

# **PV CAMPER: COLABORAÇÃO INTERNACIONAL PARA AVANÇOS NA PESQUISA MULTICLIMÁTICA EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**Marília Braga** (UFSC) - mariliabraga\_94@hotmail.com

**Aline Kirsten Vidal de Oliveira** (UFSC) - alinekvo@gmail.com

**Ricardo Rüther** (Instituição - a informar) - ricardo.ruther@ufsc.br

**Laurie Burnham** (Instituição - a informar) - lburnha@sandia.gov

**Sebastian Dittmann** (Anhalt University) - sebastian.dittmann@hs-anhalt.de

**Soo-young Oh** (Instituição - a informar) - syoh@yu.ac.kr

**Ahmed Benlarabi** (Instituição - a informar) - benlarabi@iresen.org

**Jun-hong Choi** (Instituição - a informar) - jhchoi88@ktl.re.kr

**Matthias Ebert** (Instituição - a informar) - matthias.ebert@csp.fraunhofer.de

**Ben Figgis** (Instituição - a informar) - bfiggis@hbku.edu.qa

**Ralph Gottschalg** (Instituição - a informar) - ralph.gottschalg@csp.fraunhofer.de

**Kyung-soo Kim** (Instituição - a informar) - kskim@kier.re.kr

**Thomas Reindl** (Instituição - a informar) - thomas.reindl@nus.edu.sg

## **Resumo:**

*Como o conhecimento sobre o comportamento de sistemas e tecnologias FV em diferentes ambientes e zonas climáticas é atualmente limitado, a necessidade de obter dados de alta qualidade em diferentes regiões do mundo é uma questão que merece atenção. Por esta razão, foi fundado o chamado “PhotoVoltaic Collaborative to Advance Multiclimatic Energy Research”, ou PV CAMPER. Este trabalho visa descrever este consórcio recém-formado de instituições de pesquisa dedicadas à construção de uma plataforma técnica e um repositório de dados meteorológicos e de desempenho FV globais de alta fidelidade para apoiar a transição do mundo para um futuro intensivo em energia solar. A organização possui onze membros com 16 locais de teste ao ar livre nas principais zonas climáticas do mundo. O plano de trabalho do grupo inclui a modelagem de desempenho, a avaliação da confiabilidade e as previsões de produção de energia de sistemas FV em diferentes condições meteorológicas. Este trabalho apresenta além dos objetivos da organização, os requisitos de associação, a abordagem técnica aplicada e as contribuições do consórcio para a comunidade FV.*

**Palavras-chave:** *Desempenho de Sistemas FV, Dados Climáticos, Zonas Meteorológicas*

**Área temática:** *Conversão Fotovoltaica*

**Subárea temática:** *Controle e monitoramento de sistemas fotovoltaicos*

# PV CAMPER: COLABORAÇÃO INTERNACIONAL PARA AVANÇOS NA PESQUISA MULTICLIMÁTICA EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

**Marília Braga** – [mbraga.ufsc@gmail.com](mailto:mbraga.ufsc@gmail.com)

**Aline Kirsten Vidal de Oliveira** – [alinekvo@gmail.com](mailto:alinekvo@gmail.com)

**Ricardo Rütther** – [ricardo.ruther@ufsc.br](mailto:ricardo.ruther@ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, Brasil

**Laurie Burnham** – [lburnha@sandia.gov](mailto:lburnha@sandia.gov)

Sandia National Laboratories – Albuquerque, EUA

**Sebastian Dittmann** – [sebastian.dittmann@hs-anhalt.de](mailto:sebastian.dittmann@hs-anhalt.de)

Anhalt University of Applied Sciences – Köthen, Alemanha

**Soo-Young Oh** – [syoh@yu.ac.kr](mailto:syoh@yu.ac.kr)

Yeungnam University – Gyeongsan, República da Coreia

**Ahmed Benlarabi** – [benlarabi@iresen.org](mailto:benlarabi@iresen.org)

Institut de Recherche Energie Solaire et Energie Nouvelle – Rabat, Marrocos

**Jun-Hong Choi** – [jhchoi88@ktl.re.kr](mailto:jhchoi88@ktl.re.kr)

Korea Testing Labs – Ansan, República da Coreia

**Matthias Ebert** – [matthias.ebert@csp.fraunhofer.de](mailto:matthias.ebert@csp.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Center for Silicon Photovoltaics CSP – Halle, Alemanha

**Ben Figgis** – [bfiggis@hbku.edu.qa](mailto:bfiggis@hbku.edu.qa)

Qatar Environment and Energy Research Institute BKU – Doha, Catar

**Ralph Gottschalg** – [ralph.gottschalg@csp.fraunhofer.de](mailto:ralph.gottschalg@csp.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Center for Silicon Photovoltaics CSP – Halle, Alemanha

**Kyung-Soo Kim** – [kskim@kier.re.kr](mailto:kskim@kier.re.kr)

Korea Institute of Energy Research – Daejeon, República da Coreia

**Thomas Reindl** – [thomas.reindl@nus.edu.sg](mailto:thomas.reindl@nus.edu.sg)

Solar Energy Research Institute of Singapore – Singapura, Singapura

**Resumo.** Como o conhecimento sobre o comportamento de sistemas e tecnologias FV em diferentes ambientes e zonas climáticas é atualmente limitado, a necessidade de obter dados de alta qualidade em diferentes regiões do mundo é uma questão que merece atenção. Por esta razão, foi fundado o chamado “PhotoVoltaic Collaborative to Advance Multiclimatic Energy Research”, ou PV CAMPER. Este trabalho visa descrever este consórcio recém-formado de instituições de pesquisa dedicadas à construção de uma plataforma técnica e um repositório de dados meteorológicos e de desempenho FV globais de alta fidelidade para apoiar a transição do mundo para um futuro intensivo em energia solar. A organização possui onze membros com 16 locais de teste ao ar livre nas principais zonas climáticas do mundo. O plano de trabalho do grupo inclui a modelagem de desempenho, a avaliação da confiabilidade e as previsões de produção de energia de sistemas FV em diferentes condições meteorológicas. Este trabalho apresenta além dos objetivos da organização, os requisitos de associação, a abordagem técnica aplicada e as contribuições do consórcio para a comunidade FV.

**Palavras-chave:** Desempenho de Sistemas FV, Dados Climáticos, Zonas Meteorológicas.

## 1. INTRODUÇÃO

A transição da economia energética mundial de combustíveis fósseis para fontes renováveis de eletricidade é cada vez mais urgente, pois os níveis de dióxido de carbono na atmosfera continuam a subir. As perspectivas para o crescimento global da energia solar são promissoras: projeções recentes indicam que o mundo terá 1 trilhão de Watts de capacidade fotovoltaica (FV) instalada nos próximos quatro anos, com taxas de crescimento significativas em uma diversidade de climas e regiões geográficas, incluindo América do Sul e Oriente Médio (Wood Mackenzie, 2018). A energia solar é realmente uma mercadoria global e precisa ser considerada como tal.

Apesar dos avanços da energia solar, muito sobre o desempenho a longo prazo e a confiabilidade dos sistemas FV em diferentes ambientes operacionais permanece desconhecido. Ainda se desconhecem também as variáveis específicas que contribuam para a degradação de longo prazo de sistemas FV. O que se sabe, no entanto, é que os tipos de particulados e as taxas de deposição variam muito de acordo com a localização, assim como as qualidades espectrais, oscilações de temperatura, níveis de umidade etc. Porém, os dados nos quais se baseiam o desempenho e as projeções de custo nivelado de energia podem não ser precisos, dependendo da fonte (medido *versus* satélite) e da qualidade, calibração e manutenção da instrumentação (Stein e King, 2013). Além disso, pouca atenção é dada ao conceito de otimização climática, isto é,

projetar sistemas FV de acordo com o clima em que operarão, embora isso ofereça a promessa de ganhos reais de eficiência.

Mesmo dentro de um mesmo país, é possível encontrar diferentes condições climáticas que podem afetar a operação dos sistemas FV. O Brasil, por exemplo, conta com doze subtipos climáticos segundo Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013) e já foi demonstrado em (do Nascimento et al., 2020) que tais diferenças climáticas acarretam em efeitos diferentes nas diversas tecnologias FV comercialmente disponíveis. O estudo mostrou que módulos FV de filmes finos, por exemplo, que possuem um coeficiente de temperatura de potência baixo, apresentam um desempenho superior do que os cristalinos nas regiões mais quentes do Brasil. Além disso, nos testes realizados em áreas costeiras, onde predominam elevadas temperaturas e alta umidade relativa do ar, os módulos cristalinos apresentaram intensa degradação induzida por potencial (PID). Ainda foram observados eventos de extrema sobreirradiação, que duraram de segundos e vários minutos, o que deve ser observado em outras regiões de clima árido do mundo.

Com base nestas considerações, foi fundado um consórcio de instituições de pesquisa dedicadas à construção de uma plataforma técnica e um repositório de dados meteorológicos e de desempenho FV globais de alta confiabilidade e qualidade, para apoiar a transição do mundo para um futuro intensivo em energia solar. Formado em 2018, “*PhotoVoltaic Collaborative to Advance Multiclimatic Energy Research*”, ou PV CAMPER, é uma comunidade internacional de instituições de pesquisa comprometidas em compartilhar dados meteorológicos e de desempenho de alta qualidade e confiabilidade, a fim de promover a pesquisa FV e expandir os mercados solares.

O conceito do PV CAMPER foi baseado no programa Regional Test Center (RTC) dos Estados Unidos (Burnham et al., 2015; “RTC – Sandia Energy”, [s.d.], “RTC |”, [s.d.]). O programa é gerido pelo Sandia National Laboratories, com apoio do NREL, e mantém cinco diferentes locais de testes de campo em cinco diferentes regiões climáticas do país. Cada local possui infraestrutura e instrumentação similar e, coletivamente, os locais de teste permitem a coleta de dados de alta qualidade de performance de novas tecnologias FV. Os locais de teste do programa RTC também fazem parte da iniciativa PV CAMPER, além de servir como base para os protocolos e instrumentações do novo projeto.

Até o momento, o PV CAMPER possui onze membros e uma rede com 16 locais de teste ao ar livre que abrangem ambos os hemisférios e representam grande parte das principais zonas climáticas. Cada instituição associada opera um ou mais laboratórios de campo e está ativamente envolvida na pesquisa de desempenho e confiabilidade de sistemas FV. Para facilitar a colaboração e garantir a qualidade dos dados em todos os locais, os membros do PV CAMPER concordaram em implantar um conjunto comum de padrões e protocolos, práticas similares de instrumentação e calibração e procedimentos de caracterização. O resultado é uma rede global de laboratórios ao ar livre que pode ser aproveitada para pesquisas que vão desde experimentação a estudos de simulação e validação.

O Laboratório Fotovoltaica-UFSC, de Florianópolis-SC, é o representante brasileiro do consórcio, responsável por dois locais de testes ao ar livre: Brotas de Macaúbas-BA e Florianópolis-SC, que se caracterizam por terem condições climáticas bastante distintas.

Este trabalho visa descrever este consórcio recém-formado, bem como seus objetivos. Serão descritos também os requisitos de associação, a abordagem técnica aplicada e os benefícios gerais que o PV CAMPER oferece à comunidade FV (pesquisadores, fabricantes, desenvolvedores, investidores, etc.).

## 2. OBJETIVOS TÉCNICOS

Acelerar o crescimento da capacidade instalada de energia solar FV em todo o mundo requer confiança em 1) desempenho climático de tecnologias FV emergentes de alta eficiência; 2) dados precisos de irradiância e outras medições de sensores necessárias para comparações e simulações de rendimento; e 3) identificação de fatores ambientais que afetam a confiabilidade de sistemas FV a longo prazo. Para ajudar a enfrentar esses desafios, o PV CAMPER visa:

- Promover P&D colaborativo nas áreas de validação e confiabilidade de desempenho de sistemas FV;
- Fornecer uma plataforma global para avaliar tecnologias FV emergentes de alta eficiência e para identificar e quantificar os fatores que mais contribuem para o desempenho específico de cada região climática;
- Gerar um conjunto de melhores práticas com relação à coleta de dados; quantificar e reduzir as incertezas da medição e aumentar a precisão e a aplicabilidade global dos modelos de desempenho;
- Desenvolver uma base técnica para combinar novas tecnologias, incluindo novos tipos de células e módulos, aos dados ambientais (sensibilidades espectrais, características de irradiância, faixa de temperatura, etc.).

## 3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Os onze membros fundadores do PV CAMPER são listados abaixo, bem como os países onde atuam. As responsabilidades gerais de liderança alternam anualmente, sendo que o Sandia National Laboratories é o responsável pela liderança no ano de 2019.

- Anhalt University of Applied Sciences – Alemanha
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) – Austrália
- Fraunhofer CSP – Alemanha

- Institut de Recherche en Energie Solaire et en Energies Nouvelles (IRESEN) – Marrocos
- Korea Testing Laboratory (KTL) – República da Coreia
- Korean Institute for Energy Research (KIER) – República da Coreia
- Qatar Environment & Energy Research Institute (QEERI) – Catar
- Sandia National Laboratories – Estados Unidos
- Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS) – Cingapura
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil
- Yeungnam University – República da Coreia

As responsabilidades e os requisitos dos membros são detalhados em um memorando de entendimento assinado por todas as instituições membros. Os requisitos incluem a participação em um mínimo de uma reunião remota por mês, participação em uma ou mais reuniões presenciais por ano e também a disposição de liderar projetos de pesquisa colaborativos, redação de propostas, recrutamento de membros, etc.

O PV CAMPER também pretende ter associados da indústria, de setores de interesse específico, como fabricantes de módulos e sensores. A troca de conhecimento e dados por equipamentos permitiriam expandir a rede de locais de testes e o possível apoio financeiro auxiliaria em gastos como intercâmbio de pesquisadores e calibração de equipamentos. Também está em discussão o recrutamento de membros adicionais que poderiam acrescentar ao portfólio de pesquisa de dados da equipe, e expandir distribuição climática.

#### 4. REPRESENTAÇÃO CLIMÁTICA

A Fig. 1 mostra o mapa climático de Köppen-Geiger juntamente com a localização dos locais de teste dos membros fundadores do PV CAMPER. Onze membros fundadores, com um total de 16 locais de teste, representam as principais zonas climáticas do mundo. O repositório de dados global que está sendo desenvolvido pelo PV CAMPER avançará significativamente no entendimento mundial da variabilidade e incerteza na medição de recursos solares.

Os resultados de uma breve pesquisa realizada recentemente na indústria FV (fabricantes, desenvolvedores e investidores) pela equipe do PV CAMPER mostram que há um grande interesse em todo o mundo neste projeto de colaboração e nos dados que serão gerados. Vários entrevistados enfatizaram que existe uma grande necessidade de dados de alta qualidade para entender e prever com precisão o desempenho e a confiabilidade dos sistemas FV em todo o mundo. É interessante notar que as localizações geográficas identificadas como tendo maior interesse e valor para o setor FV se alinham bem com a localização dos locais de teste dos membros do PV CAMPER, como mostra a Fig. 2, e este alinhamento deve aumentar à medida que novos membros ingressarem no consórcio.

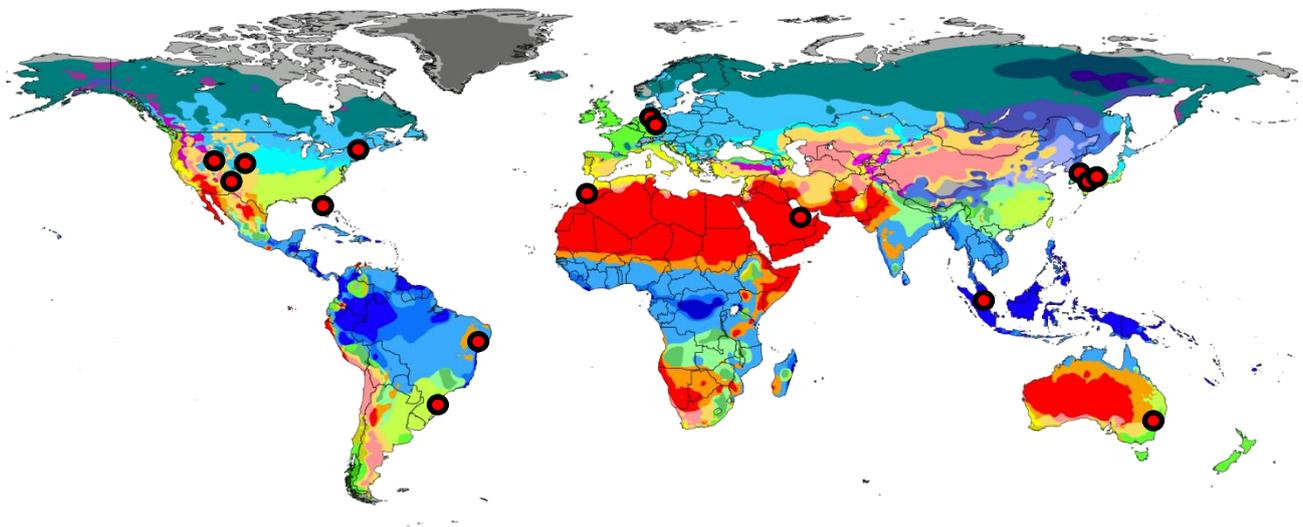


Figura 1 – Locais de teste dos membros fundadores do PV CAMPER (Anhalt University, CSIRO, Fraunhofer CSP, IRESEN, KTL, KIER, QEERI, Sandia National Laboratories, SERIS, UFSC e Yeungnam University) são representados no mapa por círculos. Adaptado de Peel et al. (2007).

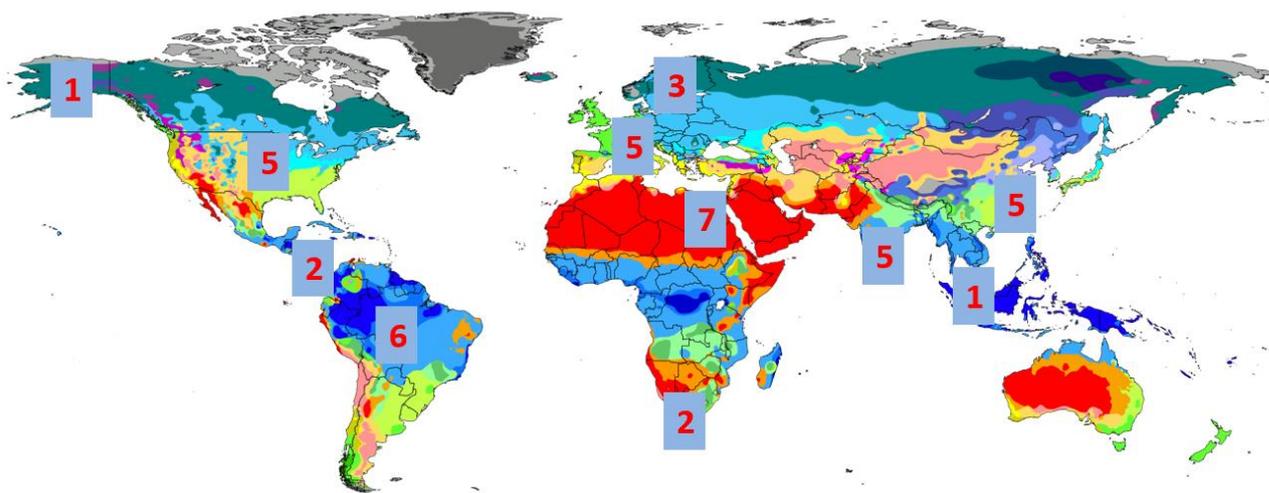


Figura 2 – Pesquisa da indústria FV indicando regiões de maior interesse. Os números representam respostas em locais geográficos de maior interesse e/ou valor para o setor FV. Adaptado de Peel et al. (2007).

O Brasil está representado no PV CAMPER por duas localidades: uma em Brotas de Macaúbas-BA (classificação climática Aw) e outra em Florianópolis-SC (Cfa), como indicado na Fig. 3. Ambas as localidades são mantidas pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

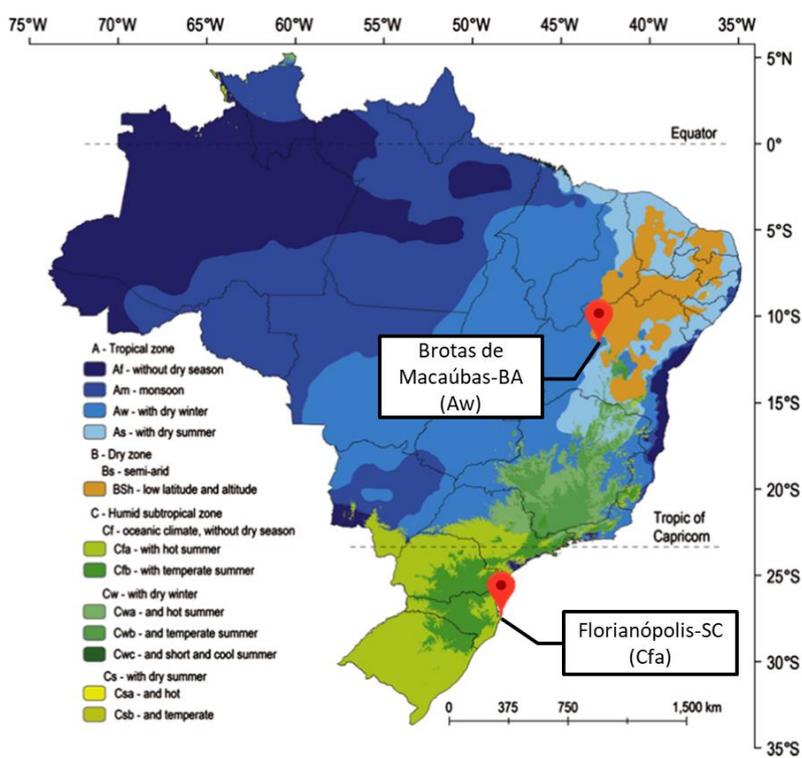


Figura 3 – Mapa climático de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013) indicando as duas localidades que representam o Brasil no PV CAMPER: Brotas de Macaúbas-BA (Aw) e Florianópolis-SC (Cfa).

A Fig. 4 mostra as instalações na localidade de Florianópolis-SC (sede do laboratório Fotovoltaica-UFSC, detalhes sobre a instrumentação em Braga et al. (2019)), enquanto a Fig. 5 mostra os sistemas e a estação meteorológica em Brotas de Macaúbas-BA (projeto de P&D, mais detalhes em Campos et al. (2018), Deschamps e Rütther (2019), Nascimento et al. (2016)).



Figura 4 – Localidade de Florianópolis-SC do PV CAMPER, sede do laboratório Fotovoltaica-UFSC: (a) imagem aérea do laboratório e (b) imagem da estação solarimétrica.

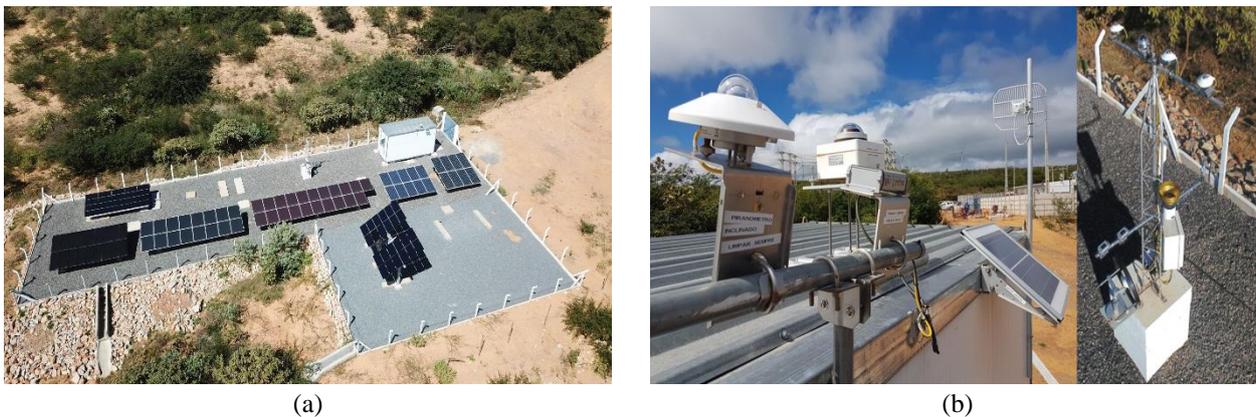


Figura 5 – Localidade de Brotas de Macaúbas-BA do PV CAMPER: (a) imagem aérea do projeto e (b) imagens das estações solarimétricas em funcionamento.

## 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O PV CAMPER criou uma abordagem técnica e um conjunto de melhores práticas para garantir que a plataforma de pesquisa comum atenda aos altos padrões de qualidade e disponibilidade dos dados solarimétricos. A Fig. 6 mostra diversos sensores instalados em quatro localidades do consórcio. A abordagem técnica abrange instrumentação e protocolos, incluindo:

- Sistema FV de referência, incluindo piranômetro no plano do sistema e medição de temperatura nas costas do módulo;
- Instrumentação meteorológica, incluindo sensores de irradiância GHI, DNI e DHI;
- Estação de medição de sujeira;
- Monitoramento de dados DC de alta frequência e alta resolução carregado em um banco de dados a cada 24 horas;
- Protocolos de limpeza e calibração de sensores;
- Procedimentos de caracterização de módulos;
- Cálculos detalhados de incerteza.

## 6. PROJETOS DE PESQUISA

Até o momento, o grupo já possui dois projetos de pesquisa em andamento: uma avaliação da deriva de calibração de piranômetros e incerteza de medição na rede de medição global; e um estudo da precisão das medições de albedo em solo *versus* dados baseados em satélite (Dittmann et al., 2019). Ambos têm como base o valor científico de uma metrologia precisa baseada em medições em solo e a necessidade de um banco de dados global de irradiância e outros dados que influenciam o desempenho de sistemas FV.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 6 – Imagens de sensores de irradiância em quatro localidades do PV CAMPER: piranômetro e células de referência no plano do sistema de referência em Vermont, EUA (a); albedômetro em Vermont, EUA (b); sensores de DNI, GHI e DNI em rastreador em Nevada, EUA (c); sensores de GHI e DNI em Köthen, Alemanha (d); rastreador com sensores no Novo México, EUA (e); estação solarimétrica completa em Florianópolis, Brasil (f).

Outros projetos em desenvolvimento incluem: um estudo de temperatura de módulos FV, com comparação entre dados estimados e medidos utilizando diferentes métodos de estimativa para as diversas localidades do PV CAMPER; e um estudo do acúmulo e impacto da sujeira nas diferentes zonas climáticas representadas pelos membros do grupo.

## 7. CONTRIBUIÇÕES PARA A COMUNIDADE FV

A rede de instituições de pesquisa do PV CAMPER reflete um objetivo comum: o desejo de promover e desenvolver uma comunidade que possa ajudar na transição do mundo para um futuro com uso intensivo de energia FV. Coletivamente, esta organização visa gerar as seguintes contribuições para a comunidade:

- Rede global de locais com instalações, instrumentação, protocolos e padrões comuns que permitem estudos de desempenho em diferentes ambientes;
- Repositório de dados meteorológicos e de desempenho FV de alta qualidade de diferentes locais e em diferentes zonas climáticas;
- Dados de alta qualidade para alimentar e desenvolver modelos de desempenho de sistemas FV, ajudando a aumentar sua precisão e aplicabilidade global;
- Ampla experiência em áreas de pesquisa FV como perdas por sujeira, fatores de incerteza (, umidade, partículas no ar), compatibilidade espectral e a precisão dos dados de satélite usados pelos modelos de desempenho;
- Dados para apoiar o design e a otimização de sistemas FV para climas específicos, ajudando no crescimento do mercado, melhorando o desempenho de sistemas, expandindo a indústria FV e impulsionando a inovação tecnológica, testando também novas tecnologias em diferentes climas (revestimentos, molduras, tipo de célula solar, protocolos de O&M, etc.).

## 8. CONCLUSÃO

PV CAMPER tem o potencial de desempenhar um papel de liderança em: 1) possibilitar o intercâmbio de dados de desempenho meteorológico e fotovoltaico de alta qualidade e confiabilidade de várias localidades geográficas e climáticas; 2) promover P&D colaborativo internacional nas áreas de validação de desempenho e confiabilidade de sistemas FV; e 3) desenvolver uma plataforma para validar o desempenho das tecnologias FV em todo o mundo.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Statkraft pelo subsídio de P&D que permitiu o desenvolvimento do projeto que resultou no local de teste de Brotas de Macaúbas, bem como pelo acesso aos dados e auxílio para manutenção do local. Os autores também agradecem a todas as instituições participantes e apoiadoras da iniciativa PV CAMPER.

## REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., De Moraes Gonçalves, J.L., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift* 22, 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Braga, M., Nascimento, L.R. do, Rütther, R., 2019. Spectral Impacts on the Performance of mc-Si and New-Generation CdTe Photovoltaics in the Brazilian Northeast, in: *Proceedings of the 46th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*. Chicago, USA.
- Burnham, L., King, B.H., Deline, C., Barkaszi, S., Sahm, A., Stein, J., 2015. The US DOE Regional Test Center Program: Driving Innovation Quality and Reliability.
- Campos, R.A., Nascimento, L.R. do, Braga, M., Simões, G., Ruther, R., 2018. Performance Assessment of PV Technologies and Complementarity of Utility-Scale PV and Wind Power Plants in Brazil, in: *2018 IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC) (A Joint Conference of 45th IEEE PVSC, 28th PVSEC & 34th EU PVSEC)*. IEEE, p. 1173–1178. <https://doi.org/10.1109/PVSC.2018.8547259>
- Deschamps, E.M., Rütther, R., 2019. Optimization of Inverter Loading Ratio for Grid Connected Photovoltaic Systems. *Sol. Energy* 179, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.12.051>
- Dittmann, S., Sanchez, H., Burnham, L., Gottschalg, R., Oh, S., Benlarabi, A., Figgis, B., Abdallah, A., Rodriguez, C., Rütther, R., Fell, C., 2019. Comparative Analysis of Albedo Measurements (Plane-of-Array, Horizontal) at Multiple Sites Worldwide, in: *36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*. Marseille, France, p. 1388–1393. <https://doi.org/10.4229/EUPVSEC20192019-5DO.1.4>
- do Nascimento, L.R., Braga, M., Campos, R.A., Napolini, H.F., Rütther, R., 2020. Performance assessment of solar photovoltaic technologies under different climatic conditions in Brazil. *Renew. Energy* 146, 1070–1082. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.160>
- Nascimento, L.R., Campos, R.A., Rütther, R., Simões, G., 2016. Avaliação de desempenho de diferentes tecnologias fotovoltaicas no nordeste brasileiro, in: *VI Congresso Brasileiro de Energia Solar*. p. 8.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11, 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- RTC – Sandia Energy [WWW Document], [s.d.]. URL <https://energy.sandia.gov/tag/rtc/> (acessado 12.6.19).

RTC | [WWW Document], [s.d.]. URL <https://rtc.sandia.gov/> (acessado 12.6.19).

Stein, J.S., King, B.H., 2013. Modeling for PV Plant Optimization. *Photovoltaics Int.* 19th, 101–109.

Wood Mackenzie, 2018. Global Solar Demand Monitor.

## **PV CAMPER: PHOTOVOLTAIC COLLABORATIVE TO ADVANCE MULTICLIMATE ENERGY RESEARCH**

**Abstract.** *Since knowledge about the behavior of PV systems and technologies in different environments and climate zones is currently limited, the need for high quality data in different regions of the world is a problem at hand. For this reason, the so-called “PhotoVoltaic Collaborative to Advance Multiclimatic Energy Research”, or PV CAMPER, was founded. This paper aims to describe this newly formed consortium of research institutions dedicated to building a technical platform and a repository of high-fidelity global weather and performance data to support the world's transition to a solar-intensive future. The organization has eleven members with 16 outdoor test sites in key climate zones and the group's work plan includes performance modeling, reliability assessment and power production predictions of PV systems in different weather conditions. In addition to the objectives of the organization, this work presents the association requirements, the technical approach and the consortium's contributions to the PV community.*

**Keywords:** *PV System Performance, Weather Data, Climatic Zones*