

IMPLANTAÇÃO DO CENTRO DE INFORMAÇÕES DO CRESESB

Marco Antônio Galdino - marcoag@cepel.br

Patrícia de Castro da Silva - patricia@cepel.br

Hamilton Moss de Souza - moss@cepel.br

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Departamento de Tecnologias Especiais

Louise Land B. Lomardo - lovin@cruiser.com.br

Estefânia Neiva de Mello - estefania@predialnet.com.br

Universidade Federal Fluminense - Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental

8.4 Estrutura de Pesquisa

Resumo. *O Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB foi criado no final de 1994 através de um convênio entre o CEPEL e o Ministério de Minas e Energia, a partir de recomendação da “Declaração de Belo Horizonte”. Ao longo dos últimos dez anos foram feitos novos convênios entre o CEPEL e o MME para consecução das atividades do CRESESB. A construção do Centro de Informações do CRESESB é uma das metas estabelecidas no convênio vigente. A operação deste Centro de Informações visa promover com maior eficiência atividades de treinamento e divulgação técnico-científica do CRESESB/CEPEL e, ao mesmo tempo, ampliar o efeito de demonstração já conseguido com a Casa Solar Eficiente nos seus nove anos de funcionamento. Este artigo irá descrever detalhes do projeto do Centro de Informações do CRESESB bem como os seus recursos e as atividades previstas.*

Palavras-chave: *Energia solar, Energia eólica, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede e integrados à edificação, CRESESB*

1. INTRODUÇÃO

A criação do CRESESB, com a missão de “Promover o desenvolvimento das energias solar e eólica através da difusão de conhecimentos, da ampliação do diálogo entre as entidades envolvidas e do estímulo à implementação de estudos e projetos”, foi efetivada através de convênio entre o CEPEL e o Ministério de Minas e Energia, o Convênio COF/SAG/MME 12-94. Ao longo de 10 anos foram celebrados diversos novos convênios entre o CEPEL e o MME de forma a dar continuidade aos trabalhos do CRESESB.

Conforme estabelecido no Convênio vigente está prevista a construção do Centro de Informações do CRESESB, cuja operação visa promover com maior eficiência atividades de treinamento e divulgação técnico-científica do CRESESB/CEPEL e, ao mesmo tempo, ampliar o efeito de demonstração já conseguido com a Casa Solar Eficiente nos seus nove anos de funcionamento.

Este Centro irá sediar a biblioteca do CRESESB, além de uma biblioteca virtual, devidamente integradas à biblioteca do CEPEL, além de salas para a equipe do CRESESB. Pretende-se desenvolver cursos de treinamento em energias solar e eólica e receber também pesquisadores de todo país e do exterior, para estadias entre uma ou duas semanas, para complementar suas pesquisas com o acervo do CRESESB. Uma sala de aula multimídia com recursos de educação à distância complementa o Centro. O Centro pretende, portanto, constituir-se num ponto de encontro da comunidade de energias solar e eólica do Brasil, contribuindo para seu fortalecimento.

Considerando, ainda, o caráter inovador, a complexidade esperada do Projeto e, adicionalmente, o desejo de que o mesmo propicie efeito multiplicador, optou-se por realizá-lo em

conjunto com uma Universidade que tenha laboratório de formação de recursos humanos e pesquisa em energia e conforto ambiental.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

O Centro de Informações do CRESESB teve em 2001 seu projeto arquitetônico básico concluído e encontrava-se já em fase de elaboração do projeto executivo (CRESESB, 2003). Todavia, mudanças na situação energética do país, com redefinição de prioridades, motivaram o adiamento da construção do Centro. Este adiamento possibilitou, entretanto, a elaboração de 6 projetos alternativos, em conjunto com a Escola de Arquitetura da UFF (LABCECA – Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental) e o CATE (Centro de Aplicações de Tecnologias Eficientes do CEPEL). Os estudantes de graduação em arquitetura foram orientados a elaborar projetos integrando as necessidades técnicas da utilização de sistema fotovoltaico e soluções de conforto ambiental.

Como ponto de partida, os projetos ficaram restritos a uma área de construção previamente estabelecida além de limites orçamentários para a construção do projeto. Os resultados dos trabalhos superaram as expectativas e são mostrados na Fig. 1. Adotando conceitos próprios, os projetos apresentaram linhas arquitetônicas diferenciadas com soluções criativas próprias para a integração do sistema fotovoltaico. Todas as propostas apresentadas mostraram grande harmonia e beleza na integração dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede à edificação (BIPV - *Building Integrated Photovoltaics*), bem como na aplicação de conceitos de conforto ambiental em projetos de edificações (arquitetura bioclimática).

Dentre estes projetos, escolheu-se o que melhor atendia às características técnicas e disponibilidade de recursos, que foi o projeto elaborado pelas estudantes Estefânia Mello e Lana Carmona.

3. O PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico (Fig. 2) foi desenvolvido pelo LABCECA da UFF ⁽¹⁾ (Lomardo, 2006), em acordo com as atividades do CRESESB, visando ser um centro de aplicação e difusão de tecnologias alternativas em energia. Além disso, a arquitetura projetada pretende também ser didática, provendo conforto ao usuário através da adequação às condições climáticas locais, e reduzindo, inclusive, o aporte de energia necessário para a promoção do conforto higrotérmico e lumínico da edificação. O programa contemplado no projeto prevê os seguintes ambientes: recepção/sala de exposições, copa, banheiros, escritórios, sala de estudos/biblioteca, sala de aula/auditório e área de convívio.

O Centro será construído no terreno dos fundos da sede do CEPEL, próximo à Casa Solar Eficiente.

A concepção de uma edificação que tire partido do meio em que se insere tem início na escolha de sua implantação no terreno, privilegiando a orientação desejada e articulando os espaços internos de maneira que recebam a insolação e a iluminação desejadas.

Nesse sentido, os espaços de usos freqüente e permanente durante o dia - escritórios e a sala de estudos - foram orientados na direção Oeste e protegidos por uma fachada verde, por *brises* verticais e horizontais (fixos) e por um colchão de ar ventilado na laje.

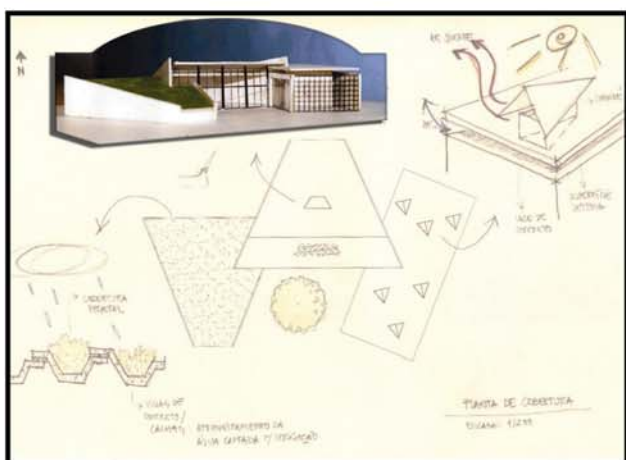
¹ O projeto aqui apresentado poderá ainda sofrer modificações.



**Apresentação do projeto das alunas
Mary Helen Ribeiro e Fernanda Monteiro**



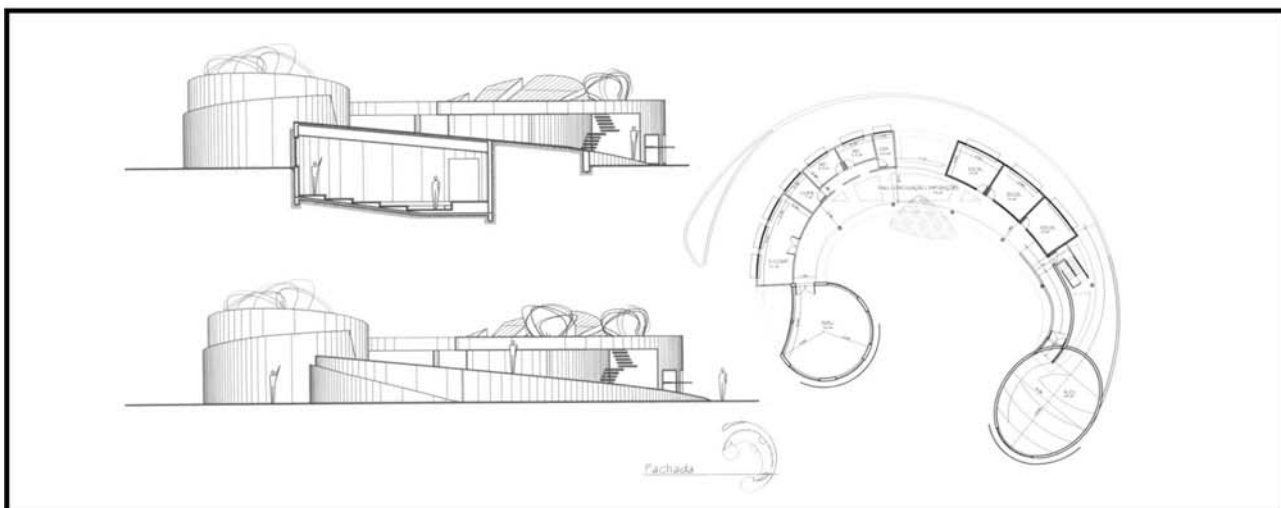
**Apresentação do projeto da aluna Liah
Aidukaitis**



**Detalhes e maquete do projeto das
alunas Estefânia Mello e Lana Carmona**



**Maquete do projeto apresentado pelas
alunas Lilian Peixoto e Karla Guedes**



Detalhes e planta baixa do projeto dos alunos Renato Catta-Preta e Marcos Carvalho

Figura 1 – Projetos da Escola de Arquitetura da UFF para o Centro de Informações.

A sala de exposição, aberta em direção ao Sul, apresenta um grande pano que vidro, que promovem farta iluminação indireta sem ganho de carga térmica.

Já a sala de aula recebeu uma cobertura verde (naturada) inclinada, que funciona como proteção à insolação direta e também como um jardim suspenso, melhorando o conforto térmico.

Está ainda prevista a captação da água de chuva das coberturas, sua filtragem, por meio de filtro de carvão ativado, e seu armazenamento em uma cisterna para reuso na edificação, visando lavagem de pisos e rega.

Os banheiros foram dotados de clarabóias para possibilitar a incidência de iluminação natural, além de exaustão forçada.

Painéis fotovoltaicos foram integrados à arquitetura em suas condições ótimas de funcionamento, quanto à orientação e inclinação.

Recursos como paredes e lajes duplas ventiladas também foram empregados para otimização da edificação em prol da conservação de energia e, sobretudo, do conforto do usuário. Chaminés para exaustão natural do ar quente também foram previstas no projeto original, mas foram, em princípio, descartadas em função da adoção de um sistema de ar condicionado.

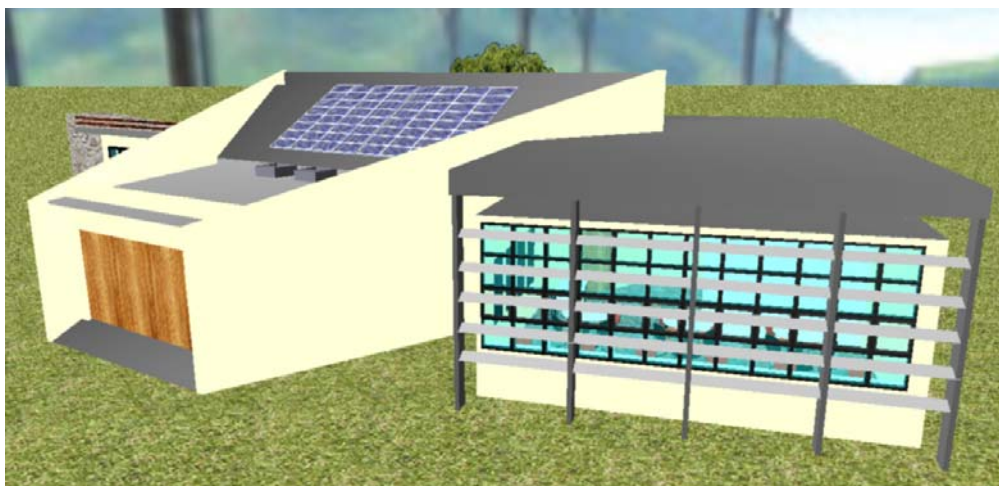


Figura 2 – Vista do Centro de Informações do CRESESB.

4. CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Preliminarmente, as cargas elétricas previstas no Centro de Informações são as seguintes:

- 9 aparelhos de ar condicionado do tipo *split*, distribuídos nos vários ambientes, com um total de 154.500BTU/h, e consumo diário máximo estimado em 68kWh/dia;
- 59 lâmpadas fluorescentes de 32 W (padrão CEPEL), instaladas em luminárias refletivas, com reatores eletrônicos dimerizáveis, sensores de presença em alguns ambientes (copa e banheiros) e interruptores setorizados, com um consumo máximo estimado de 13,6kWh/dia;
- computadores/equipamentos de informática (impressoras, scanner, data-show), geladeira, forno de microondas, etc, com consumo máximo estimado em 13,7kWh/dia.

Assim, tem-se que o consumo máximo diário de energia elétrica estimado para o Centro é da ordem de 95,3kWh/dia. O consumo anual estimado é de cerca de 22850kWh.

O projeto luminotécnico e de ar condicionado ainda estão em andamento. Para uma previsão mais detalhada do consumo de energia elétrica para iluminação e ar condicionado, está sendo preparada uma simulação com a utilização do programa Visual DOE.

A análise dos resultados obtidos com tais simulações permite inclusive identificar a melhor alternativa a ser adotada em termos de materiais (tipo de vidro para a fachada, por exemplo), bem como auxiliar o dimensionamento do sistema de ar condicionado.

5. O SISTEMA FOTOVOLTAICO E A AQUISIÇÃO DE DADOS

O Centro de Informações do CRESESB possuirá um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica com potência instalada de 4kWp. Para a sua implementação, o CEPEL conta com a experiência adquirida na implantação e operação de um sistema fotovoltaico conectado à rede de

16kWp, instalado em dezembro de 2002 em um dos prédios de sua sede na Ilha do Fundão (Rio de Janeiro, RJ). Esta tecnologia, embora ainda considerada distante da realidade brasileira, deverá ter uma importância mundial crescente num futuro próximo. Também está sendo avaliada a possibilidade de instalação de uma turbina eólica de pequeno porte conectada à rede.

O prédio será totalmente monitorado por meio de um sistema de aquisição de dados, com medidas de parâmetros ambientais e consumo/geração de energia.

5.1 Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede geralmente são associados a uma edificação e realizam a injeção direta de toda a energia gerada na rede elétrica, sem qualquer armazenamento em baterias. Nos países desenvolvidos, as instalações têm contemplado escolas, prédios públicos, empresas, etc, além de edificações residenciais. A sua instalação depende de uma regulamentação técnica e, principalmente, comercial, para possibilitar as instalações em grande número, conforme já vem acontecendo há vários anos no primeiro mundo. No Brasil este tipo de regulamentação ainda está em desenvolvimento.

O sistema, na verdade, consiste apenas em dois componentes: o painel fotovoltaico e o inversor. A eles, é necessário adicionar apenas dispositivos de proteção (disjuntores, proteção contra surtos, etc) e de medição, caso necessário.

A injeção de energia é efetuada por um inversor cc/ca especial, o qual é um dispositivo eletrônico que realiza a conversão de tensão/corrente cc produzidas pelo painel fotovoltaico para tensão/corrente ca compatíveis com a rede elétrica, injetando potência ativa, sob forma de corrente ca em fase com a tensão da rede.

A integração dos painéis fotovoltaicos na arquitetura das construções tem recebido especial atenção, sendo denominada BIPV – *Building Integrated Photovoltaics*.

5.2. Projeto do sistema fotovoltaico

Com base na experiência anterior, de operação e monitoramento do sistema fotovoltaico conectado à rede instalado no prédio do Bloco J do CEPEL (Galdino, 2005), foi feito o projeto do sistema fotovoltaico para o futuro Centro de Informações do CRESESB.

A tecnologia empregada no novo sistema deverá ser bastante semelhante à do anterior, baseada em painel fotovoltaico de c-Si (Silício cristalino) e inversores para conexão à rede tipo SunnyBoy, incluindo, porém, uma otimização no dimensionamento do painel fotovoltaico.

O painel do Bloco J tem um fator de dimensionamento, expresso pela Eq.(1), próximo de 1,00 (cerca de 0,993). Contudo, a análise de dados medidos deste sistema indica que, em princípio, tal fator poderia ser de no mínimo 0,900, sem risco para os inversores.

$$F_{di} = \frac{P_{inv}}{P_{pv}} \quad (1)$$

Onde:

F_{di} – Fator de dimensionamento (adimensional).

P_{inv} – Potência de máxima do inversor (W);

P_{pv} – Potência nominal do painel fotovoltaico (Wp).

Levando-se em conta estes pressupostos, previu-se preliminarmente a seguinte configuração ⁽²⁾ para o sistema fotovoltaico do Centro de Demonstração:

- 3 inversores SMA SunnyBoy SB1100 (max 1100Wac), conectados em Δ ;

² Uma vez que o sistema será adquirido por meio de licitação, poderão ser fornecidos equipamentos equivalentes.

- painel fotovoltaico de 4080Wp, composto por 3 cadeias de 16 módulos BP-585F (85Wp) em série, sendo cada cadeia conectada a um dos inversores.

Para a previsão da energia a ser gerada pelo sistema projetado, utilizaram-se os fatores de capacidade calculados do sistema do Bloco J do CEPEL para o período 2003-2004, juntamente com a Eq.(2):

$$cf = \frac{kWh_{per}}{kW_p * h_{per}} \quad (2)$$

Onde:

kWh_{per} – energia gerada no período considerado (mensal, anual, etc);

kW_p – potência de pico nominal do sistema;

h_{per} – número de horas do período considerado;

cf – fator de capacidade, obtido de dados medidos do sistema do CEPEL, para o período considerado.

Os resultados assim obtidos são mostrados nos gráficos das Fig. 3 e 4.

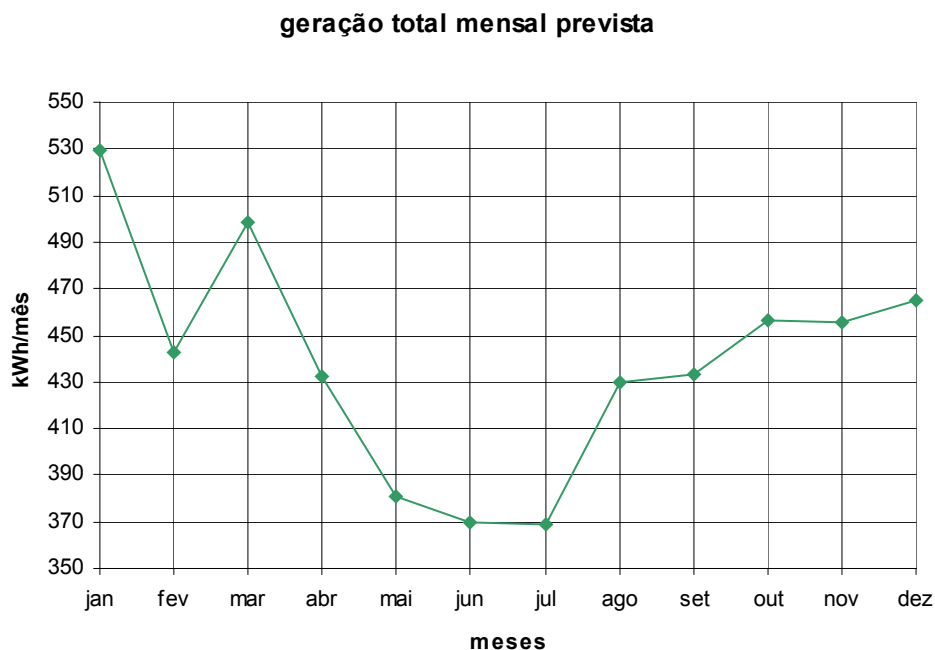


Figura 3 – Previsão do total de energia gerada a cada mês.

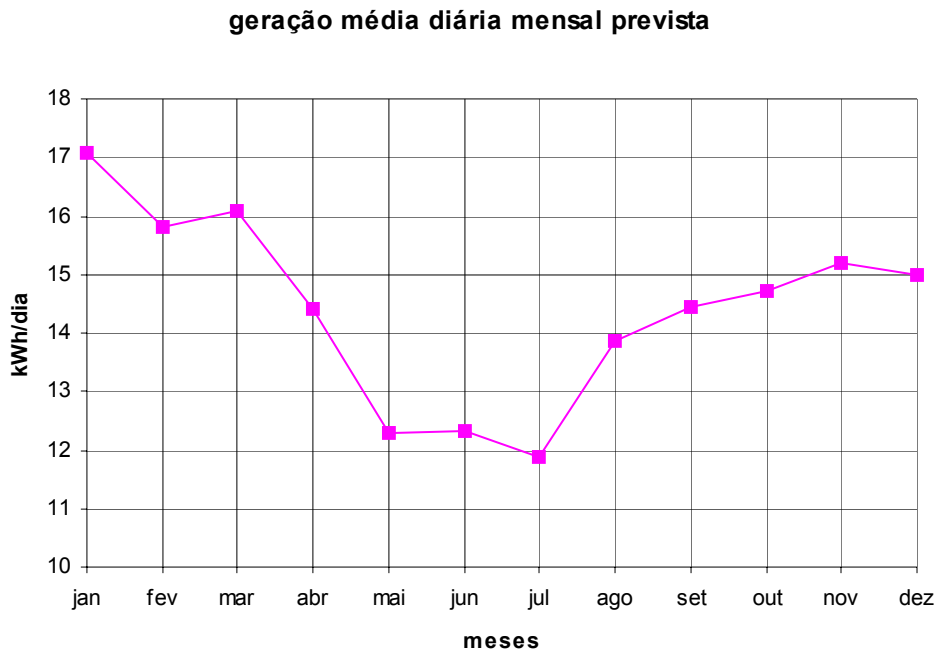


Figura 4 – Previsão da média de energia gerada diariamente a cada mês.

Esta estimativa inicial indica que a geração total anual será de 5262kWh, e que a média diária anual será de 14,4kWh. A fração solar desta geração corresponde a aproximadamente 23% do consumo anual previsto para a edificação.

5.3 Sistema de aquisição de dados

O sistema fotovoltaico será totalmente monitorado por um sistema de aquisição de dados, com objetivo de coletar e armazenar em tempo real as medidas elétricas e ambientais relevantes para a análise de suas condições operacionais.

O sistema de monitoração será baseado em um computador do tipo PC dedicado, com *software* desenvolvido em linguagem compatível, que permitirá o acesso às grandezas medidas, tanto de forma local (monitor e teclado) quanto de forma remota através da rede interna do CEPEL (intranet). Pretende-se ainda no futuro disponibilizar estes dados em tempo real através da página do CRESESB na Internet (www.cresesb.cepel.br).

Os intervalos de aquisição dos dados serão de 10s e serão armazenadas médias a intervalos de 10 minutos em arquivos no disco rígido. O computador será dotado de uma unidade de gravação de CD-ROM para cópias dos dados.

As grandezas previstas a serem monitoradas serão as seguintes:

Ambientais

- radiação solar global no plano do painel fotovoltaico (W/m^2), medida com piranômetro padrão secundário;
- radiação solar global no plano horizontal (W/m^2), medida com piranômetro padrão secundário;
- temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%)
- velocidade (m/s) e direção ($^{\circ}$) do vento, próximo ao painel fotovoltaico;
- temperatura interna em 8 pontos do interior da edificação ($^{\circ}\text{C}$);

Painel Fotovoltaico

- temperatura do painel fotovoltaico ($^{\circ}\text{C}$), medida por meio de NTCs em 3 pontos;
- tensão (V), corrente (A) e potência (W) cc produzidas pelo painel fotovoltaico, independentemente para cada um dos inversores;

Inversores

- corrente ca rms (A) injetada por cada um dos inversores;
- tensão ca rms (V) nas 3 fases;
- potência ativa ca (W) injetada na rede por cada um dos inversores;

Rede Elétrica

- potências ca ativa (W) e reativa (VAr) consumidas nos circuito de iluminação da edificação;
- potências ca ativa (W) e reativa (VAr) consumidas nos aparelhos de ar condicionado;
- potências ca ativa (W) e reativa (VAr) consumidas nos circuitos de força (tomadas) da edificação;
- frequência na rede (Hz);
- consumo de água (m³/dia) na edificação;

Pretende-se também instalar medidores de energia monofásicos convencionais (tipo relógio medidor-tarifador) na saída de cada inversor, bem como na entrada da edificação (trifásico) proporcionando de forma independente e confiável um registro das energias gerada e consumida pela edificação.

6. CONCLUSÃO

Atualmente, a equipe do LABCECA está trabalhando no detalhamento do projeto em seus vários aspectos: arquitetônico, estrutural e de instalações, e realizando a especificação dos materiais necessários às várias fases do projeto. A seguir, será feita a compatibilização de projetos e a elaboração das especificações técnicas da obra.

Esperamos que o Centro de Informações do CRESESB venha a se constituir em um ponto de encontro da comunidade de energias solar e eólica do Brasil, contribuindo para seu fortalecimento, e consolidando o Centro como uma fonte de referência para questões ligadas às energias solar e eólica no país.

Na área dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede, esta nova experiência irá contribuir com a difusão deste tipo de tecnologia e auxiliar na criação de competência no Brasil, além de fomentar de uma maneira geral o desenvolvimento da aplicação de energia solar fotovoltaica no país.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração de todas as pessoas que, direta ou indiretamente, têm se envolvido no Projeto do Centro de Informações, em especial, aos integrantes do CRESESB, CATE, DVMP (Divisão de Manutenção Predial do CEPEL) e LABCECA.

REFERÊNCIAS

- CRESESB; Cresesb Informe N° 8; julho de 2003; Rio de Janeiro; Brasil.
- Galdino, Marco A.; A Experiência de Dois Anos de Operação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede do CEPEL; XVIII SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica; 16-20 de outubro de 2005; Curitiba-PR; Brasil.
- Lomardo, Louise Land B., Anteprojeto Arquitetônico – Centro de Informação do CRESESB; LABCECA/UFF – Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental; 2 de junho de 2006.

IMPLEMENTATION OF THE NEW INFORMATION CENTRE OF CRESESB

Abstract. *CRESESB – The Reference Center for Solar and Wind Energy (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) was established in 1994 through an agreement between CEPEL and MME - Brazilian Ministry for Mines and Energy. The main objective of CRESESB is to foster the development of solar and wind energy in Brazil through the dissemination*

of information and supporting of studies and projects. During the last 10 years, new agreements between CEPEL and MME took part, in order to support the activities of CRESESB. The construction of the new Information Centre of CRESESB is one of the objectives of the current agreement. The operation of this Information Centre intends to increase the activities of personnel training and technical/scientific divulgation of CRESESB. Also, it will add to the Efficient Solar House (Casa Solar Eficiente) of CRESESB, already operating for 9 years for demonstration purposes. The present paper will describe the project details of the CRESESB's Information Centre, its resources and the planned activities.

Key words: Solar Energy, Wind energy, Grid-connected PV systems, Building Integrated Photovoltaics, CRESESB