

Acompanhamento da degradação de geradores fotovoltaicos no IEE-USP

Gilberto Figueiredo (UFF) - gilbertofigueiredo@id.uff.br

Marcelo Pinho Almeida (IEE-USP) - marcelopa@iee.usp.br

Alex Manito (IEE/USP) - alex@iee.usp.br

Roberto Zilles (IEE-USP) - zilles@iee.usp.br

Resumo:

Este trabalho apresenta a supervisão da operação de geradores fotovoltaicos instalados no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo e que apresentaram sinais de degradação logo nos primeiros anos de funcionamento dos sistemas. A perda de desempenho dos sistemas foi detectada através de procedimentos de operação e manutenção que incluíram análise de dados do sistema supervisorio e aferições em campo. O trabalho mostra os procedimentos utilizados na investigação e os resultados das análises. Foram detectados dois mecanismos de degradação: em menor escala a Degradação Induzida pelo Potencial (PID), e em maior escala a deterioração precoce das células FV. Os módulos FV analisados apresentaram indicativos de degradação ativada por entrada de umidade na parte ativa das células FV e que são comuns em módulos que passaram por ensaios de calor úmido ou que estão instalados em campo por um longo período.

Palavras-chave: Gerador FV, Degradação, Detecção, PID.

Área temática: Conversão Fotovoltaica

Subárea temática: Aspectos técnicos de sistemas fotovoltaicos instalados

ACOMPANHAMENTO DA DEGRADAÇÃO DE GERADORES FOTOVOLTAICOS NO IEE-USP

Gilberto Figueiredo – gilbertofigueiredo@id.uff.br
Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Civil.
Marcelo Pinho Almeida – marcelopa@iee.usp.br
Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente.
Alex Renan Arrifano Manito – alex@iee.usp.br
Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente.
Roberto Zilles – zilles@iee.usp.br
Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente.

Resumo. Este trabalho apresenta a supervisão da operação de geradores fotovoltaicos instalados no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo e que apresentaram sinais de degradação logo nos primeiros anos de funcionamento dos sistemas. A perda de desempenho dos sistemas foi detectada através de procedimentos de operação e manutenção que incluíram análise de dados do sistema supervisorio e aferições em campo. O trabalho mostra os procedimentos utilizados na investigação e os resultados das análises. Foram detectados dois mecanismos de degradação: em menor escala a Degradação Induzida pelo Potencial (PID), e em maior escala a deterioração precoce das células FV. Os módulos FV analisados apresentaram indicativos de degradação ativada por entrada de umidade na parte ativa das células FV e que são comuns em módulos que passaram por ensaios de calor úmido ou que estão instalados em campo por um longo período.

Palavras-chave: Gerador FV, Degradação, Detecção, PID.

1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos de geração de eletricidade com Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede elétrica (SFCRs) apresentaram crescimento acentuado na última década, principalmente nos últimos cinco anos, a ponto de representarem atualmente cerca de 3% da potência instalada, considerando geração centralizada (GC) e distribuída (GD) (ANEEL, 2019a, 2019b). A Fig. 1 mostra a potência instalada acumulada anual de geradores FV centralizados e distribuídos, onde se percebe o crescimento acentuado da GC, principalmente a partir dos primeiros leilões de energia ocorridos na metade da última década. Por outro lado, atualmente há proximidade da paridade entre a potência total instalada nas duas modalidades, sendo que, recentemente, a quantidade de instalações de Geração Distribuída (GD) cresceu a ponto de, em 2019, haver ultrapassado em potência os sistemas centralizados instalados no mesmo ano.

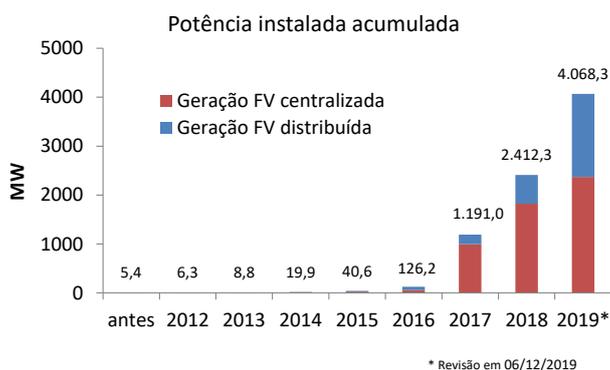


Figura 1 - Evolução dos SFCRs no Brasil (adaptado de ANEEL, 2019a, 2019b).

A tendência de crescimento das instalações é prevista pelo planejador do sistema, que estima crescimento da GD e da GC acima dos patamares atuais. A expectativa para a próxima década é de que, juntas, ambas alcancem a marca de 10 GW instalados em 2029 (EPE, 2018). Isso significa que geradores FV de diferentes topologias e fabricantes estarão em operação no sistema elétrico com níveis cada vez maiores de inserção.

A qualidade dos produtos utilizados é uma preocupação constante de investidores e instaladores, tanto que empreendimentos de maior porte contam com cláusulas contratuais mais estritas e controle de qualidade mais apurado tanto na fabricação quanto na entrega dos produtos, principalmente módulos fotovoltaicos (FV), além de certificação da

energia anual gerada pelo SFCR. Para os sistemas em GD, muito se confia em produtos de marcas mais conhecidas e nas certificações apresentadas pelos fabricantes. Adicionalmente à garantia do instalador, o fabricante dos módulos FV também fornece certificado de garantia na potência dos módulos FV. Do ponto de vista do investidor, é desejável acompanhar o desempenho dos SFCRs.

Este trabalho apresenta uma avaliação de SFCRs cujos geradores FV degradaram de forma mais acentuada em seus primeiros anos de operação. São apresentados os procedimentos utilizados na detecção, a análise de dados operacionais e os indicativos da causa da degradação.

2. APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS

O Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP) possui um SFCR de 462 kW divididos em três subsistemas de acordo com a topologia de instalação dos geradores FV: central (CTPV), de 156 kW, integrado à edificação (BIPV), de 150 kW, e aplicado à edificação (BAPV), de 156 kW. Todos os geradores são compostos de módulos FV de silício monocristalino de 260 W de potência nominal, com células FV de topologia base n . Na interface com a rede elétrica os sistemas variam de acordo com a potência nominal dos inversores utilizados, pois o CTPV possui um único inversor de 140 kW, enquanto que os outros sistemas são distribuídos em inversores de menor porte: BIPV com 24 inversores de 5 kW e BAPV com 10 inversores de 15 kW.

Na Fig. 2 (a) mostra uma visão aérea das instalações do IEE-USP onde estão localizados os geradores FV com exceção do sistema BAPV, o qual está instalado no telhado de uma biblioteca também no campus Butantã da USP e é mostrado na Fig. 2 (b). No primeiro ano da operação dos sistemas foram realizados ensaios de recepção, entre os quais estava prevista a avaliação de desempenho do gerador do sistema CTPV e de um dos 24 geradores do sistema BIPV. Na Fig. 2 (c) é apresentado o resultado da avaliação de desempenho do gerador do sistema CTPV, enquanto que a Fig. 2 (d) apresenta o resultado do ensaio de um dos 24 geradores do sistema BIPV.

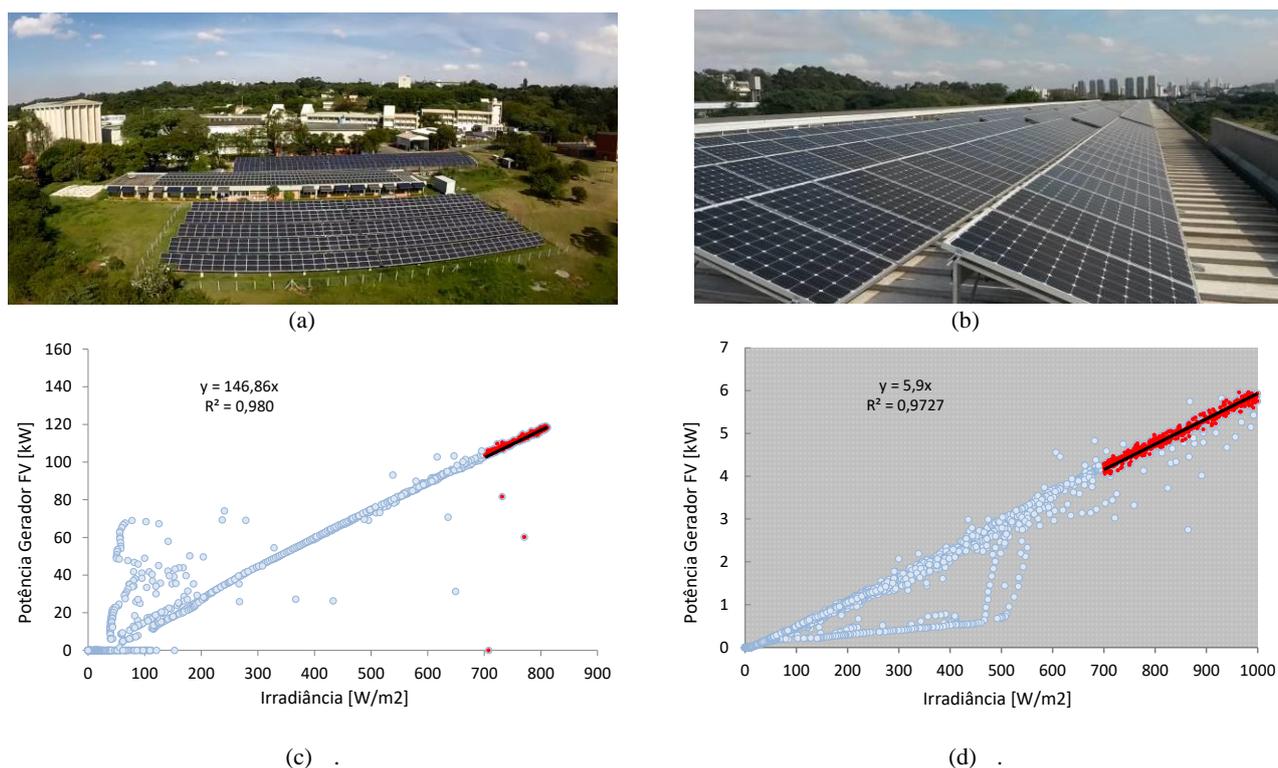


Figura 2 – SFCRs do IEE-USP: (a) vista aérea das instalações, (b) Detalhe do Sistema BAPV (c) Avaliação de desempenho inicial do gerador do sistema CTPV, de 156 kW nominais e 146,86 kW medidos, e (d) Avaliação de desempenho inicial de um dos 24 geradores do sistema BIPV, de 6,2 kW nominais e 5,9 kW medidos.

Ambos os geradores FV apresentaram potência divergente do valor nominal, com desvios de aproximadamente -6% e -5%, respectivamente para os sistemas CTPV e BIPV. Os valores foram considerados aceitáveis devido às condições da aferição e cenário de perdas. As medições foram realizadas com um wattímetro instalado na entrada do inversor, de modo que este valor abrange as perdas associadas à dispersão de parâmetros, sujeira, cabeamento no lado c.c. e SPMP do inversor, indicando que a usina operava de forma satisfatória naquele momento.

2.1 Monitoramento da operação

Os SFCRs possuem um sistema supervisorio que monitora variáveis elétricas e climáticas de cada um dos subsistemas. Rotinas de operação e manutenção (O&M) foram implementadas e envolviam a análise dos dados do sistema de supervisão, inspeções e aferições em campo. Tais medidas incluíam inspeções visuais/termográficas, medições I - V , aferições pontuais de tensão de operação e, quando necessário, avaliações de desempenho. Além disso, antes do início da operação dos sistemas, foram realizados ensaios de propensão à Degradação Induzida pelo Potencial (PID) nos módulos utilizados, sendo que não houve amostras reprovadas nesses ensaios.

Após dois anos de operação contínua dos SFCRs, as rotinas de O&M indicaram perdas de potência de até 16% em séries FV medidas em campo. Além disso, aferições pontuais da tensão individual de operação (V_{op}) de módulos fotovoltaicos indicaram diferenças de até 8% entre módulos localizados em polos opostos do gerador FV. Essas constatações são indicativas de que mecanismos de degradação podem estar se manifestando (Martínez-Moreno *et al.* 2018). Para aprofundar as análises e buscar as causas da degradação foram realizadas medidas em campo e em laboratório, as quais incluíram novamente ensaios de PID, medidas I - V em simulador e a Sol real, além de capturas de imagens em eletroluminescência.

3. INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DE DEGRADAÇÃO

3.1 Ensaios de PID

Para avaliar se a degradação poderia estar relacionada com polarização, retirou-se uma amostra do polo negativo de uma série FV e se realizou o ensaio de recuperação de PID segundo a IEC TS 62804-1:2015, aplicando-se +1000 V entre a moldura e os terminais do módulo por 168 h. A Fig. 3 mostra as curvas I - V medidas antes e após o ensaio em um simulador solar, onde é possível notar ligeira recuperação com aumento tanto na tensão de circuito aberto (V_{oc}) como na corrente de curto circuito (I_{sc}), condizendo com os efeitos de PID em células tipo n , comentados em Hara *et al.* (2017). Após uma hora de ensaio o módulo apresentou evolução de 4% em potência, o que se manteve até o final do ensaio.

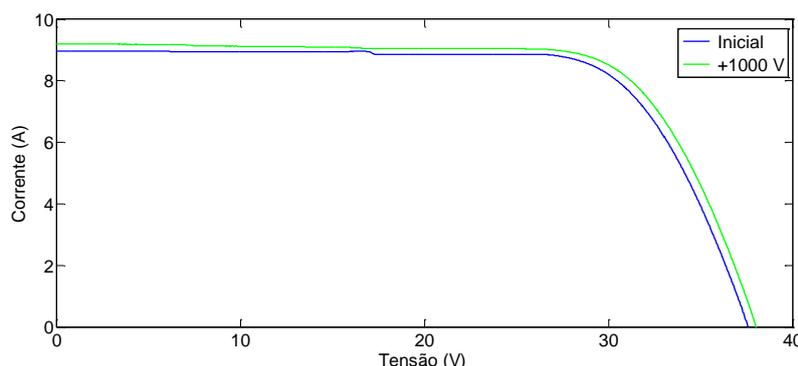


Figura 3 – Resultado do ensaio de recuperação de PID de uma amostra instalada no polo negativo de gerador FV.

A recuperação apresentada mostra que há indícios de PID na instalação. O fato do mesmo modelo de módulo não ter sido reprovado no ensaio de PID antes de entrar em operação, mesmo após a pré-exposição exigida pela IEC TS 62804-1:2015, indica que o mecanismo da degradação nesta tecnologia também pode estar associado à exposição prolongada da célula fotovoltaica à radiação solar. Para avaliar este fato e o potencial nível de degradação dos módulos devido à PID, realizou-se um ciclo completo (degradação/recuperação) em laboratório para três amostras: módulo reserva sem exposição, módulo operando com polarização negativa (módulo diferente do apresentado na Fig. 3) e módulo operando com polarização positiva. Vale ressaltar que as amostras de módulos FV que estavam em operação foram armazenadas em laboratório antes da realização dos ensaios de PID.

Como ocorreu no ensaio anterior a entrada em operação dos sistemas, o módulo reserva sem exposição não sofreu nenhum tipo de degradação, enquanto que ambos os módulos que estavam em operação sofreram degradação de aproximadamente 10% em relação à potência medida antes do ensaio. Em I_{sc} , a degradação foi de 5,5%, enquanto que V_{oc} degradou 2,7%. Em relação ao ensaio de recuperação, a potência evoluiu 10%, enquanto que I_{sc} e V_{oc} evoluíram 5,9% e 2,9%, respectivamente. As curvas I - V dos módulos que sofreram degradação, após cada etapa dos ensaios, são mostradas na Fig. 4.

O módulo fotovoltaico que não estava em operação apresentou potência próxima da nominal antes e após o ciclo completo do ensaio, enquanto que se nota um estágio avançado de degradação do módulo que estava exposto e polarizado negativamente na série fotovoltaica. Após a recuperação, a potência deste módulo era 34% menor que a potência nominal. Assim, apesar das medidas realizadas apontarem que a ocorrência da PID é real na instalação, sua contribuição para as perdas está limitada pela própria característica da estrutura de célula fotovoltaica utilizada.

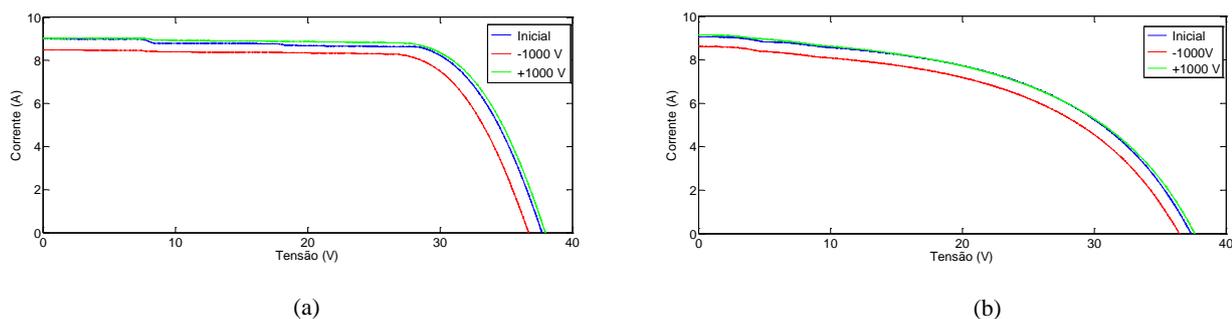


Figura 4 – Resultados dos ensaios de PID (ciclos completos) para duas amostras: (a) Ciclo completo de um módulo FV localizado no polo positivo e (b) Ciclo completo de um módulo FV localizado no polo negativo.

3.2 Aferições I-V

As amostras retiradas de campo para a investigação de PID permaneceram armazenadas no laboratório para medidas I-V periódicas. Também foram aferidas curvas I-V das séries FV que continuaram em operação. A Fig. 5 (a) mostra a evolução da degradação do mesmo módulo FV apresentado na Fig. 4 (b). Os perfis das curvas I-V mostram que a degradação evolui inicialmente impactando V_{oc} , na zona da resistência série (R_s), como também a zona da resistência paralela (R_p). No ano 4, a capacidade de produção de corrente é severamente afetada, sendo que nesse período o módulo já apresentava perdas da ordem de 70 %.

Por outro lado, as séries FV em operação não degradaram da mesma forma, como pode ser constatado na Fig. 5 (b), a qual mostra as curvas P-V de uma das séries FV da instalação mais afetadas. No ano 4, a perda de potência em relação à nominal alcançava 42 %. Ressalta-se que os módulos que ficaram armazenados não estão sujeitos ao mesmo ciclo térmico natural dos módulos em operação, o que indica que a temperatura amena pode ser um catalizador considerável desse mecanismo de degradação.

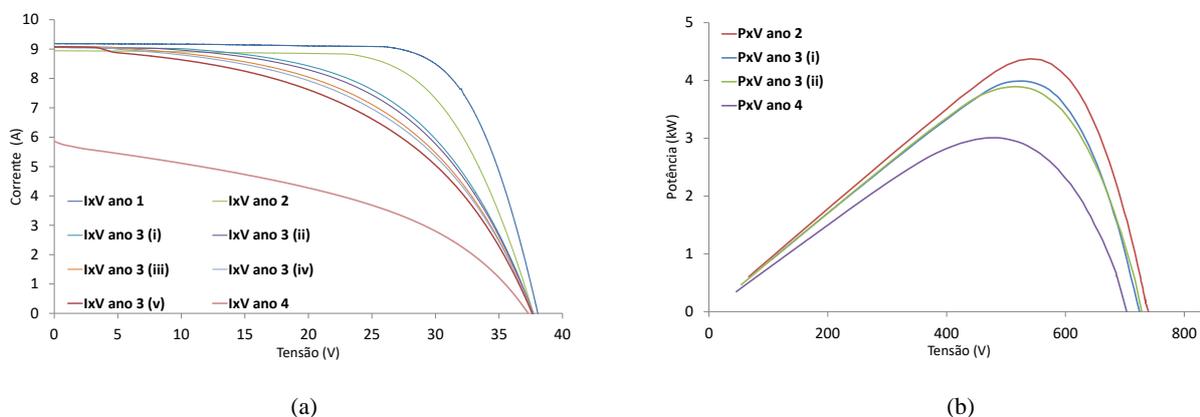


Figura 5 - Evolução da degradação e impactos nas características I-V e P-V em nível de módulo e série FV: (a) Curvas I-V de um módulo FV fora de operação e (b) Curvas P-V de uma série FV em operação.

3.3 Imagens em eletroluminescência

As Fig. 6(a) e 6(c) mostram imagens em eletroluminescência, capturadas após dois anos de operação, dos mesmos módulos FV apresentados na Fig. 4. Os ensaios foram realizados nas dependências do LSF com uma câmera comercial adaptada (Figueiredo et. al., 2018) e corrente injetada igual à I_{sc} . Essas imagens iniciais já revelavam algumas zonas bastante afetadas nos módulos fotovoltaicos, uma vez que havia células praticamente apagadas. As amostras foram retiradas de operação e armazenadas em laboratório com temperatura média próxima a 25 °C durante 8 meses, sendo medidas novamente após esse período. A Fig. 6 (b) e a Fig. 6 (d) apresentam as imagens em eletroluminescência capturadas após 8 meses de armazenamento revelando intensa degradação das células e com uma padrão de imagem semelhante a de módulos submetidos ao ensaio de calor úmido previsto na IEC 61215 ou aqueles com longa exposição à radiação solar (Breck et. al., 2017).

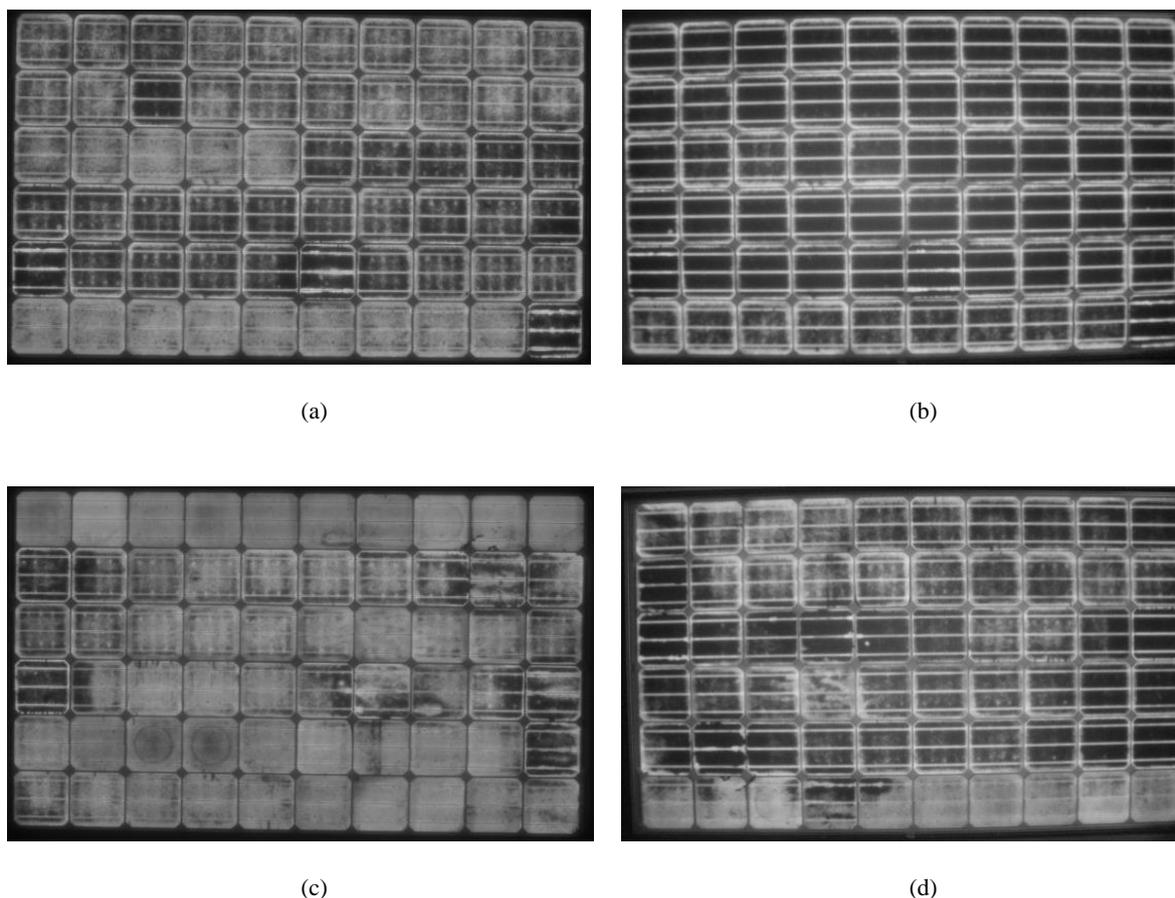


Figura 6 - Imagens em eletroluminescência: (a) Módulo do polo negativo, (b) Módulo do polo negativo após 8 meses armazenado, (c) Módulo do polo positivo e (d) Módulo do polo positivo após 8 meses armazenado.

A elevada quantidade de zonas mortas com perdas significativas da propriedade eletroluminescente das células FV justifica o traçado da curva IxV dos módulos degradados. O brilho acentuado próximo aos contatos metálicos aponta que a corrente elétrica se concentra nessa região das células. Este padrão de imagens é bastante semelhante ao de módulos testados nos ensaios de calor úmido (*DH*), o qual é previsto na IEC 61215 para determinar a capacidade do módulo FV a resistir aos efeitos da umidade em longo prazo. No ensaio é realizado um ciclo de 1 000h em uma câmara climática ajustada para 85° C e 85% de umidade relativa. A entrada de umidade nas células afeta a resistividade do encapsulamento, principalmente quando se trata do EVA, tornando mais suscetível a aparição de correntes de fuga (C. Oliveira *et al.*, 2018). Testes de resistência de isolamento mostram que há diferenças significativas entre módulos novos e módulos retirados de operação (R_{iso} dos módulos expostos na ordem de 5 vezes menor).

Módulos retirados de operação e armazenados em temperatura ambiente apresentaram degradação mais acentuada, o que reforça a hipótese de difusão de vapor d'água para o encapsulamento do módulo. Em um módulo exposto, a elevação de temperatura devido à exposição ao sol atenua os efeitos da umidade, tornando mais lentos os processos de difusão e efusão do vapor d'água. Quando um módulo é retirado de exposição, as temperaturas mais baixas intensificam os efeitos da umidade já formada no encapsulamento do módulo e que possivelmente desencadeará corrosão dos contatos e delaminação do material encapsulante.

3.4 Sistema supervisor

A partir dos dados obtidos com o sistema supervisor da instalação foi possível traçar um panorama geral da evolução da degradação dos geradores FV. A Fig. 7 mostra a evolução da potência total de geração FV ao final de cada ano operacional, além de suas respectivas perdas em relação à potência nominal, para os 4 anos de operação dos sistemas. Ao final do quarto ano de operação, os sistemas juntos apresentavam perdas de potência de mais de 25 %, o que é superior à qualquer perda prevista nas garantias de módulos FV comercializados atualmente.

A Tab. 1 apresenta a comparação entre o primeiro e o último ano operacional em termos de energia injetada na rede elétrica por sistema, além da produtividade final (Y_f), calculada em termos da potência nominal do gerador FV. O sistema CTPV foi o mais afetado, enquanto que o BAPV apresentou a redução menos acentuada. Tal fato pode estar relacionado com a topologia de instalação dos sistemas, uma vez que o gerador FV do CTPV está instalado em estrutura de solo envolto de vegetação, o que, conseqüentemente, aumenta a umidade relativa do microclima no qual o gerador

FV está inserido. Por outro lado, o gerador FV do sistema BAPV tem sua estrutura aplicada diretamente no telhado de uma edificação. O telhado é composto por telhas de policarbonato que apresentam alta reflexão da radiação IR, o que torna o microclima do gerador FV mais quente e, conseqüentemente, reduzindo a umidade relativa do ar no entorno dos módulos FV.

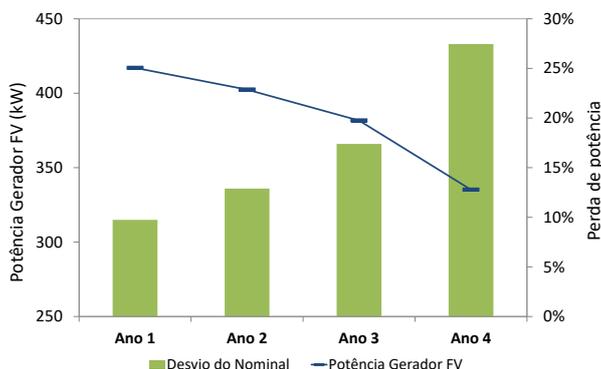


Figura 7 - Evolução da degradação em termos de potência.

Tabela 1 – Comparação em termos da energia gerada pelos sistemas.

SISTEMA	Ano 1 (MWh)	Ano 4 (MWh)	Diferença (%)
CTPV	179,9	140,94	-21,7
BIPV	177,5	146,69	-17,3
BAPV	182,5	160,04	-12,3
TOTAL	539,9	447,67	-17,1
Y_f (kWh/kW)	1.168	969	-17

4. RELAÇÃO COM FORNECEDORES

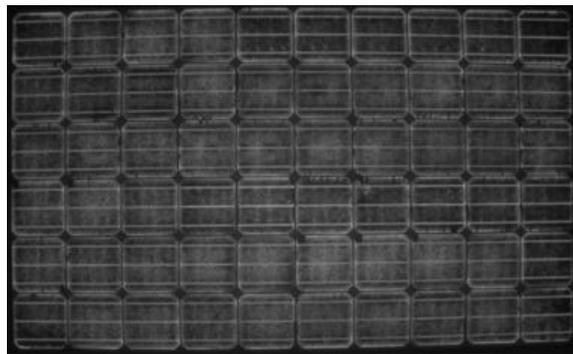
Os resultados mostrados foram sintetizados em um relatório técnico enviado para os fornecedores dos sistemas com intuito de requerer a garantia dos produtos. O fornecedor, por sua vez, acionou o fabricante dos equipamentos, o qual enviou um informe com comentários gerais sobre os mecanismos de degradação encontrados no mesmo modelo de módulo FV. O fabricante alegou que a degradação foi causada por dois fatores principais: PID e degradação da camada antirreflexiva devido à incidência de radiação ultravioleta (UV).

As aferições e análises realizadas no IEE-USP mostram que a PID nessa topologia de célula FV tem característica saturante e sua contribuição seria de, no máximo, 10 % de perda em potência, sendo que os módulos retirados de campo que apresentaram recuperação por polarização positiva somente evoluíram em 4 %. Em relação à degradação da camada antirreflexiva, espera-se que haja mudança de coloração visualmente perceptível quando a mesma degrada (Muñoz, et. al., 2009), o que não é o caso dos geradores FV analisados neste trabalho.

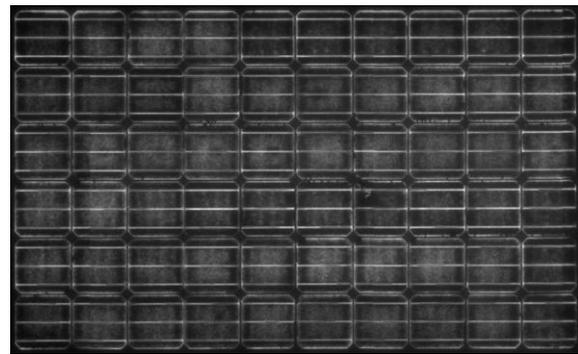
O fabricante então requereu que fossem colhidas 6 amostras aleatórias de módulos FV instalados em campo para uma análise em um laboratório terceiro certificado. As amostras foram recolhidas e enviadas para a análise, a qual seria em termos de medidas $I-V$ e imagens em EL. A Tab. 2 mostra a potência de cada módulo FV retirado de operação e medida no IEE-USP logo após o seu recolhimento, como também a potência medida pelo laboratório terceiro. Não se sabe ao certo o intervalo de tempo entre as medidas, entretanto o desvio acentuado entre as mesmas indica que o período de armazenamento e transporte fez com que as amostras degradassem mais, como ocorreu com os módulos FV inicialmente analisados no IEE-USP. As imagens de EL de duas das amostras enviadas são mostradas na Fig. 8. As imagens foram obtidas com injeção de corrente igual a I_{sc} e se percebe um padrão de escurecimento das células semelhante ao apresentado na Fig. 6.

Tabela 2 – Potências medidas no IEE-USP e posteriormente pelo laboratório terceiro.

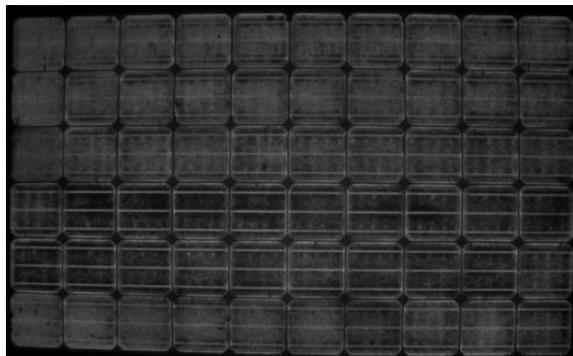
Amostra	IEE-USP	Laboratório Terceiro	Desvio
1	161,9 W	128,9 W	-20,3%
2	158,4 W	123,8 W	-21,2%
3	128,1 W	97,1 W	-24,2%
4	157,1 W	122,5 W	-22%
5	159,3 W	119,4 W	-25%
6	173,8 W	138,8 W	-20,1%



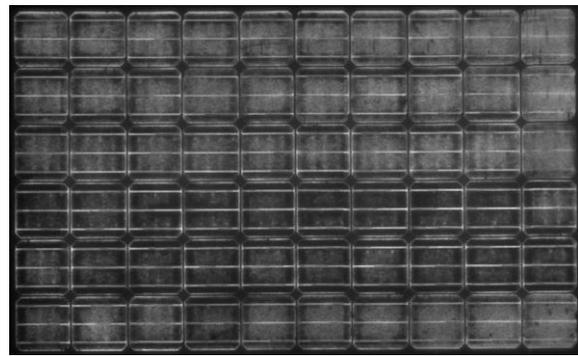
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 8 – Comparação entre ELs registradas no IEE-USP e no laboratório indicado pelo fabricante: (a) EL realizada no IEE-USP na amostra 1, (b) EL realizada por laboratório terceiro na amostra 1, (c) EL realizada no IEE-USP na amostra 2 e (d) EL realizada por laboratório terceiro na amostra 2.

5. CONCLUSÕES

O trabalho mostra que os geradores FV analisados estão propensos à PID com polarização negativa, sendo que a máxima degradação encontrada devido a esse mecanismo foi de 10% em potência, como característica saturante devido à especificidade da PID nessa topologia de célula FV. Adicionalmente, a evolução das perdas de potência e os traçados das curvas $I-V$ medidas indicam que outro mecanismo de degradação, que afeta inicialmente tanto a zona de R_s quanto a zona de R_p , além de causar impacto significativo na corrente fotogerada, também estaria se manifestando.

O padrão das imagens EL mostra indicações de degradação acentuada semelhantes à encontrada em módulos instalados em campo há bastante tempo ou em amostras sujeitas a ensaios de calor úmido. Essa suspeita é reforçada pelas diferenças observadas tanto no padrão das imagens EL quanto na evolução das perdas de potência para os módulos FV que foram armazenados após serem retirados de operação. Após 4 anos de operação, o gerador FV perdeu mais de 25% em termos da potência instalada em relação à potência nominal.

Agradecimentos

Este trabalho é resultado de atividades de pesquisa provenientes do P&D Estratégico ANEEL n° 13/2011, Projeto PD- 0068-0029/2011: Desenvolvimento de competências e avaliação de arranjos técnicos e comerciais em geração distribuída com sistemas fotovoltaicos conectados à rede, financiado por CTEEP e CESP. Os autores agradecem às instituições citadas pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, Banco de Informações de Geração, 2019a. <https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 14/11/2019.
- ANEEL, Geração distribuída, 2019b. <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em 14/11/2019.
- Brecl, K., Bokalic, M., Topic, M., 2017. Examination of Photovoltaic Silicon Module Degradation Under High-Voltage Bias and Damp Heat by Electroluminescence, *Journal of Solar Energy Engineering*, vol. 139, n. 3.
- C. Oliveira, M. C.; Diniz Cardoso, A. S. A.; Viana, M. M.; Lins, V. F., 2018. The causes and effects of degradation of encapsulant ethylene vinyl acetate copolymer (EVA) in crystalline silicon photovoltaic modules: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 81, p. 1–19.
- EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília, 2018.
- Figueiredo, G., Almeida, M. P., Manito, A. R. A., Zilles, R., 2018. Alternativa de baixo custo para imagens em Eletroluminescência de módulos fotovoltaicos. VII CBENS - VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado.
- Hara, K., Jonai, S., Masuda, A., 2017. Potential-induced degradation in photovoltaic modules based on n-type single crystalline Si solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, v. 140, p. 361–365.
- Martínez-Moreno, F., Figueiredo, G., Lorenzo, E., 2018. In-the-field PID related experiences, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol.174, p. 485–493.
- Muñoz, A., Alonso-García, M.C., Chenlo, F., 2009. Early degradation of PV modules and guaranty conditions. 24th EUPVSEC - 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Hamburgo, Alemanha.

SUPERVISION OF PV GENERATORS DEGRADATION AT IEE-USP

Abstract. *This work presents an overview of the operation of the early degraded photovoltaic generators installed at the Institute of Energy and Environment of the University of Sao Paulo. Loss of performance was detected by operation and maintenance procedures which included data analysis from the supervisory system and field measurements. The work shows the procedures performed and the analysis of the results. Two degradation mechanisms were detected: Potential Induced Degradation was less prominent and the most relevant was the indication of strong ageing characteristics normally found on photovoltaic modules installed for a long time in the field or on samples subjected to Damp Heat tests.*

Key words: *PV generator, Degradation, Detection, PID.*