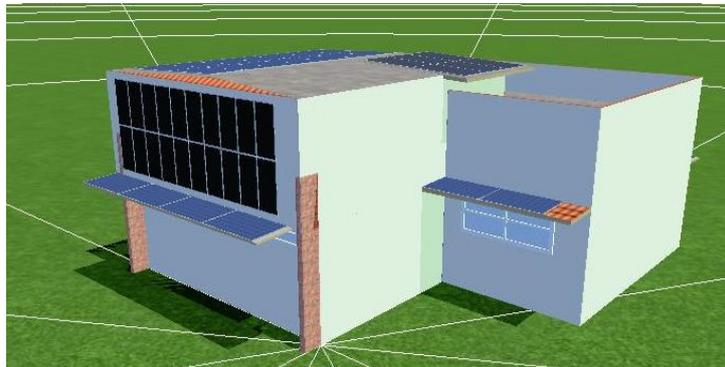


Figura 7 – Modelo do LASEN desenvolvido no PVSOL
Fonte – Autores

Observa-se que o projeto desenvolvido para o LASEN possui um total de potência FV instalada de 11,75kWp e com um desempenho global de 68,2%, um pouco inferior ao valor mínimo de 70% normalmente encontrado na região, devendo-se isto principalmente a alguns sistemas FV não apresentarem a orientação ótima da região, praticamente horizontal. Mas, como trata-se de um laboratório de pesquisa, onde a integração arquitetônica das diversas tecnologias de módulos FV foi considerada primordial, tal resultado é considerado aceitável. Conforme o resumo apresentado na Tab. 1 referente aos resultados obtidos na simulação.

Tabela 1 – Resumo dos resultados da simulação do LASEN no software PVSOL

Potência FV Instalada	11,75 kWp
Produtividade Anual (Yield)	1047,88 kWh/kWp
Desempenho Global do Sistema (PR)	68,2 %
Redução da produtividade devido ao sombreamento	13,8 %/ano
Energia produzida pelo sistema	12.313 kWh/ano
Consumo em Stand-by	25 kWh/ano

Fonte – Autores

Os tipos de tecnologia dos arranjos FV, com as respectivas potências e tipo de instalação do projeto do LASEN, estão demonstrados na Tab. 2. Ao todo foram utilizados 68 módulos fotovoltaicos, sendo 20 em áreas de cobertura, 34 em áreas de fachada e 14 atuando como brises. A potência dos módulos cristalinos considerada nas simulações foi de 250Wp sendo a de filme fino de 75Wp. A maior potência FV instalada encontra-se no arranjo 1 com 3.5kWp e com maior capacidade de geração, também com inclinação praticamente horizontal, ideal para a cidade de Belém

Tabela 2 – Detalhamento dos arranjos projetados para o LASEN.

Arranjo	Nº de Módulos	Tecnologia do Módulo	Potência do arranjo (kWp)	Tipo de Instalação
1	14	Silício Policristalino	3,5	Cobertura
2	6	Silício Monocristalino semitransparente	1,5	Cobertura
3	10	Filme Fino	0,75	Fachada Leste
4	20	Filme Fino	1,5	Fachada Oeste
5	4	Silício Policristalino	1	Brise Oeste
6	4	Silício Policristalino	1	Brise Leste
7	4	Silício Monocristalino	1	Brise Leste
8	2	Silício Policristalino	0,5	Brise Oeste
9	4	Silício Policristalino	1	Guarda Corpo Leste

Fonte – Autores

Como o LASEN ainda está em fase de projeto, foi realizada uma estimativa de consumo para a edificação, baseado no perfil de utilização dos ambientes projetados. Desta forma, obteve-se um consumo médio de 2698 kWh por mês, com acréscimos de carga nos meses mais quentes, chegando-se a um consumo estimado anual de 32.386 kWh. A geração anual do sistema FV corresponde a aproximadamente 38% do consumo energético anual estimado para a edificação, valor considerado razoável em virtude do mesmo utilizar módulos em diversas orientações e aplicações arquitetônicas. O gráfico da Fig. 8 mostra o comparativo de geração e consumo de energia elétrica para o prédio do LASEN.

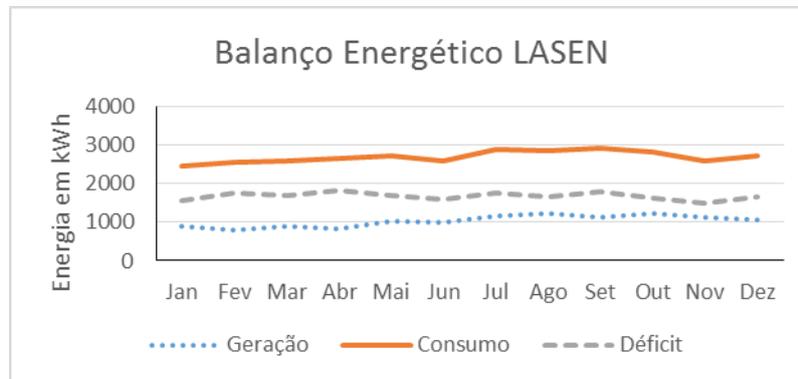


Figura 8 – Balanço Energético do LASEN
Fonte – Autores

4. CONCLUSÃO

O Projeto LASEN (Laboratório de Arquitetura Sustentável e Eficiência Energética) desenvolveu-se na busca por um modelo de laboratório com características didáticas e experimentais, que permitisse a realização de atividades, estudos e testes voltados à pesquisa sobre energia fotovoltaica. Respeitando os princípios idealizados e difundidos na pesquisa, tal laboratório valorizará também a integração entre arquitetura e geração de energia.

Dessa forma, para chegar a esse fim, foram definidas variáveis que deverão ser consideradas e analisadas no processo como o clima local que norteará a implantação e a orientação correta dos ventos incidentes, escolhas das tecnologias fotovoltaicas e estratégias bioclimáticas que favorecem condições de conforto com mínima dependência de sistemas ativos de resfriamento.

Em virtude de Belém ser uma das capitais brasileiras que possui maior tempo de sol, considerando-se a implantação do laboratório LASEN, como parte integrante da estrutura da UNAMA, pode-se concluir que é possível a construção de edificações sustentáveis e eficientes, utilizando sistemas fotovoltaicos integrados à edificação, como sugere tal laboratório. Além disso, a implantação desta tecnologia ajudar a disseminar a tecnologia e inserir conhecimento à população no que diz respeito à energia solar no Norte do Brasil.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho gostariam de agradecer o apoio dos patrocinadores do projeto de P & D, a Eletrobrás Eletronorte-, empresa responsável pela geração e transmissão de eletricidade na região norte do Brasil, e ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica.

REFERÊNCIAS

- BOGO, Amílcar et al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. 83 p. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/RP_Bioclimatologia.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.
- CHIVELET, Nuria Martín; SOLLA, Ignacio Fernández. **Técnicas de vedação fotovoltaica na arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 194 p. Tradução de Alexandre Salvaterra.
- CUNHA, E. G. **Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência nas edificações**. 2. ed. Porto Alegre: Mas quatro Editora, 2006.
- DIDONÉ, Evelise Leite; WAGNER, Andreas; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p.27-42, jul./set. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/40312-205915-1-PB.pdf>>. Acesso em: 15 dez.2014.
- GOUVEIA, A. F. **Edifício solar XXI: um edifício energeticamente eficiente em Portugal**. (2012). Disponível em: <repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9174/1/ulfc104676_tm_Ana_Filipa...>. Acesso em: 19 out. 2015.

- NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL (Santa Catarina). Universidade de Santa Catarina (Org.). **Analysis SOL-AR**. 2010. É um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre transferidor de ângulos, que pode ser plotado para qualquer ângulo de orientação. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-so-l-ar>>. Acesso em: 26 out. 2015.
- RÜTHER, R., 2004, Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada à edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil: Florianópolis, Editora FSC/LABSOLAR, 114 p.
- RIO DE JANEIRO. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia (Org.). **Balanco Energético Nacional 2014**: Ano base 2013. Rio de Janeiro: Epe, 2014. 288 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.
- ZOMER, C. D. et al. **Edifício de energia zero com gerador fotovoltaico integrado à arquitetura em clima subtropical**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 4; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DA ISES, 5., 2012. Disponível em: <http://www.acquaviva.com.br/CD_CBENS/trabalhos/T243.pdf>. Acesso em: 19 out. 2015.

SUSTAINABLE ARCHITECTURE LABORATORY PROJECT WITH PHOTOVOLTAIC SYSTEMS CONCEPTS OF APPLICATIONS AND ENERGY EFFICIENCY

Abstract. *Nowadays non-renewable energy sources are used in large scale, however it is know that these can be exhausted. In this way, efforts and studies seek new alternatives for generating energy at a sustainable level. One of this renewable technologies that are being increasingly used in developed countries is the solar photovoltaic energy. With this approach, this paper present the project of The Energetic Efficient and Sustainable Architecture Laboratory (LASEN), that will be deployed on the premises of the Alcindo Cacela campus at the Amazonia University (UNAMA), at Belem city, Para state, Brazil. The proposal aims to create a model of teaching and experimental laboratory, that can be used as a reference in energy aspect, bringing solutions that will base guidelines for installing photovoltaic panels in buildings in the Amazon region. Will be addressed aspects concerning the measures taken to bioclimatic suitability of the building, the used photovoltaic systems and energy balance estimated for the building.*

Keywords: *Photovoltaic systems, Energy efficiency, Bioclimatic guidelines.*