

SISTEMA FOTOVOLTAICO ISOLADO DE CONFIGURAÇÃO MISTA PARA FAMÍLIAS RIBEIRINHAS

Allan Guilherme Lima Pena – allgui9696@gmail.com

Alaan Ubaiara Brito – aubrito@unifap.br

Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Pedro Miguel Lira Guedes – pmlguedes@hotmail.com

Felipe Monteiro – felipe.monteiro@unifap.br

Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas

Josineide Barbosa Malheiros – josi.malheiros@yahoo.com

Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC)

Francisco Barbosa Malheiros – fran.malheiros2015@gmail.com

Museu Paraense Emílio Goeldi, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Sociocultural

Marcelino Carneiro Guedes – marcelino.guedes@embrapa.br

Alcides Froes Dias Júnior – froesstm@gmail.com

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Davi Ezequiel François – davifrancois@gmail.com

Witold-Roger Poganietz – poganietz@kit.edu

Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany

Mary Jane Parmentier – mj.parmentier@asu.edu

School for the Future of Innovation in Society, Arizona State University (ASU), USA

Resumo. Um sistema fotovoltaico pode apresentar diferentes configurações dependendo do tipo de demanda que se deseja atender. Este trabalho apresenta um sistema de configuração mista que consiste na utilização do mesmo gerador fotovoltaico para alimentar um sistema fotovoltaico isolado com acumulador de energia e um de acoplamento direto. O sistema foi instalado na sede da Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas, localizada no estuário do Rio Amazonas, em Gurupá – Pará. Na Ilha, não há energia elétrica convencional e o acesso a outros serviços básicos como saneamento básico, água potável e tratamento de esgoto é limitado. Como são sistemas com características diferentes, cada um necessita de uma configuração de conexões distintas entre os módulos fotovoltaicos. Para o sistema isolado com acumulação de energia as conexões entre os módulos fotovoltaicos são três ligações em paralelo de dois módulos fotovoltaicos em série. Para o sistema de acoplamento direto os seis módulos fotovoltaicos são conectados em série, onde os terminais são conectados a um conversor de frequência que aciona cargas que possuem motor de indução trifásico. A comutação entre as conexões ocorre de forma manual utilizando plugues industriais tetrapolares do tipo “macho” e “fêmea”. Os terminais dos seis módulos fotovoltaicos foram conectados a três plugues do tipo “macho” enquanto cada sistema (de acumulação e de acoplamento direto) teve seus terminais conectados a três plugues do tipo “fêmea”. Dessa forma, quando não estiver sendo usado diretamente em cargas com motor de indução trifásico, seja para retirar a polpa do açaí, bombear água para um reservatório, irrigação de plantas ou outra atividade, o gerador fotovoltaico pode ser ligado a um banco de baterias. O sistema misto obteve êxito em comutar as conexões terminais do gerador fotovoltaico de acordo com as demandas energéticas de cada sistema.

Palavras-chave: Sistema fotovoltaico de acoplamento direto, Ilha das Cinzas, sistema misto.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Constituição Federal de 1988 e a Lei 12.111/2009, o acesso à energia elétrica é um direito de qualquer brasileiro que deseje obter este serviço. De acordo com Ferreira e Silva (2021), o reconhecimento deste direito ocorre devido a sua capacidade de ampliar oportunidades de mudança social e econômica da população. Apesar de haver base jurídica para a universalização do acesso à energia elétrica, ainda existe um número considerável de

brasileiros sem acesso a este recurso fundamental para a qualidade de vida, principalmente na área abrangida pela Amazônia Legal.

Ferreira e Silva (2021) citam um estudo elaborado pelo IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente) onde estimou-se que cerca de 990 mil brasileiros residentes nesta região não tem acesso ao serviço público de energia elétrica. Nas regiões remotas, distantes dos maiores centros urbanos onde há baixa densidade populacional e restrições geográficas e ambientais que impossibilitam a extensão da rede de distribuição de energia elétrica convencional, as comunidades costumam possuir pequenos geradores a diesel ou gasolina. São pequenas, custosas e precárias unidades de geração não reguladas pelo setor elétrico e que não contam com mecanismos institucionais de subsídio desse setor.

Diante deste cenário para comunidades distantes dos centros urbanos sem acesso à energia elétrica convencional, os Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFI) ganham cada vez mais adeptos. Os SFI podem ser individuais ou em mini redes, de modo que o primeiro se caracteriza por atender apenas uma unidade consumidora, enquanto no segundo a geração é compartilhada entre um pequeno grupo que se encontra geograficamente próximo um dos outros (SILVA, 2018).

Os SFI em comunidades ribeirinhas muitas vezes são utilizados para diferentes finalidades. Além do atendimento energético das cargas domiciliares (iluminação, eletrodomésticos, etc.), são utilizados com frequência para acionamento de cargas motrizes (motobombas, despulpadeiras de frutas, moedores de grãos, etc.). Todavia, um dos problemas relacionados ao se utilizar motores de indução trifásico são os altos valores de corrente de partida no momento de acionamento da máquina, que acarretam em uma série de problemas como: perda da vida útil do motor, queda de tensão provocada pelo pico instantâneo de corrente (FALCÃO, 2019), queima dos dispositivos de proteção (se subdimensionados). No caso de um SFI onde são utilizados inversores de tensão (para as cargas em Corrente Alternada – CA), é muito comum a queima desse dispositivo, sensível a sobrecargas e descargas atmosféricas. Dessa forma, os SFI que atendem cargas motrizes necessitam que o inversor de tensão seja sobredimensionado para suportar a potência de pico no momento da partida do motor.

Uma alternativa a esse problema é acionar as cargas motrizes por meio de um SFI de acoplamento direto porém, compartilhando o mesmo Gerador Fotovoltaico (GFV). Dentre as configurações de SFI de acoplamento direto, a que faz uso do conversor de frequência (CF) como dispositivo de condicionamento de potência vem se destacando pois, permite o acionamento de Motores de Indução Trifásico (MIT), logo possui uma rede sólida de distribuição e manutenção em nível regional para esses equipamentos. Além disso, por possuir um mercado consolidado, é possível encontrar esses equipamentos em uma ampla faixa de potência, flexibilizando o uso e permitindo novas aplicações (QUEIROZ; BRITO, 2018). Outra vantagem desta configuração é a não utilização de um banco de baterias (acumulador de energia), o que garante maior confiabilidade, reduz a manutenção e o preço do sistema, além de evitar o gasto periódico com troca de baterias (QUEIROZ; BRITO, 2020). Os CFs estão presentes em diversos tipos de equipamentos e, além disso, realiza o acionamento do MIT por meio de uma rampa de aceleração eliminando assim o problema com a potência de partida, ou seja, não há a necessidade de sobredimensionamento do CF como ocorre nos inversores de tensão. O problema encontrado nesta configuração é que a tensão de operação desses sistemas (acumulação e acoplamento direto) não são compatíveis. Na configuração do SFI com acumulação de energia a tensão do sistema pode atingir valores de $92 V_{CC}$ e na configuração do SFI de acoplamento direto com CF a tensão pode ser superior a $250 V_{CC}$.

Em vista disto, este trabalho tem por objetivo apresentar uma configuração de SFI classificada como mista. Nessa configuração, existe a possibilidade de utilizar o mesmo GFV para o SFI com acumulação de energia e para o SFI de acoplamento direto com CF. Um SFI que adota essa configuração foi dimensionado e instalado na sede da Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC), que é uma associação de base comunitária localizada em uma comunidade ribeirinha no estuário do Rio Amazonas, município de Gurupá – Pará. No sistema instalado é possível mudar a configuração dependendo da demanda que deseja-se atender: se é necessário alimentar o freezer, pontos de iluminação, tomadas e outros eletrodomésticos da sede, o GFV é ligado ao sistema com acumulador de energia; se é necessário utilizar a bomba d'água para encher o reservatório ou alimentar a bateadeira (despulpadeira) de açaí, o sistema de acoplamento direto é conectado ao GFV.

2. ASSOCIAÇÃO DOS TRABALHADORES AGROEXTRATIVISTAS DA ILHA DAS CINZAS

A Ilha das Cinzas é uma comunidade ribeirinha localizada no estuário do Rio Amazonas, território do Marajó. A Ilha é isolada geograficamente do continente pelo canal norte do Amazonas, que divide os Estados do Pará e Amapá (Fig. 1). O transporte fluvial é o único meio de se chegar à localidade, sendo que leva em torno de duas horas de embarcação até a cidade mais próxima. Os moradores não têm acesso à energia elétrica convencional e nem a serviços de saneamento básico, como redes de distribuição e tratamento de água potável, e para coleta e tratamento de esgoto. O solo instável da Ilha e das áreas de várzea do estuário amazônico, sujeitas a inundações diárias durante o represamento do Amazonas pelas marés oceânicas, inviabiliza a instalação de postes e construção de grandes redes de distribuição de energia.

Na comunidade Ilha das Cinzas vivem cerca de 70 famílias, que desenvolvem atividades extrativistas na região, como a pesca e extração de frutos da floresta, principalmente do açaí. A maioria das famílias só tem acesso à energia

elétrica cerca de três horas por dia através de geradores a diesel ou gasolina (FRANÇOIS *et al.*, 2021), algo cada vez mais inviável devido aos altos preços do combustível, à dificuldade na logística, além da poluição inerente a esse tipo de geração de energia. A Fig. 2 apresenta a sede da Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas, que representa a união entre moradores da comunidade, que buscam avanços e melhorias na qualidade de vida da população da região.

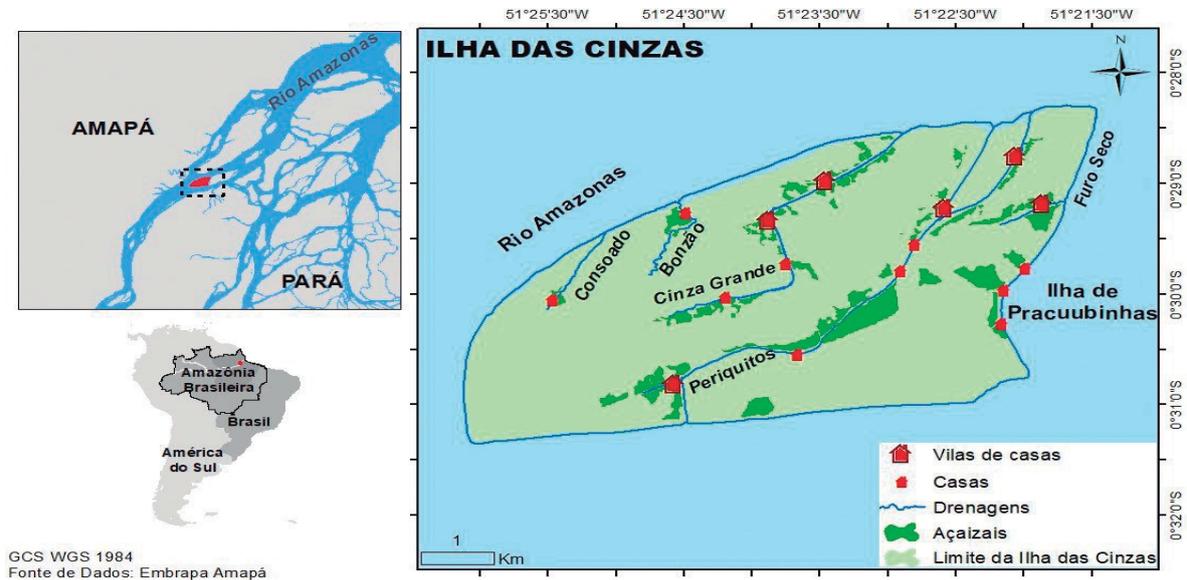


Figura 1 - Localização geográfica da Ilha das Cinzas (SANTOS; RAMOS ; GUEDES, 2021).



Figura 2 - Sede da Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC).

No geral, em comunidades ribeirinhas situadas nas margens e no estuário do Rio Amazonas, incluindo todas as ilhas do território do Marajó, o açaí faz parte da alimentação cotidiana. Na Ilha das Cinzas, esta realidade não é diferente, sendo que o açaí é garantia de soberania alimentar e responsável pela baixa insegurança alimentar detectada, com apenas 6% das famílias apresentando grau severo de insegurança (SANTOS; RAMOS; GUEDES, 2021). Para extração da polpa desse fruto é utilizada uma bateadeira (ou despoldadeira), máquina cujo movimento do eixo que realiza o processo depende de um motor elétrico. Além do consumo diário, o processo produtivo do açaí deixa de agregar valor ao produto por não ser beneficiado (extração da polpa) nas proximidades das plantações pelos próprios

ribeirinhos, devido às limitações energéticas do local. O processo de extração do açaí se torna mais eficiente com o uso de máquinas que façam a extração da polpa (batedeira), que é então misturada com água e reservada para consumo posterior (FILHO; TORRES; MACÊDO, 2020). Ou seja, a atividade de extração da polpa do açaí já apresenta uma grande demanda energética, seja para o consumo cotidiano ou para fins comerciais: a extração da polpa com a bateadeira/despulpadeira de açaí e a refrigeração necessária para conservar o produto.

Outra demanda energética frequente na comunidade é a de bombeamento de água. Muitas vezes é feito o bombeamento da água, seja do próprio rio ou de um poço, para o reservatório de água onde é feito o tratamento. Outro uso no bombeamento de água é para fertirrigação (aplicação de fertilizantes no processo de irrigação) das plantações de açaí. A sede da ATAIC e outras residências da Ilha contam com uma fossa séptica biodigestora que faz tratamento dos efluentes dos banheiros, resultando em um biofertilizante líquido que deseja-se ser utilizado como adubo em açazais próximos à fossa.

Diante da realidade apresentada para a comunidade ribeirinha da Ilha das Cinzas e das características favoráveis da região para o uso da energia solar fotovoltaica, um sistema com um GFV capaz de suprir demandas mais comuns como iluminação, refrigeração e outras tarefas; além de suprir demandas mais específicas como retirada da polpa do açaí (presente diariamente na alimentação de todas as famílias) e bombear água para reservatórios ou irrigação, seria de extremo interesse para uma região com tantas limitações.

2.1 Energia Solar Para Soberania Alimentar de Famílias Ribeirinhas

Dentro do contexto apresentado a ATAIC, junto de parceiros locais e internacionais receberam suporte da Fundação Honnold para desenvolver o projeto “Energia Solar para Soberania Alimentar em Famílias Ribeirinhas”. Este projeto tem como objetivo promover a capacidade de construção dos membros da comunidade, o uso da eletricidade para necessidades básicas, produção e saneamento básico (FRANÇOIS *et al.*, 2021).

A associação realiza o papel de liderança e de principais atores do projeto, de forma que os membros da comunidade tenham participações ativas em todas as fases. Logo, a ATAIC além de coordenar o projeto também é a principal responsável pela sua execução. Para executar corretamente as atividades do projeto, a associação conta com suporte dos seguintes parceiros: (1) Empresa Amapá, parceira de longa data da ATAIC, onde já trabalhou em projetos passados para melhorar as condições de vida e cadeias produtivas na comunidade; (2) Laboratório de Energias Renováveis da Universidade Federal do Amapá, responsável pelos conhecimentos técnicos sobre a energia solar; (3) Centro para Energia e Sociedade da Universidade do Estado do Arizona (EUA) e (4) Instituto de Avaliação de Tecnologia e Análise de Sistemas do Instituto de Tecnologia de Karlsruhe (Alemanha), os quais promovem o valor social da energia na comunidade, visando o aumento de benefícios e reduzir os riscos do acesso à energia elétrica (FRANÇOIS *et al.*, 2021).

3. SFI DIMENSIONADO E INSTALADO NA SEDE DA ATAIC

Na Fig. 3 é apresentado o digrama esquemático do SFI de configuração mista instalado na sede da ATAIC.

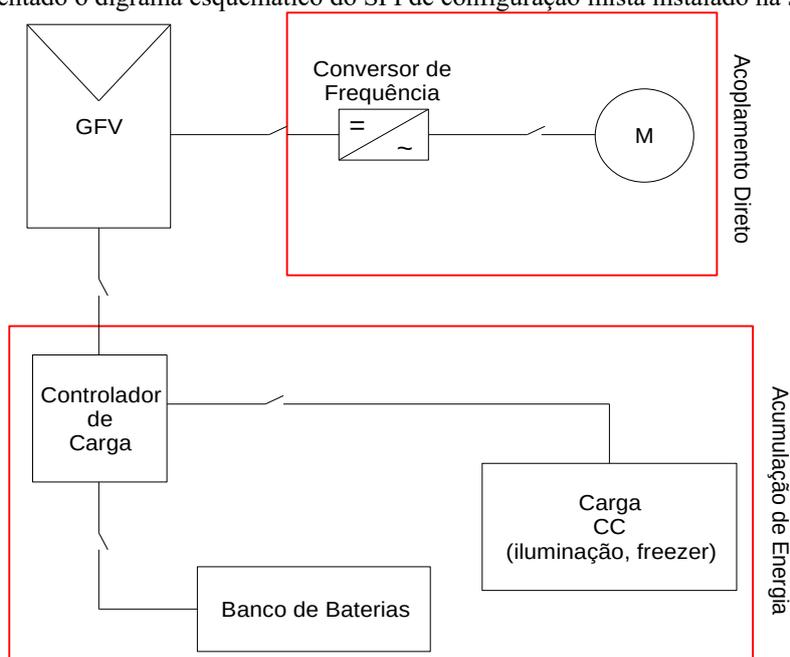


Figura 3 - Esquemático de ligação entre os elementos do sistema.

O GFV foi dimensionado para atender as cargas na configuração de acoplamento direto e na configuração de acumulação de energia. Na configuração de acoplamento direto foi selecionado um conversor de frequência com capacidade para acionamento de cargas motrizes trifásicas de até 1,5 CV e na configuração com acumulação de energia foi considerado o cenário energético caracterizado por Silva (2018), em estudo realizado com as famílias residentes na comunidade Ilha das Cinzas. Nesse cenário, o consumo diário é de 3,85 kWh. Foi considerado no dimensionamento do subsistema de acumulação de energia uma profundidade de descarga máxima de 50% e 1,5 dia de autonomia.

No que se refere ao atendimento das demais cargas, foi adotada uma microrrede de corrente contínua de baixa tensão (24 V) tendo em vista ser objeto de estudo na localidade. Os elementos obtidos nesta etapa de dimensionamento e utilizados na instalação do sistema podem ser vistos na Tab. 1.

Tabela 1 – Resumo do sistema instalado na sede da ATAIC.

Equipamento	Quantidade	Preço (Unitário)	Preço (Total)
Módulo Fotovoltaico – 320 W _p – MS320 – MinaSol	6	US\$ 153,94	US\$ 923,64
Controlador de Carga – 40 A – 24 V – TRIRON4210N – EPEVER	1	US\$ 278,10	US\$ 278,10
Bateria Estacionária Solar – 240 Ah – 12 V – 12MS34 – MOURA	4	US\$ 269,67	US\$ 1.078,68
Conversor de Frequência – 1,5 CV – IVS100 – INTEGRALTEC	1	US\$ 110,95	US\$ 110,95
Acessórios Para Instalação (haste de aterramento, cabo solar, conectores, parafusos, tomadas industriais, etc.)	1	US\$ 285,83	US\$ 285,83
Preço do Sistema (Total)			US\$ 2.677,20

3.1 Configuração do GFV

O GFV instalado na sede da ATAIC (Fig. 4) é composto por 6 módulos Fotovoltaicos (FV) de 320 W_p, totalizando 1,92 kW_p de potência instalada.

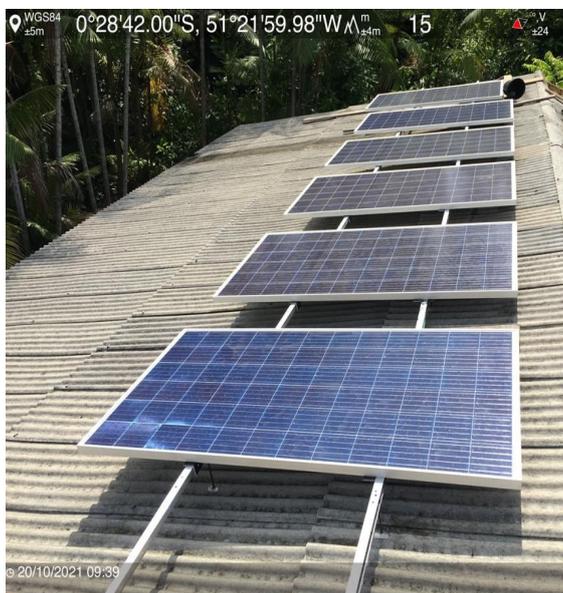


Figura 4 - Gerador fotovoltaico instalado na sede da ATAIC.

Na configuração SFI com acumulador de energia os módulos fotovoltaicos foram conectados da forma que é vista na Fig. 5 (simulação realizada no software Crearray), ou seja, 3 conexões em paralelo (cada conexão formada por dois módulos em série). Os terminais resultantes desta configuração são conectados a um controlador de carga de 40 A com tecnologia de seguimento do ponto de máxima potência. A partir da saída em CC do controlador foi feita uma rede elétrica de 24 V_{CC} na sede da ATAIC onde é alimentado um freezer de 72 L e uma rede de iluminação de lâmpadas de LED tipo bulbo de 9 W e tomadas para cargas futuras, elementos esses próprios para esse tipo de instalação.

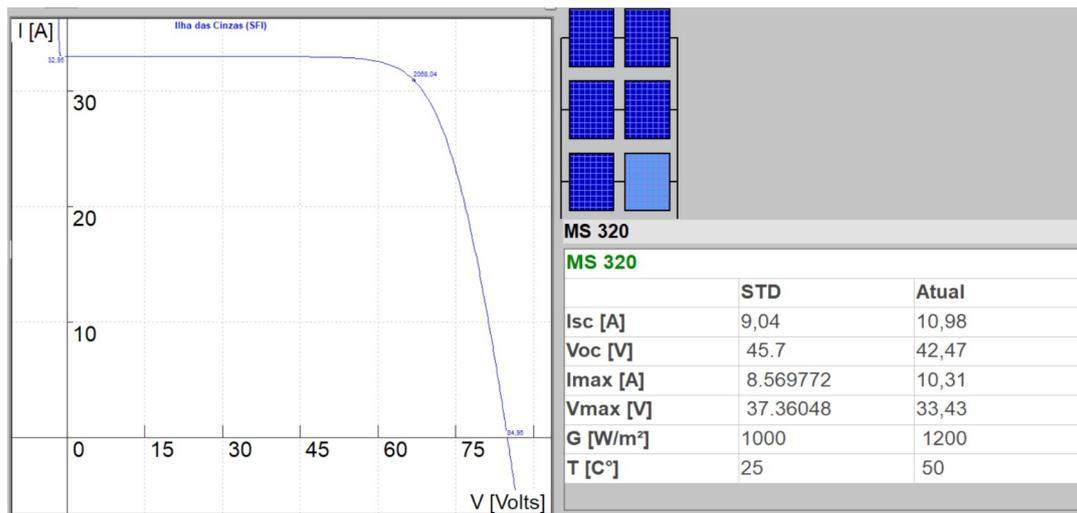


Figura 5 - Curva I x V e configuração do sistema de acumulação de energia.

Na configuração SFI de acoplamento direto os módulos fotovoltaicos foram conectados da forma que é vista na Fig.6 (simulação realizada no software Crearray), ou seja, todos os 6 módulos em série. É notável como curva I x V o GFV atinge elevados valores de tensão. Essa configuração do GFV é conectada a um conversor de frequência que trabalha especificamente com motores trifásicos de até 1,5 CV, além de possuir uma partida suave de acordo com a geração de energia disponível.

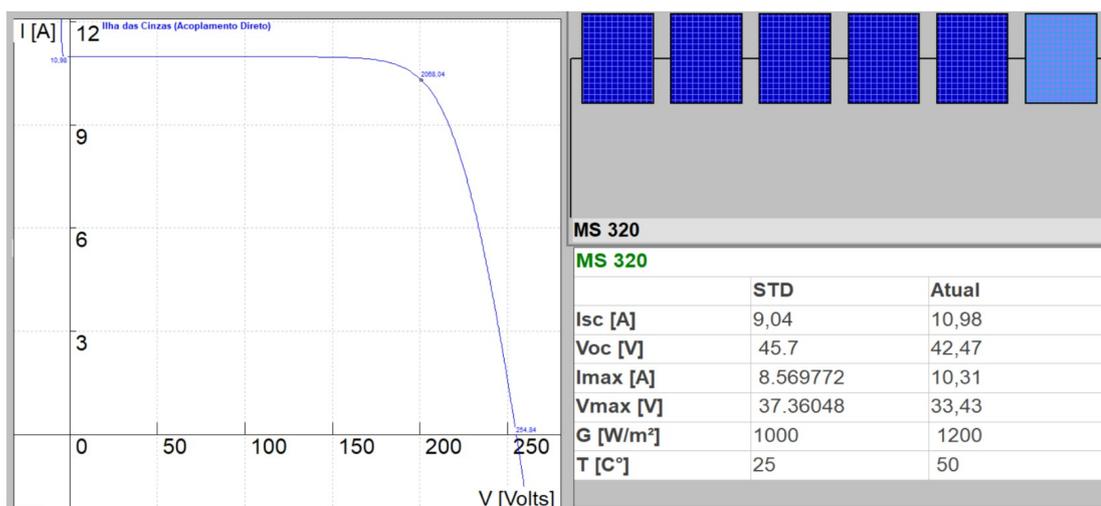


Figura 6 - Curva I x V e configuração do sistema de acoplamento direto.

3.3. Estratégia adotada para comutação do SFI

O sistema misto apresentado neste trabalho consiste na utilização do mesmo GFV para alimentar um SFI com acumulação de energia e um SFI de acoplamento direto. Sendo assim, como estratégia, foi desenvolvido um sistema manual de comutação que possibilita a alteração da configuração do GFV.

Este sistema manual de comutação consiste na mudança das conexões dos módulos FV, alterando entre as combinações necessárias para o SFI com acumulador de energia (três conexões em paralelo de dois módulos FV em série) e para o SFI de acoplamento direto (os seis módulos FV em série). Para a alteração dessas conexões físicas, foi utilizado um conjunto de tomadas industriais tetrapolares (com plugues de quatro pinos) de 32 A, sendo três tomadas do tipo “macho” e seis tomadas do tipo “fêmea”. A escolha desse material se deu pela característica de possuir um pino com uma espessura maior que os pinos restantes, logo há somente uma posição possível para conexão do plugue tipo “macho” no plugue tipo “fêmea”. Dessa forma evita-se falhas humanas no momento da comutação das conexões, impedindo curto-circuito do GFV.

Para viabilizar o processo manual de mudança entre os sistemas, o par de condutores (positivo e negativo) de cada módulo foi guiado do telhado, onde foram fixados, até a sala de comando da sede da ATAIC onde os outros elementos

do sistema estão instalados. Optou-se por conectar os terminais dos módulos (denominou-se “M” + “o número do módulo” + “terminal positivo ou negativo”) nas três tomadas industriais tetrapolares de quatro pinos do tipo “macho”, sendo assim, cada tomada possui os terminais de dois módulos FV, como é visto na Fig. 7.

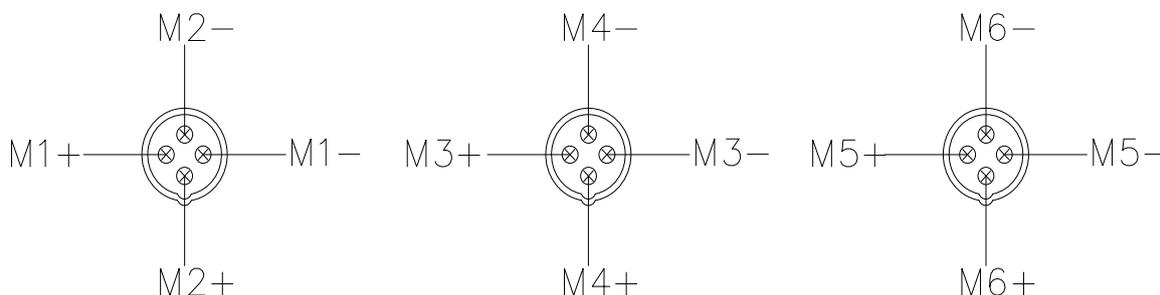


Figura 7 - Conexões dos terminais dos módulos nos plugues industriais tipo "macho".

Os três plugues industriais referentes ao GFV ficam fixos ao lado do Quadro Geral (QG), de onde são retiradas as conexões para os diferentes sistemas. Como já mencionado, o SFI com acumulador de energia necessita que o GFV possua a configuração de três ligações em paralelo de dois módulos em série. Para isso, foram utilizados três plugues industriais do tipo “fêmea”, onde foram realizadas parte das conexões necessárias para o sistema isolado.

Como visto na Fig. 8, a conexão em série entre dois módulos é realizada dentro do próprio plugue, de forma que os terminais resultantes desta ligação são guiados até uma barra de conexões dentro do QG, onde são feitas as ligações em paralelo para os terminais positivos e negativos resultantes das conexões em série. Realizadas as ligações em paralelo, os terminais são conectados a dois bornes vazios da barra de conexões, a partir de onde são conectadas ao controlador de carga.

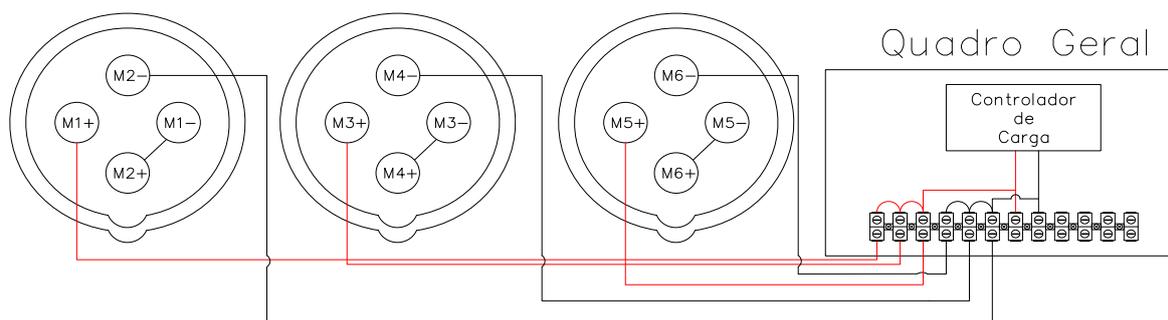


Figura 8 - Esquema de conexão do SFI com acumulador de energia.

Para o SFI de acoplamento direto foi necessário fazer a conexão dos seis módulos em série. Para isso, foram utilizados outros três plugues industriais do tipo “fêmea”, onde as conexões foram realizadas de acordo com a Fig. 9. Da mesma forma que foi feito nos plugues do SFI, neste é realizada uma ligação em série entre os terminais dos dois módulos de cada plugue industrial e um condutor externo faz a conexão em séries restantes. Os dois terminais resultados desta configuração seguem para o QG e são conectados à barra de conexões reservada para o sistema de acoplamento direto.

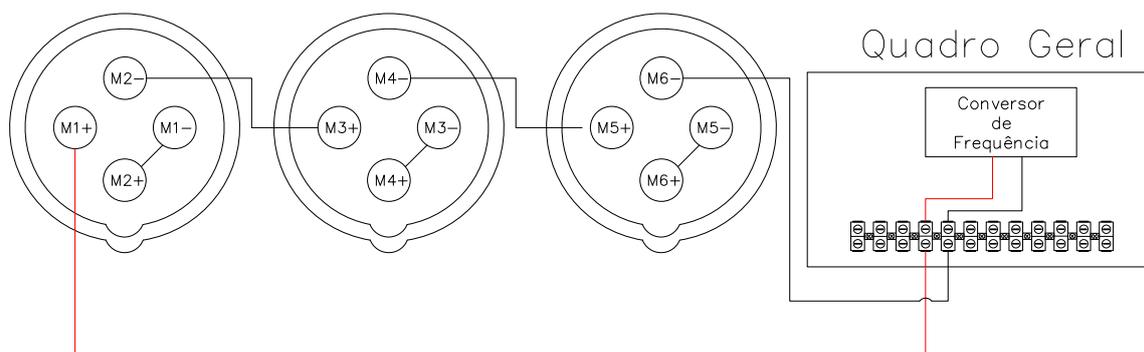


Figura 9 - Esquema de conexão do SFI de acoplamento direto.

De forma padrão, o sistema ficará conectado no SFI com acumulador de energia por mais tempo, para garantir o carregamento do banco de baterias. Logo, sempre que necessário o uso de alguma máquina no sistema de acoplamento direto (como por exemplo a bomba d'água para encher o reservatório, a bateadeira de açaí para retirar a polpa do fruto, a motobomba para irrigação das plantações próximas), o procedimento a ser realizado é apenas a retirada dos plugues do tipo “macho” das três tomadas industriais do tipo “fêmea” referentes ao SFI com acumulador de energia e conectar as tomadas industriais referentes ao sistema de acoplamento direto.

O QG foi utilizado para abrigar os componentes dos dois sistemas. Como pode ser visto na Fig. 10, no lado esquerdo são feitas as conexões do SFI com acumulador de energia e no lado direito as do SFI de acoplamento direto. Para garantir a proteção contra descargas atmosféricas o sistema conta com o aterramento (condutor verde que chega na barra de conexões do lado direito do quadro) e o Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) e, para proteção contra sobrecargas foram instalados disjuntores correspondentes com as características de cada equipamento.

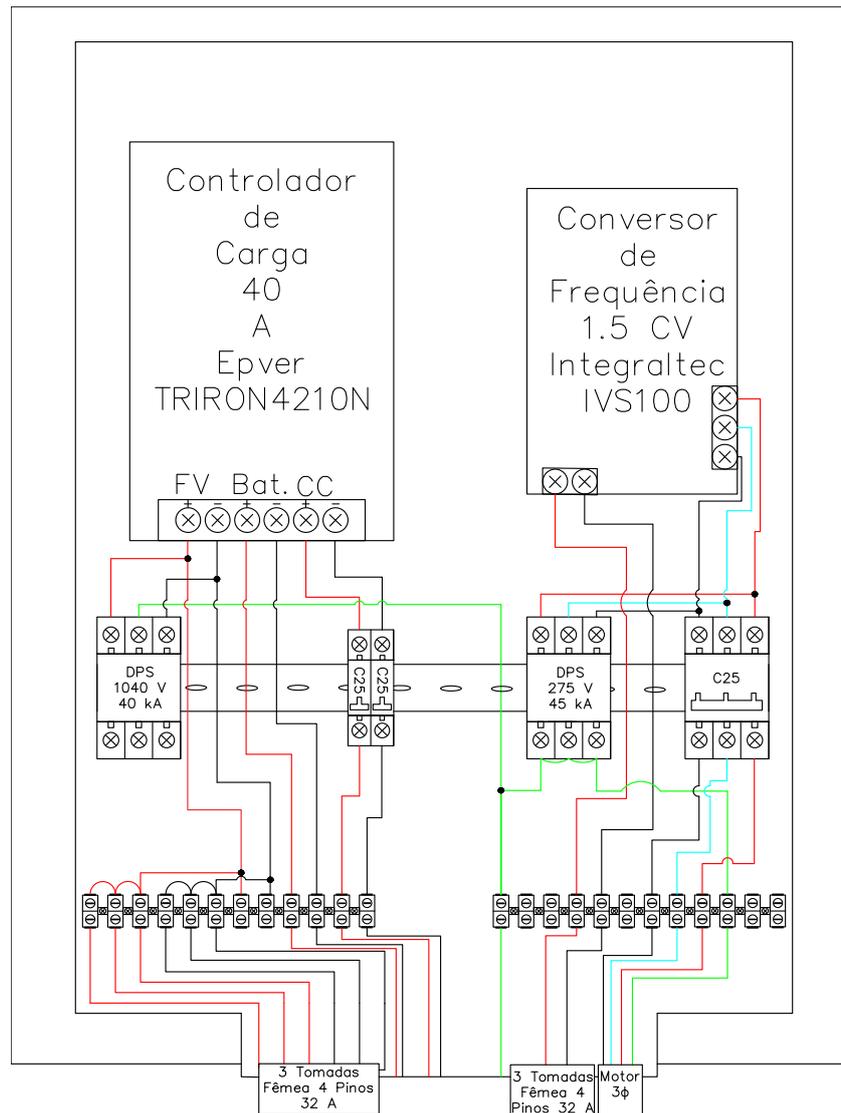


Figura 10 - Quadro Geral com a conexões do sistema de configuração mista.



Figura 11 - Instalação da configuração mista na sede da ATAIC.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de configuração mista proposto neste trabalho utiliza o mesmo GFV instalado na sede da ATAIC para dois SFI diferentes: com acumulador de energia e de acoplamento direto. A configuração mista obteve êxito em mudar as conexões dos terminais do GFV de acordo com as diferentes necessidades energéticas de cada sistema (ver Fig. 11). Por utilizar o mesmo GFV para diferentes sistemas, o projeto tem um custo menor, além de otimizar o uso da energia solar convertida em energia elétrica.

Ao configurar o GFV em dois módulos em série e três conexões em paralelo (para o sistema de acumulação), a carga em CC operou sem problemas durante o dia e a noite. No sistema de acoplamento direto (GFV configurado em seis módulos em série) os resultados também foram satisfatórios, alcançando valores esperados. No cenário atual, onde cresce o número de adeptos da energia solar fotovoltaica em comunidades ribeirinhas sem acesso à energia elétrica convencional, as novas configurações capazes de otimizar o uso dessa tecnologia fazem a diferença no aproveitamento do sistema, sendo a configuração apresentada nesse trabalho uma delas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Honnold Foundation, no âmbito do projeto “Energia Solar para Soberania Alimentar de Família Ribeirinhas” e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES pelo financiamento de bolsa de mestrado de membro da equipe do projeto.

REFERÊNCIAS

FALCÃO, S. L. Análise de corrente de partida de motores de indução Trifásico. Palmas – TO. 2019. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Campus de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

FERREIRA, A. L.; SILVA, F. B. E. Universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica no Brasil: evolução recente e desafios para a Amazônia Legal. *Revista Brasileira de Energia*, v. 27, n. 3, p. 135–154, 2021.

FILHO, J. DE A. A. V.; TORRES, P. F.; MACÊDO, W. N. Batedeira de açaí solar em corrente contínua. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar 2020, p. 1–9, 2020.

FRANÇOIS, D. E.; PARMENTIERB, M. J.; MALHEIROS, J.; MALHEIROS, F.; GUEDES, M. C.; BRITO, A. U.; POGANIETZA, W. R. Solar energy enhances food sovereignty for riverbank families in the Brazilian Amazon. In: Biswas S., François D.E., Miller C.A., Parmentier M.J., Chettri N., and Poganietz W.R., (Eds.) (2021). *Let Communities Lead: Stories and lessons on grassroots energy initiatives for sustainable futures*. Center for Energy and Society, Arizona State University, p. 58-61, 2021.

QUEIROZ, A. O.; BRITO, A. U. Direct Connection Photovoltaic System In Multi-Motor Application For The Rural Sector. *Engenharia Agrícola*, v. 4430, p. 303–314, 2020.

QUEROZ, A. O. et al. Sistema Fotovoltaico De Bombeamento Com Carga Motriz Adicional. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS, 2018.

SANTOS, E. S. dos; RAMOS, C. A.-; GUEDES, M. C. Segurança alimentar de famílias extrativistas de açaí na Amazônia oriental brasileira: o caso da Ilha das Cinzas. *Novos Cadernos NAEA*, v. 24, n. 2, p. 195–221, 2021.

SILVA, B. DO N. Ferramentas Adicionais Ao Projeto De Sistemas Fotovoltaicos Isolados Para Unidades Familiares Ribeirinhas: Uma experiência na Comunidade de Ilha das Cinzas – Gurupá, PA. Belém – PA. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

MIXED CONFIGURATION ISOLATED PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR RIVERSIDE FAMILIES

Abstract. *A photovoltaic system can have different configuration depending on demand required. This paper presents a mixed configuration system that consist of using the same photovoltaic generator to supply an isolated photovoltaic system with energy storage and a direct coupling system. The system was installed at the headquarters of th Agroextractive Workers Association of Ilha das Cinzas, located in the estuary of Amazon River, in Gurupá-Pará. On the island, there is no conventional electricity and access to other basic services such as basic sanitation, drinking water and swage treatment is limited. As they are system with different characteristics, each one need a different connections configuration between the photovoltaic modules. For the isolated system with energy storage, the connections between the photovoltaic modules are three parallel connections of two photovoltaic modules in series. For the directi coupling system, the six photovoltaic modules are connected in series, where the terminals are connected to a frequency converter that drives loads that have a three-phase induction motor. Switching between connections occurs manually using a four-pole industrial "male" and "female" type plugs. The terminal of the six photovoltaic modules were connected to three "male" type plugs while each system (accumulation and direct coupling) had its terminals connected to three "female" type plugs. Thus, when not being used directly in loads with a three-phase induction motor, whether to extract the acais pulp, pump water to a reservoir, plant irrigation or other activity, the photovoltaic generator can be connected to a battery bank. The mixed system was successful in switching the terminal connections of the photovoitaic generator according to the energy demands of each system.*

Keywords: *Photovoltaic system, Ilha das Cinzas, mixed system.*