

COMPARAÇÃO ENTRE VALORES SIMULADOS E MEDIDOS PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO

Luis Horacio Vera – lh_vera@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Nordeste, Departamento de Ingeniería Mecánica e PROMEC/UFRGS

Arno Krenzinger – arno@mecanica.ufgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica

3.5 Sistemas Fotovoltaicos Autônomos e Híbridos

Resumo. Neste trabalho será abordado o estudo e a simulação de sistemas de geração de energia elétrica utilizando tecnologia fotovoltaica. Para a caracterização do sistema planejado serão utilizados modelos matemáticos já existentes, os quais estão integrados em uma ferramenta computacional de caráter prático e base científica denominada PVSize. Este software foi desenvolvido no Laboratório de Energia Solar da UFRGS e escrito em linguagem Visual Basic 5. O programa, através de uma simulação em base horária, é capaz de avaliar, para um sistema instalado no Brasil, o número de baterias e módulos com seu correspondente risco de déficit de energia. Como parte do processo será avaliado o comportamento dos modelos por meio de simulações em computador e a seguir serão comparados estes resultados com os valores obtidos em uma instalação experimental, com características de um sistema isolado. Valores de radiação solar, temperatura ambiente, velocidade do vento e consumo serão medidas para serem utilizados como variáveis de entrada no PVSize. A corrente e a tensão fornecidas pelos módulos, assim como a tensão da bateria, também serão medidas. Resultados parciais obtidos através da simulação e da instalação experimental foram comparados, obtendo-se comportamentos similares, sendo os valores de energia gerada na simulação ligeiramente menores que os medidos.

Palavras-chave: Energia Solar, Sistemas Fotovoltaicos Autônomos, Simulação.

1. INTRODUÇÃO

Para avaliar em profundidade os sistemas fotovoltaicos (SF) e o efeito que cada uno de seus componentes possa apresentar há dois caminhos: montar uma instalação típica para observações experimentais ou realizar a simulação computacional do sistema. A simulação computacional joga um papel importante, mesmo quando há um monitoramento experimental, já que permite analisar os diferentes efeitos observados e determinar as causas que os produzem. Por outro lado a simulação necessita da realimentação dos resultados medidos para validar o modelo desenvolvido. Isto permite concluir que estes caminhos se complementam entre si. Justamente considerando esta complementaridade, um sistema fotovoltaico (Fig. 1) foi montado no Laboratório de Energia Solar da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LES –UFRGS).

Em uma simulação de SF por computador são usados modelos de fluxo energético que mostram como os componentes do sistema interagem entre eles, produzindo, através de balanços de energia ao longo do tempo, os pontos de operação em cada instante; pontos que permitem conhecer o desempenho do sistema. Com uma simulação numérica é possível estimar o desempenho do sistema sob diversas condições de funcionamento, variando parâmetros que em tempo real poderiam corresponder a anos de operação.

O objetivo da simulação é, conhecendo o comportamento do sistema, projetar sistemas que se aproximem à realidade, evitando superdimensionar o sistema, resultando em um sistema dispendioso, ou subdimensioná-lo, levando à ocorrência de falta de energia na instalação (falhas).



Figura 1: Sistema fotovoltaico autônomo com uma potência de 500Wp, instalado no prédio anexo ao Laboratório de Energia Solar da UFRGS.

A natureza dos resultados obtidos a partir de um programa de dimensionamento de SF está limitada pela qualidade dos modelos, pela confiabilidade dos resultados e pela disponibilidade de dados de entrada. Estes fatores foram considerados na hora de planejar um software que resulte de fácil manuseio para os usuários não especializados. Tendo em conta o exposto foi desenvolvido, no ano de 2004, o *PVSize*, software para simulação de SF autônomos, escrito na linguagem de programação Visual Basic 5.0.

Com o objetivo de verificar, frente a condições reais de operação, o funcionamento do *software*, foi montada uma instalação experimental, que conta com um sistema de monitoramento constituído por um computador, uma unidade de aquisição de dados, sensores, *shunts* e um programa computacional que gerencia o processo.

2. ESTRUTURA DE UM PROGRAMA DE SIMULAÇÃO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÔNOMOS

Os SF normalmente são compostos por três partes básicas: o gerador fotovoltaico, os elementos de condicionamento de potência e proteção, e as baterias que armazenam a eletricidade gerada.

O sistema de geração está composto de células fotovoltaicas responsáveis pela conversão de energia solar em energia elétrica.

O subsistema de condicionamento de potência está formado pelo controlador de carga, inversor, conversor e seguidor de ponto de máxima potência (MPPT), elementos que controlam o fluxo de energia entre o dispositivo armazenamento (baterias) e os pontos de consumo.

O desenvolvimento de programas para simulação de SF implica em trabalhar com modelos matemáticos que possuam certo índice de precisão e eficácia, que permitam apreciar as prováveis situações que surgem nos sistemas, organizar bancos de dados com elementos do sistema e valores climatológicos de distintos lugares, além de facilitar a compreensão da instalação projetada.

Os elementos que conformam um SF, podem ser divididos em vários blocos para seu estudo individual. Cada bloco é representado através de modelos matemáticos que simula o comportamen-

to do dispositivo em questão. Estes elementos integrados e aplicando a metodologia de cálculo apropriada permitem obter um programa completo para dimensionar e simular SF.

Os componentes modelados para obter o software foram: dispositivos fotovoltaicos, controlador de carga, bateria, inversor, gerador de dados horários de radiação solar e temperatura ambiente, vinculados com os elementos de consumo. Para cada componente desenvolveu-se uma interface intuitiva que permite acessar uma base de dados e ampliá-la.

PVSize é um programa gratuito que pode ser obtido na página web do Laboratório de Energia Solar da UFRGS (www.solar.ufrgs.br). Detalhes dos modelos matemáticos utilizados, metodologia integradora e capacidade do software podem ser consultados em Vera (2004).

2.1 Metodologia de Simulação

O método de simulação utilizada baseia-se em balanços energéticos horários ao longo de um ano, com a finalidade de calcular, em função da quantidade de módulos e de baterias, a probabilidade de que aconteça um déficit de energia (LLP, Loss of Load Probability). Esta probabilidade de perda de carga está definida (Ibrahim, 1995) como a relação entre as horas em que ocorreram estes déficits, no tempo de simulação da instalação.

A base temporal escolhida se baseia em estudos efetuados por Notton et al., 1996, onde determinou-se que valores horários de radiação solar e consumo permitem uma simulação com bom comportamento para este tipo de estudo. Com a instalação experimental em funcionamento serão efetuados testes que determinem o comportamento dos parâmetros fundamentais em relação a bases de tempo menores de uma hora. Na Fig. 2 pode-se apreciar as diferenças que existem na irradiância solar considerando valores médios horários com relação a dados adquiridos cada 10 minutos. Estas variações afetam dinamicamente o comportamento de carga e descarga da bateria, fato que deve ser avaliado em uma simulação detalhada.

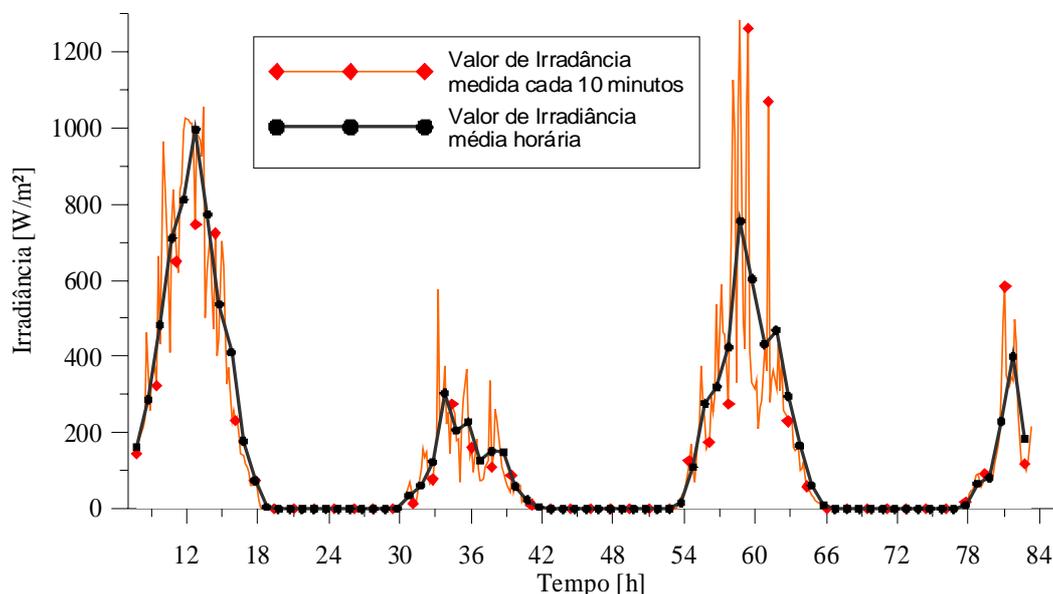


Figura 2. Valores de irradiância medidos cada 10 minutos comparados com valores médios horários.

Os métodos de simulação numérica são precisos e oferecem a possibilidade de melhorar o sistema incorporando modelos mais completos, e assim permitem analisar aspectos adicionais, como por exemplo: a inclusão de novos elementos no sistema; informação sobre o funcionamento futuro da instalação, confiabilidade do sistema, etc.

Geralmente as instalações fotovoltaicas autônomas podem ser dimensionadas através de métodos relativamente simples, denominados métodos simplificados ou intuitivos (Egido y Lorenzo,

1992), que consistem em realizar um balanço de energia com os valores médios mensais, para o mês com as condições mais desfavoráveis para a instalação. Acredita-se que se o sistema funciona neste mês, funcionará também nos outros meses do ano. No entanto, estes simples métodos tem a desvantagem de não permitir conhecer o grau de confiabilidade e fornecer informação sobre o funcionamento global da instalação.

3. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA EXPERIMENTAL

O sistema fotovoltaico em estudo foi montado no LES-UFRGS. Os componentes do sistema experimental são um painel com 5 módulos fotovoltaicos de silício monocristalino de potências de 100 W, um controlador de carga, um banco de baterias de 450 Ah e um conjunto de cargas de corrente contínua.

A tensão do sistema é de 24 V e é do tipo contínua, a instalação conta também com um sistema de monitoramento que permitiu a medição das variáveis associadas necessárias para validar os resultados simulados com o *PVSize*.

O sistema em seu conjunto foi projetado com uma elevada relação entre capacidade de geração e armazenamento, comparado com sistemas autônomos típicos, com o intuito de ter a possibilidade de variar sua relação segundo a potência das cargas ligadas na instalação e permitir a análise do comportamento do sistema em diferentes regimes de trabalho.

3.1 Painel Fotovoltaico

Constituído por uma associação de 5 módulos da marca Isofotón conectados em paralelo, formando um painel de 500 Wp, montado sobre uma estrutura de alumínio no telhado de um dos prédios do Laboratório. Sua inclinação é de 30° e está orientado para o Norte verdadeiro.

Para identificar as características dos módulos fotovoltaicos utilizados foram realizadas medições das curvas *I-V* em situações próximas da condição de operação, utilizando a metodologia e instrumentação proposta por Prieb (2002). O processo é suficientemente rápido (em torno de 1,8 s) para garantir que a temperatura do módulo não mude durante o ensaio. Finalmente, as curvas obtidas foram corrigidas mediante o procedimento proposto por Krenzinger (2005).

As características elétricas dos módulos fotovoltaicos do sistema experimental, obtidas com o procedimento mencionado, servirá para determinar o desvio nos parâmetros em relação aos fornecidos pelo fabricante (dados de entrada no programa), e ver como estas variações afetam os resultados em uma simulação anual.

A caracterização térmica dos módulos fotovoltaicos foi feita através de imagens termográficas que permitiram encontrar a célula, dentro do painel, com a característica que representa o valor médio da temperatura de todo o sistema de geração, esta metodologia foi aplicada devido que, em condições de operação, nem todas as células têm a mesma temperatura (Andrade, 2004). Após este procedimento foi colocado um sensor termorresistivo na face posterior da célula escolhida e protegido contra a ação do vento.

3.2 Características do Banco de Baterias e do Controlador de Carga

O painel fotovoltaico fornece energia elétrica ao circuito de consumo através do banco de baterias. Quando o fornecimento é superior à demanda, o banco de baterias pode absorver o excedente. Se, ao contrário, a demanda é superior ao fornecido pelos geradores, o banco de baterias pode suprir o déficit. A condição para que os dois últimos casos sejam efetivamente realizados é que o estado de carga do banco de baterias esteja na faixa de operação aceita pelo controlador de carga. Uma proteção adicional para este tipo de carga é constituída por um fusível de 30 A.

Para o sistema experimental, foi escolhido um banco adequado para um regime de carga em 20 h à corrente máxima dos geradores do sistema (em torno de 15 A).

As baterias escolhidas, de uso automotivo, são de chumbo-ácido, livres de manutenção (Delphi Freedom modelo DF150) e 150 Ah de capacidade. Como a tensão nominal do sistema é de 24 V, pares de baterias de 12 V foram conectadas em série, com esta combinação obteve-se uma capacidade total de 450 Ah.

Para a proteção do banco de baterias, foi utilizado um controlador que interrompe o fornecimento de energia quando a tensão alcançar um valor previamente determinado. O valor de regulação pode ser ajustado, através do *software* que gerencia o sistema.

Com a intenção de estudar a influência do estado de carga do banco de baterias sobre o comportamento da instalação é necessária a regulação dos níveis de carga/descarga do controlador. Por estes motivos, foi elaborado um controlador de carga através do qual é possível a regulação automática dos níveis de tensão com uma histerese, ligando e desligando as cargas, em níveis de tensões diferentes.

3.3 Características dos elementos consumidores (cargas elétricas)

A corrente contínua está distribuído por toda a sala do prédio, e possui ligação com 6 lâmpadas fluorescentes de 20 W para a iluminação interna, além de um sistema que permite a instalação de até 16 lâmpadas incandescente. Outras carga podem ser conectadas através das várias tomadas colocadas ao longo da sala. No caso de cargas com consumo em CA será adquirido um inversor de 600W de potencia e onda tipo senoidal.

Para simular a demanda de instalações reais foi instalado um temporizador semanal que permite programar a ativação das cargas em diferentes horários ao longo do dia.

3.4 Sensores Instalado e Sistema de Monitoramento

Com o objetivo de acompanhar o funcionamento do sistema experimental serão medidas suas principais variáveis. Para isto esta sendo configurado um sistema de monitoramento constituído por um computador, uma unidade de aquisição de dados, sensores e um programa computacional para gerenciar o processo (Fig. 3).

A unidade de aquisição de dados HP-34970A, permite a medição de valores de resistência elétrica, tensão, corrente até 3 A e frequência. Possui placas multiplexadoras que gerenciam a conexão dos sensores, podendo ser colocados até 3 multiplexadores na unidade, totalizando uma capacidade de leitura de 120 canais.

As variáveis que serão monitoradas são: corrente, tensão e a temperatura do painel fotovoltaico, a tensão e corrente do banco de baterias. Também serão monitoradas a corrente consumida pelas cargas, a radiação solar sobre o plano do painel, a temperatura ambiente, a velocidade e a direção local do vento.

Medição de radiação solar: A medição da radiação solar tem por objetivo caracterizar este recurso e comprovar o funcionamento do painel fotovoltaico. O instrumento empregado para esta função é uma célula de referencia instalada no mesmo plano do painel, e calibrada por comparação com uma célula fotovoltaica da mesma tecnologia, calibrada no ano 2004 no Ciemat, España. A calibração foi realizada em dias de céu claro com os instrumentos no mesmo plano sobre o telhado do Laboratório, para minimizar os efeitos da reflexão dos objetos locais.

Medição de temperaturas: As temperaturas do painel e a temperatura ambiente serão monitoradas durante o trabalho experimental. Para esta função serão empregados 1 PT100 e 1 termistor NTC, previamente calibrados .

Medição das correntes do sistema experimental: A medição da corrente foi realizada de forma indireta, através da queda de tensão em resistores (*shunts*), fabricados com manganina com 60 mV para 25 A e classe de precisão de 0,5 %.



Figura 3: Sistema de monitoramento para da instalação fotovoltaica autônoma, cargas, banco de baterias e caixa de conexões elétricas.

Medição de tensão dos módulos do banco de baterias: As tensões desses equipamentos serão medidas diretamente, utilizando dois fios conectados aos terminais correspondentes. As tensões dos módulos e do banco de baterias são monitoradas empregando a escala de 100 V em corrente contínua.

Medição de velocidade e direção do vento local: A velocidade e a direção do vento na área do Laboratório serão monitoradas com a intenção estimar a influência das mesmas sobre a temperatura dos módulos fotovoltaicos.

O sensor de velocidade do vento do sistema (anemômetro) consta de um magneto de 4 pólos que gira junto com as conchas e um enrolamento fixo, no qual é induzido um sinal elétrico (senoidal). O sinal mostra dois ciclos a cada rotação e sua frequência tem uma relação linear com a velocidade do vento

O sensor de direção do vento é uma veleta, acoplada mecanicamente a um potenciômetro de precisão.

Programa computacional para o monitoramento e controle do sistema experimental: A unidade de aquisição de dados conta com um *software* que permite a programação de todos os parâmetros dos canais a monitorar.

O programa foi elaborado para ambiente Windows em linguagem de programação Visual Basic, tendo em conta as seguintes considerações.

- Definição de parâmetros ou níveis de tensão do controlador de carga.
- Programação dos canais.
- Controle da tensão do banco de baterias e do período de funcionamento das cargas.
- Apresentação dos resultados e armazenamento.
- Monitoramento e visualização em tempo real (sistema tipo SCADA).

4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES

Para verificar, em uma primeira instância, o comportamento do programa no seu conjunto, optou-se por simular diferentes situações em várias localidades no Brasil, e comparar os valores alcançados por outros programas reconhecidos. Os programas utilizados para realizar as comparações são *PVSYST* (www.pvsyst.com) e *Homer* (<http://analysis.nrel.gov/homer>). Os resultados simulados ficaram muito próximos aos resultados produzidos por outros programas (Vera, 2004). Em seguida, foi realizada a comparação do comportamento do *PVSize* frente a esta instalação fotovoltaica real (sistema experimental anteriormente apresentado).

Em sistemas autônomos típicos as cargas correspondem a lâmpadas, televisão, rádio, antena parabólica, bombas de água, geladeira, gravador de som, etc.. O cálculo da energia a consumir é mais fácil no caso de conhecer as características das cargas e o tempo de funcionamento. Em aplicações, como eletrificação de casas, escolas ou postos de saúde em ambientes rurais, a tarefa não resulta tão fácil, já que intervêm vários fatores que afetam o consumo final energia, como tamanho e composição das famílias (idade, hábitos, etc), costumes dos usuários, capacidade para administrar a energia disponível, etc. Para determinar os perfis horários e as cargas das instalações existem diferentes estudos que permitem ter uma idéia de como elas são distribuídas em instalações rurais típicas (Tolmasquim J., 2004, CRESESB, 2003). No sistema experimental, para este estudo em particular, foram escolhidos perfis de consumo que estão distribuídos ao longo do dia, entre as 9:00 h e 16:00 h, e de noite entra as 19:00h e 22:00h.

Na Fig. 4 mostram-se os valores medidos de tensão da bateria, corrente gerada pelos módulos e energia consumida pelas cargas, ao longo de 4 dias de aquisição. A aquisição de dados foi realizada de minuto a minuto, e logo foram calculados os valores médios horários dos dados.

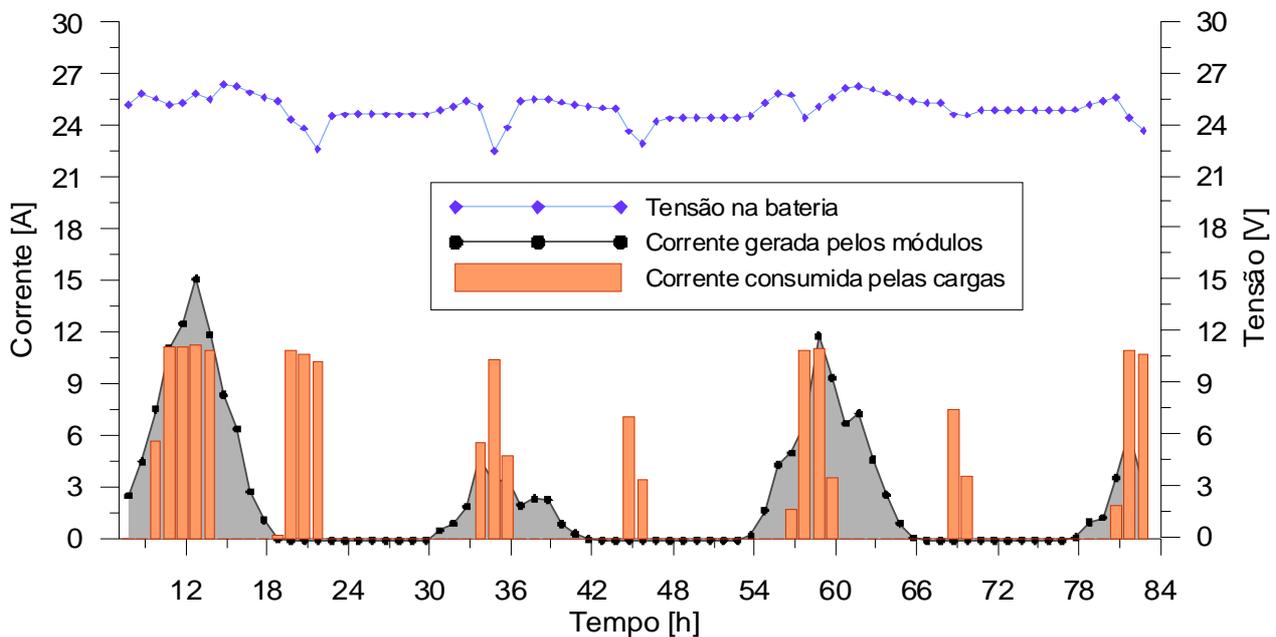


Figura 4: Valores monitorados pelo sistema de aquisição da instalação experimental, de tensão do banco de baterias, de corrente gerada e consumida durante 4 dias em operação.

Os resultados mostrados na Fig. 4 têm por objetivo observar o funcionamento integrado dos diversos componentes do sistema experimental, a partir das relações entre o gerador e sua energia primária, somado ao papel do banco de baterias para garantir a satisfação da demanda. Em qualquer dos períodos analisados, a energia demandada pela carga é sempre satisfeita, ou pela energia fornecida pelo gerador exclusivamente, ou pela extração de parte da energia necessária do banco de baterias, como acontece após as 19 h.

Comprova-se que a corrente da bateria flui em um ou outro sentido, segundo a relação entre a potência demandada pelos aparelhos e a fornecida pelo gerador, aumentando ou diminuindo a energia armazenada e a capacidade disponível do banco de baterias, de modo a satisfazer o balanço energético do sistema.

Os módulos isofotón de 100 Wp instalados no sistema experimental foram caracterizados através de sua curva I-V. Os pontos característicos de cada um dos módulos serviu como dado de entrada do programa Crearray (www.solar.ufrgs.br) para modelar a curva I-V resultante do acoplamento em paralelo dos geradores fotovoltaicos. A seguir, selecionou-se o mesmo módulo, que consta na base de dados do programa com os valores característicos fornecido pelo fabricante, e se gerou, através de um algoritmo próprio do *PVSize*, a curva resultante para o painel formado por 5 módulos de iguais características elétricas. Logo comparam-se ambas as curvas para ver se existia um desvio considerável entre valores de corrente e tensão. Determinou-se assim que, para a zona de trabalho das baterias, os valores de corrente obtidos comparando ambos casos não sofreram diferenças maiores que 1.8 %. Também na Fig. 4 sinaliza-se a faixa de tensões de operação do banco de baterias.

Para a simulação do comportamento do sistema experimental, os valores de radiação, temperatura ambiente e velocidade do vento medidos são integrados ao longo de cada hora e obtido seu valor médio, e assim que foram formatados são utilizados no programa como valores iniciais. Estas grandezas são imprescindíveis, pois representam as energias primárias que determinam o funcionamento do painel fotovoltaico. O consumo da instalação também foi reduzido a valores médios horários, para operar o sistema simulado com o mesmo perfil de carga com que funcionou o sistema experimental. As características das baterias foram inseridos através de valores fornecidos pelo fabricante.

Na Fig. 5 apresentam-se os valores de corrente gerados pelo painel fotovoltaico obtidos através da simulação comparado com os valores medidos no sistema experimental durante 4 dias.

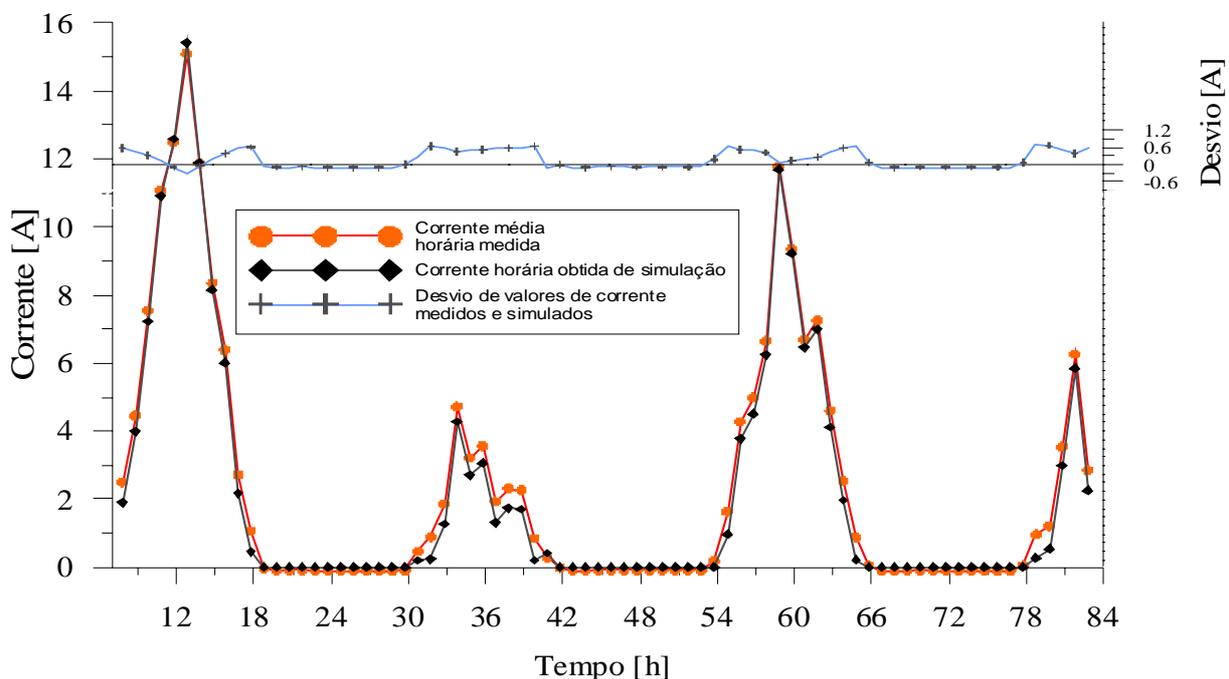


Figura 5: valores de corrente obtidos através da simulação comparado com o valor da corrente real, medida no sistema experimental.

Analisando a Fig. 5 pode-se dizer que existe um desvio entre os valores medidos e simulados, e estas diferenças são principalmente apreciadas para valores de irradiância baixos, mas em termos gerais o comportamento da simulação é satisfatório, obtendo-se como desvios máximos, na

ordem de 6%. Uma revisão do acoplamento entre valores obtidos entre modelos de bateria e módulo fotovoltaico será necessária para melhorar o comportamento da simulação.

Como ainda não foram caracterizadas individualmente cada uma das baterias que forma o banco de acumulação de energia, não se possui valores confiáveis de sua capacidade e características de carga e descarga. Esta análise é necessária por tratar-se de baterias compradas em diferentes datas, e com diferente tempo de operação, fato que afeta seu comportamento. Por esta razão a análise dos valores de tensão experimental versus simulada não serão apresentados neste trabalho.

Na Tab. 1 pode-se apreciar a LLP que apresenta o sistema descrito para um ano de simulação e diferente capacidade do banco de baterias.

Tabela 1. Resultados obtidos na simulação anual utilizando o *PVSize*.

Sistema	Capacidade	ECinicial	Tipo de consumo	Nº de Baterias	Nº de Módulos	Horas de falha	Dias de falha	LLP
Sistema 1	150 Ah	0,9	24 Vcc	6	5	519	49	5,9%
Sistema 2	100 Ah	0,9	24 Vcc	6	5	595	57	6,8%
Sistema 2	50 Ah	0,9	24 Vcc	6	5	800	75	9,1%

Os resultados até aqui apresentados são preliminares tendo em vista que o sistema não foi ainda otimizado em seu funcionamento para obter os valores de todos os parâmetros a analisar em um período de tempo mas relevante.

5. CONCLUSÕES

PVSize é um software desenvolvido no Laboratório de Energia Solar da UFRGS, de fácil utilização, que auxilia tanto no dimensionamento como na simulação de SF autônomos, construído com uma base de modelos matemáticos conhecidos e avaliados individualmente.

Os resultados simulados se aproximaram em grande medida aos resultados encontrados por outros programas, demonstrando a eficácia dos modelos empregados e a utilidade integradora da ferramenta computacional para a simulação de SF.

Um sistema experimental foi instalado nas dependências do Laboratório de Energia Solar e seu monitoramento permite obter valores reais de comportamento deste tipo de sistemas.

As primeiras comparações com relação a valores experimentais permitem determinar melhoras a ser realizadas tanto nos modelos matemáticos como na metodologia de gerenciamento e acoplamento, com o fim de aumentar a confiança em seu desempenho. Valores de corrente gerada simuladas apresentaram um desvio máximo do ordem do 6% e o comportamento segue o perfil dos valores experimentais.

Outros parâmetros importantes que afetam no desempenho do sistemas serão avaliados quando se tenha um acervo maior de dados e o sistema de monitoramento esteja concluído.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, entidade governamental brasileira promotora do desenvolvimento científico e tecnológico, além da FINEP e Eletrobrás.

REFERENCIAS

- Andrade, A.C. e Krenzinger, A, 2004. "Efeito da Distribuição de Temperaturas sobre a Curva Característica de Módulos Fotovoltaicos". Libro de Actas del XII Congreso Ibérico e VII Congreso Iberoamericano de Energia Solar, v. 2, p. 775-780, Vigo, Espanha
- CRESESB- CEPTEL, 2003. "Eletrificação Rural Descentralizada".Rio de Janeiro, Brasil.

- Egido M. y Lorenzo E., (1992), "The Sizing of Stand Alone PV-Systems: a Review and a Proposed New Method". *Solar Energy Materials and Solar Cells*, N° 26, pp 51–69.
- Ibrahim O. E., 1995. Sizing Stand-Alone Photovoltaic Systems for Various Locations in Sudan. *Applied Energy*, 52, 133-140.
- Krenzinger, A., 2004. "Programa de Pós-Processamento de Dados para Ensaio de Módulos Fotovoltaicos". Livro de Actas del XII Congreso Ibérico e VII Congreso Iberoamericano de Energia Solar, v. 2, p. 763-768, Vigo, Espanha.
- Narvarte, L. y Lorenzo, E., 1996. "On de Sizing of Solar Home Systems", EUROSUN'96, Freiburg, Germany.
- Notton G. Muselli, M. Poggi P. e Louche, A., 1996. Autonomous photovoltaic systems: Influences of some parameters on the sizing: Simulation timestep, input and output power profile". *Renewable Energy*, Vol 7, n° 4, 353-369.
- Tolmasquim M et ali., 2004. "Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil", Relume Dumará, Rio de Janeiro, Brasil.
- Vera, L.H., 2004. "Programa para Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos". Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

COMPARISON BETWEEN VALUES SIMULATED AND MEASURED FOR A STAND-ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Abstract: *This work deals with the study and simulation of photovoltaic systems. For the characterization of such systems, existent mathematical models were integrated into a software with practical character and scientific basis denominated PVSize. This software, written in Visual Basic 5, was developed at the Laboratório de Energia Solar of UFRGS. The program is capable to evaluate, through an hourly simulation, for different configurations, the necessary number of modules and batteries and corresponding risk of energy deficit. On order to evaluate the behavior of the models used, simulated results will be compared to experimental data obtained from an stand-alone installation. Values of solar radiation, ambient temperature, wind speed and energy consumption will be registered to be used as PVSize input parameters. Voltage and current supplied from the modules, as well as the battery voltage, will be also measured. Partial results obtained from the experimental system were been compared to the simulation. Similar behaviors and values of generated energy were observed.*

Keywords: *Solar Energy, Stand-Alone Photovoltaic System, Symulation.*