

IMPORTÂNCIA DO AFCI NA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS ELÉTRICOS NO BRASIL

CICERO BARROS DA ROCHA¹, ELIAS CASSIANO COSTA NETO², ISLAN DE MELO SILVA³, JOSÉ GUEDSON DA SILVA FILHO⁴, MARCIO HENRIQUE BINO⁵

¹Prof., Pesquisador, Prof. Titular, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, cicero.rocha@ifal.edu.br;

²Graduando em Engenharia Elétrica, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, eccn1@aluno.ifal.edu.br;

³Graduando em Engenharia Elétrica, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, ims3@aluno.ifal.edu.br;

⁴Graduando em Engenharia Elétrica, Pesquisador, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, jgsf2@aluno.ifal.edu.br;

⁵Mr. Prof., Prof. Titular IFAL, Palmeira dos Índios-AL, marcio.bino@ifal.edu.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
07 a 10 de outubro de 2024

RESUMO: Os sistemas fotovoltaicos oferecem uma alternativa limpa para a geração de eletricidade, convertendo energia solar. No entanto, surgem preocupações sobre a segurança dessas instalações, especialmente em relação a riscos de choque e arcos elétricos em sistemas de corrente contínua (CC) mal executados ou com equipamentos de baixa qualidade. O AFCI, um dispositivo destinado a desenergizar circuitos ao detectar falhas de arco, é uma solução para aumentar a segurança. Apesar de seu avanço tecnológico, a obrigatoriedade do AFCI no Brasil ainda não foi estabelecida, ao contrário de países como Estados Unidos e Alemanha, onde é exigido por normas. A norma brasileira NBR 16690 apenas sugere o uso de dispositivos para interrupção de arco elétrico, sem impor obrigatoriedade. Este projeto visa analisar criticamente o AFCI, avaliando sua eficácia na redução de incêndios, danos materiais e preservação de vidas. Serão investigados os benefícios da obrigatoriedade do AFCI no Brasil, considerando aspectos técnicos, econômicos e regulatórios, além de possíveis dificuldades de implementação. A análise incluirá comparações com normas internacionais para contextualizar a situação no Brasil e promover a segurança elétrica em instalações fotovoltaicas.

PALAVRAS-CHAVE: Arco Elétrico; Segurança elétrica; Sistemas fotovoltaicos.

CRITICAL ANALYSIS OF THE AFCI AND THE IMPORTANCE OF ITS MANDATORY IMPLEMENTATION IN BRAZIL FOR PREVENTING ELECTRICAL FIRES.

ABSTRACT: Photovoltaic systems offer a clean alternative for generating electricity by converting solar energy. However, concerns arise about the safety of these installations, especially regarding shock and arc flash risks in poorly executed direct current (DC) systems or with low-quality equipment. AFCI, a device intended to de-energize circuits when arc faults are detected, is a solution to increase safety. Despite its technological advancement, the mandatory AFCI in Brazil has not yet been established, unlike countries such as the United States and Germany, where it is required by standards. The Brazilian standard NBR 16690 only suggests the use of devices to interrupt electric arcs, without imposing any obligation. This project aims to critically analyze the AFCI, evaluating its effectiveness in reducing fires, material damage and preserving lives. The benefits of mandatory AFCI in Brazil will be investigated, considering technical, economic and regulatory aspects, as well as possible implementation difficulties. The analysis will include comparisons with international standards to contextualize the situation in Brazil and promote electrical safety in photovoltaic installations.

KEYWORDS: Electrical Arc; Electrical Safety; Photovoltaic Systems.

INTRODUÇÃO

O uso de combustíveis fósseis enfrenta desafios crescentes, impulsionando a busca por alternativas, como os sistemas fotovoltaicos, que convertem energia solar em eletricidade. A energia solar, que atualmente ocupa a quarta posição na matriz elétrica nacional com 2,6% de participação no Sistema Interligado Nacional (SIN), tem uma meta de atingir 4,9% até dezembro de 2026, um aumento de 88%. No entanto, com a rápida expansão dos sistemas fotovoltaicos no Brasil, surgem preocupações com a qualidade e segurança das instalações, especialmente em relação à alta tensão em corrente contínua (CC). Dispositivos como o Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI), que detecta e interrompe falhas de arco, são fundamentais para mitigar riscos de incêndio, embora ainda não sejam obrigatórios no Brasil. Enquanto países como os Estados Unidos e Alemanha já implementaram normas obrigatórias para dispositivos de proteção em sistemas fotovoltaicos, a norma brasileira NBR 16690 oferece apenas uma sugestão quanto ao uso desses dispositivos. Este projeto visa analisar criticamente o AFCI como medida de proteção contra incêndios causados por arcos elétricos, incluindo a avaliação de seus impactos na redução de incêndios, danos materiais e preservação de vidas, bem como a viabilidade de sua obrigatoriedade no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

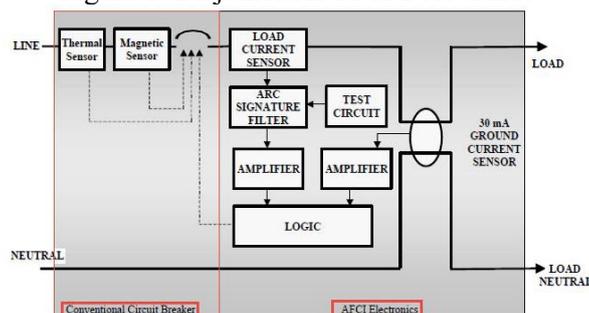
Para a revisão bibliográfica, foram pesquisadas diversas fontes acadêmicas e profissionais, incluindo artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, blogs, sites especializados, plataformas de vídeo e revistas. A investigação focou nas características técnicas e funcionais do AFCI. Dados foram coletados sobre incêndios causados por arcos elétricos e a implementação de AFCI em contextos internacionais e no Brasil. Resumos foram elaborados com base nesses dados, e, posteriormente, foi realizada uma comparação das normas internacionais para estabelecer diretrizes para a análise. Simultaneamente, a documentação foi organizada para suportar a pesquisa e análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Interruptor de Circuito Contra Falhas de Arco (AFCI) é uma tecnologia crucial para a segurança elétrica, projetada para prevenir falhas de arco em circuitos elétricos. Essas falhas, resultantes de descargas elétricas entre condutores com isolamento danificado, podem causar incêndios e representar um risco significativo à segurança humana. A importância do AFCI é reconhecida no Código Nacional de Eletricidade dos Estados Unidos (NEC) de 2014, que exige sua instalação em circuitos de ramal de 15A e 20A, incluindo quartos de hotel e outras áreas específicas (GALVIN, 2023).

O AFCI monitora continuamente a corrente elétrica, identificando falhas de arco por meio da análise de variações características na forma de onda e na frequência. Ao detectar uma falha, o dispositivo interrompe o fornecimento de energia, mitigando os riscos. Diferente dos disjuntores convencionais, que protegem apenas contra sobrecargas e curtos-circuitos, o AFCI é projetado para lidar com as condições irregulares dos arcos elétricos sem disparar durante condições normais, como a abertura de um interruptor (TEIXEIRA, 2014). A figura 2 ilustra um diagrama de um disjuntor AFCI de pólo único e um módulo AFCI.

Figura 1: Disjuntor AFCI de Polo Único.



Fonte: Elprocus, 2024.

A tecnologia de detecção de falhas de arco (AFCI) opera de forma independente dos disjuntores convencionais, incorporando sensoriamento térmico e instantâneo. Ela monitora o fluxo de corrente através de sensores resistivos ou magnéticos, filtrando e amplificando as frequências características das falhas de arco. Um circuito lógico processa esses sinais e, se necessário, aciona um TRIAC para desenergizar o circuito, abrindo os contatos do dispositivo. Além disso, um botão de teste permite simular uma condição de falha para desativar o circuito. Existem várias variantes de AFCI, como o Circuito de Saída AFCI, que protege a fiação e cabos contra os efeitos do arco elétrico.

No Brasil, a implementação de Dispositivos de Proteção contra Arco Elétrico (AFCI) ainda é limitada em comparação com países como os Estados Unidos, onde sua instalação é obrigatória. Apesar do interesse crescente e da conscientização entre profissionais do setor elétrico sobre os benefícios dos AFCI, sua adoção em construções novas permanece restrita devido à ausência de regulamentação específica que exija sua instalação. Incêndios originados em instalações elétricas, causados por sobrecargas, curtos-circuitos e falhas de arco, são um problema significativo, podendo resultar em danos materiais, lesões e mortes. As falhas de arco, em particular, são perigosas, pois podem gerar altas temperaturas e iniciar incêndios, especialmente na presença de materiais inflamáveis. Para prevenir esses incêndios, é crucial seguir práticas de segurança, como a instalação adequada de dispositivos de proteção, a manutenção regular e a utilização de AFCIs. Também é essencial que as instalações elétricas sejam realizadas por profissionais qualificados e em conformidade com as normas de segurança. No entanto, devido à falta de estatísticas, não há dados precisos sobre a frequência de incêndios envolvendo sistemas solares fotovoltaicos no Brasil, ou sobre quantos deles se originam nos próprios geradores fotovoltaicos.

O Brasil acelerou significativamente a instalação de mini e micro sistemas fotovoltaicos, especialmente em 2022, devido ao prazo de vacância da Lei 14.300 quanto ao pagamento da tarifa fio B. Esse crescimento levanta preocupações sobre a qualidade das instalações, sendo que falhas na execução são uma das principais causas de incêndios em sistemas fotovoltaicos, conforme um estudo alemão de 2015. A qualidade da instalação muitas vezes foi negligenciada, o que preocupa especialmente os bombeiros, cuja atividade já é naturalmente arriscada. Em resposta, o Conaci - Comitê Nacional de Combate a Incêndio - manifestou a necessidade de procedimentos e regulamentos para aumentar a segurança e reduzir os riscos de incêndio e explosões em geradores solares. Nesse contexto, a criação da comissão CE-024:102.007, no final de 2022, pelo Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio da ABNT, é uma iniciativa relevante.

Devido à falta de estatísticas oficiais no Brasil, dados do projeto da TÜV são referenciados. O projeto analisou 430 incêndios e eventos com danos térmicos em Geração Fotovoltaica (GFV) ao longo de mais de uma década, sendo 220 casos causados por fatores externos e 210 originados no próprio GFV. As tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, o tipo de dano e a localização das falhas ou defeitos nos casos investigados. Os dados indicam que a incidência de incêndios em GFV na Alemanha é moderada, com 65 incêndios reportados em 2012, resultando em uma taxa de 0,26%/MW/ano, considerando uma base instalada de 25.000MW ao final de 2011. No entanto, esses dados não podem ser aplicados de forma linear a outros países (TÜV, 2023).

Tabela 1: Tipo de dano causado pelo incêndio no gerador Fotovoltaico (FV).		
Extensão dos danos	Nº de casos	Incidência %
Componente FV danificado	59	28
Gerador FV danificado	75	35
Edificação danificado	67	31
Edificação pegou fogo	12	6
Incêndios analisados	213	100

Fonte: Segurança contra incêndios em geradores fotovoltaicos, Fotovolt revista, 2023.

Tabela 2: Origem do incêndio no gerador FV.

Origem de falha/defeito	N° de casos
Falha de produto	36
Falha de projeto	18
Erro de instalação	39
Origem externa ao GFV	10
Incêndios analisados	103

Fonte: Segurança contra incêndios em geradores fotovoltaicos, Fotovolt revista, 2023.

Contudo, as características elétricas dos GFV, e o fato de estarem montados sobre o telhado das edificações, ou mesmo integrados à construção, requerem precauções que vão além das convencionais. A implementação de Dispositivos de Proteção contra Arco Elétrico (AFCI) em instalações elétricas é uma medida eficaz para prevenir incêndios. O processo inclui: 1) avaliação das instalações elétricas para identificar áreas de risco; 2) planejamento da instalação dos AFCI nessas áreas; 3) contratação de um eletricitista qualificado para instalar os dispositivos; 4) realização de testes regulares e manutenção dos AFCI; 5) educação dos ocupantes sobre a importância dos AFCI e ações em caso de emergência. Essa abordagem visa aumentar a segurança elétrica e reduzir o risco de incêndios, oferecendo proteção adicional contra arcos elétricos perigosos.

Segundo a Abracopel (2016) boa partes dos incêndios que ocorrem no Brasil são causados por instalações elétricas precárias e incorretas, as famosas gambiarras, por conta disso, o número total de acidentes de origem elétrica (com ou sem vítimas fatais) aumentou 3% em 2015 com relação ao ano anterior. Fora do Brasil, os números de acidentes elétricos são ainda mais impressionantes. Nos Estados Unidos, entre 1999 e 2003, falhas nas instalações elétricas foram responsáveis por 65.300 incêndios em residências, resultando em aproximadamente US \$1,2 bilhões em prejuízos diretos (RANGEL, 2011).

A incorporação de Dispositivos de Proteção contra Arco Elétrico (AFCI), em residências, proporciona uma série de benefícios substanciais em termos de segurança elétrica. Estes benefícios destacam-se da seguinte maneira: 1. Prevenção de Incêndios: Essa resposta imediata desempenha um papel crucial na mitigação do risco de incêndios originados por arcos elétricos. 2. Proteção contra choques Elétricos: Os arcos elétricos representam não apenas uma ameaça à ocorrência de incêndios, mas também constituem um perigo potencial de choques elétricos para os ocupantes das residências. 3. Conformidade com Regulamentos de Segurança: Em diversas jurisdições, os regulamentos de construção exigem a instalação de AFCI em novas construções ou em residências submetidas a reformas, promovendo um ambiente residencial mais seguro. 4. Identificação de Problemas Elétricos: Os AFCI possuem a capacidade de identificar potenciais problemas elétricos, tais como conexões soltas ou deterioradas, que podem resultar em falhas de arco. Essa capacidade permite que proprietários ajam proativamente, tomando medidas corretivas antes que incidentes mais graves ocorram. Em suma, os AFCI proporcionam uma camada adicional de segurança elétrica em residências, ajudando a prevenir incêndios, proteger contra choques elétricos e garantir a conformidade com regulamentos de segurança.

O AFCI, não apenas promove a tranquilidade dos moradores, mas também reduz o risco de danos materiais, associados a falhas elétricas. Em mercados mais maduros como Estados Unidos, Alemanha e Canadá, além dos inversores de potência atenderem os parâmetros estabelecidos pela IEC 621209-2, existem códigos elétricos nacionais que normatizam a obrigatoriedade da utilização dos recursos de proteção, como a extinção de arco e desligamento rápido. No Brasil, as normas da ABNT como as NBR 16690 (Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos — Requisitos de projeto) e NBR 16274 (Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho) trazem em seu conteúdo especificações próprias para usinas geradoras de energia solar, contudo ainda demonstram lacunas em relação ao aspecto de segurança. A NBR 16690 apenas sugere o uso de algum dispositivo de segurança para interrupção de arco, porém essas recomendações não são o suficiente para que fabricantes, que inclusive

já dominam as tecnologias de solução em proteção, deixem de trazer para o Brasil versões simplificadas dos equipamentos, dada a não obrigatoriedade dessas soluções.

CONCLUSÃO

Com base nos artigos lidos e pesquisas realizadas na internet, o AFCI se mostra um dispositivo eficiente para a extinção de arcos elétricos.

Para realidade Brasileira o dispositivo se mostra cada vez mais indispensável, tendo em vista a curva de crescimento de instalações de mini e microgeração fotovoltaicas, assim como os casos de incêndios devido aos arcos elétricos nestes tipos de instalações.

Atualmente se acham poucos artigos e pesquisas sobre o AFCI desta forma se faz necessário o incentivo ao estudo mais aprofundado a respeito do dispositivo, mais ainda no Brasil onde é visto a escassez de equipamentos para obtemos para realizar testes e verificar seu funcionamento e eficiência, assim com a falta de fomentos, não foi possível obter alguns dispositivos para realizar testes e ser mais preciso com nossa pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos empenhos do nosso orientador e dos voluntários por todo apoio e prestatividade com a pesquisa, à equipe da PRPPI pela oportunidade/aprovação no edital com o projeto intitulado “Análise crítica do AFCI e a importância de sua obrigatoriedade no Brasil para prevenção de incêndios elétricos. “com orientador Cicero Barros da Rocha (do IFAL-PIn) e Coorientador Marcio Bino (do IFAL-PIn).

REFERÊNCIAS

AFCI vs GFCI – What Are the Major Differences?. Disponível em: <https://www.galvinpower.org/afci-vs-gfci/>. Acesso em: 19/12/2023.

Arc Fault Circuit Interrupter: An emerging product - George D. Gregory, Membro Sênior, IEEE, e Gary W. Scott, vol 34, Acesso em: 09/11/2023

RANGEL J., Estellito. A eletricidade como fator gerador de incêndios. 2011. Disponível em: <http://programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/A03.pdf> Acesso em: 10/01/2024.

Segurança contra incêndios em geradores fotovoltaicos, Fotovolt revista, 2023. Arc-Fault Circuit Interrupters (AFCI) and Its Functions. Disponível em: <https://www.elprocus.com/afci-arc-fault-circuit-interrupter-working-principle/>. Acesso em: 11/01/2024.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. Curto-Circuito. Mundo Educação, 2014. Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/curto-circuito.htm>. Acesso em: 10/01/2024.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, et al. – Assessing fire risks in PV-Systems and developing safety concepts for risk minimization. Disponível em: <https://www.energy.gov/>. Acesso em: 15/11/2023.