

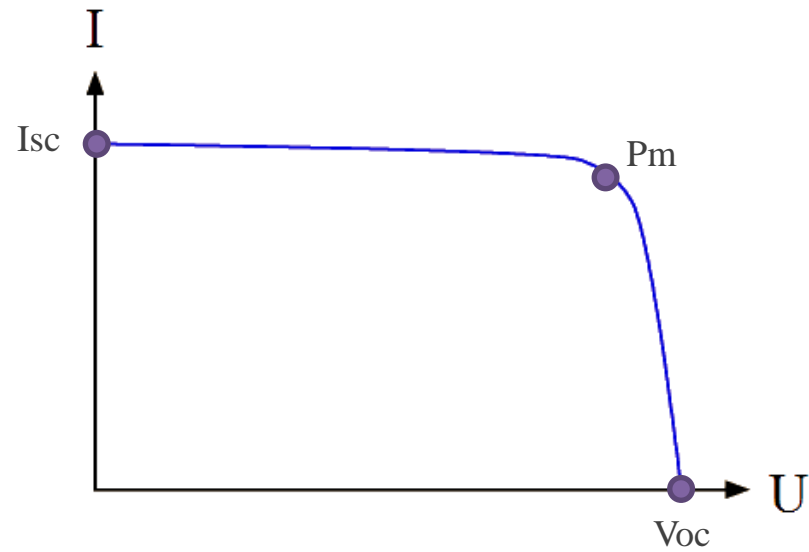
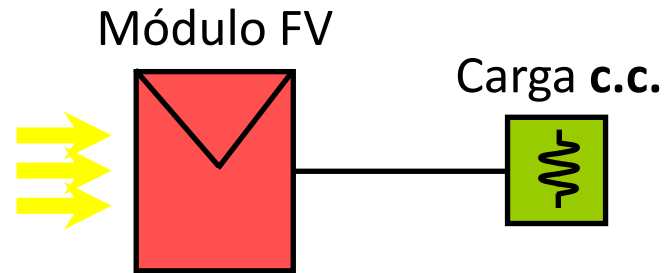
PROJETO DE NORMA NBR PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Marcelo Pinho Almeida

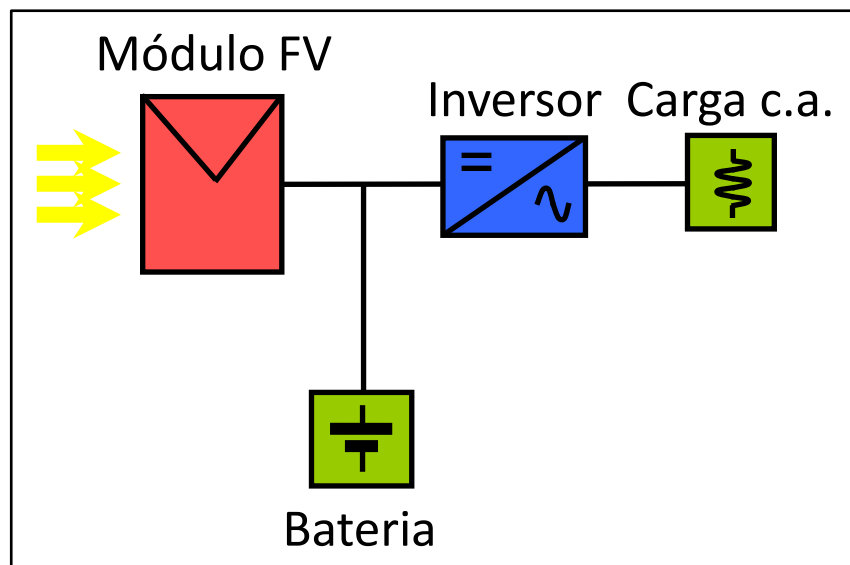


Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos
Instituto de Energia e Ambiente
Universidade de São Paulo

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO

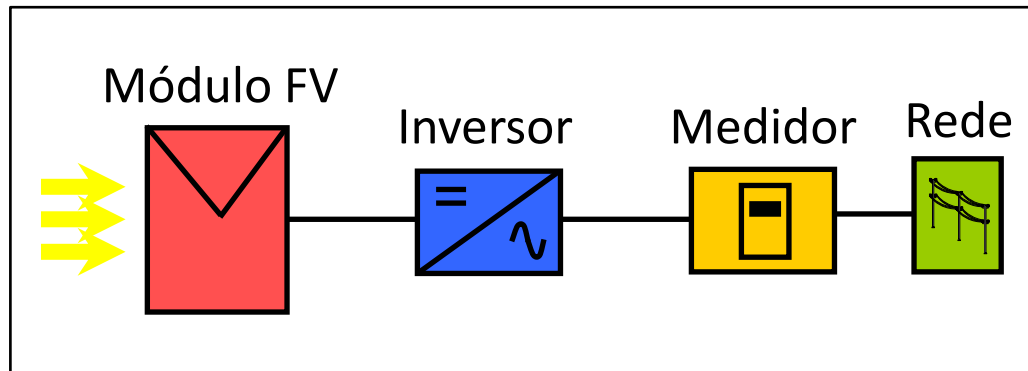


Sistemas individuais (SIGFI)
RN ANEEL 83/2004



Minirredes (MIGDI)
RN ANEEL 493/2012

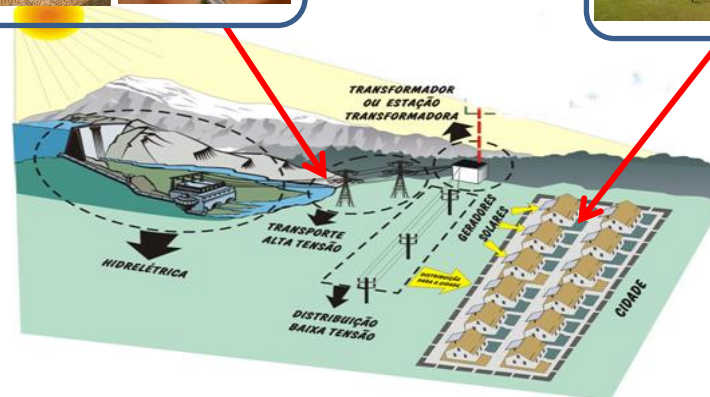
SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE



Geração centralizada



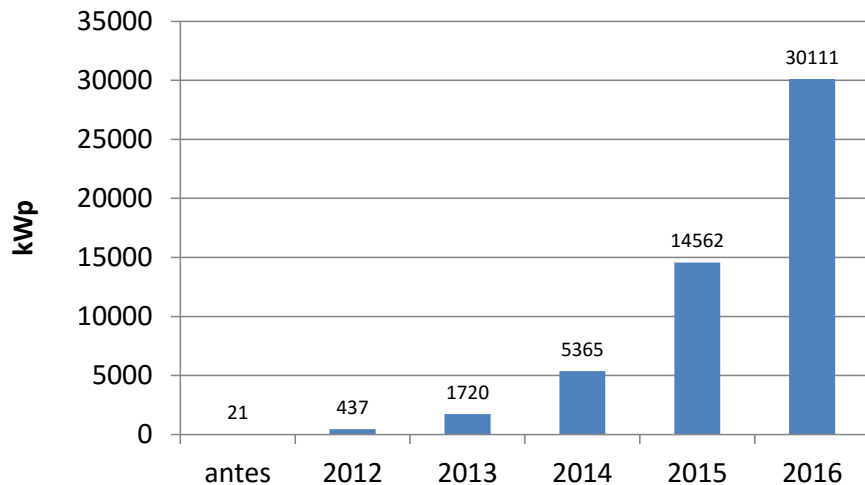
Geração distribuída



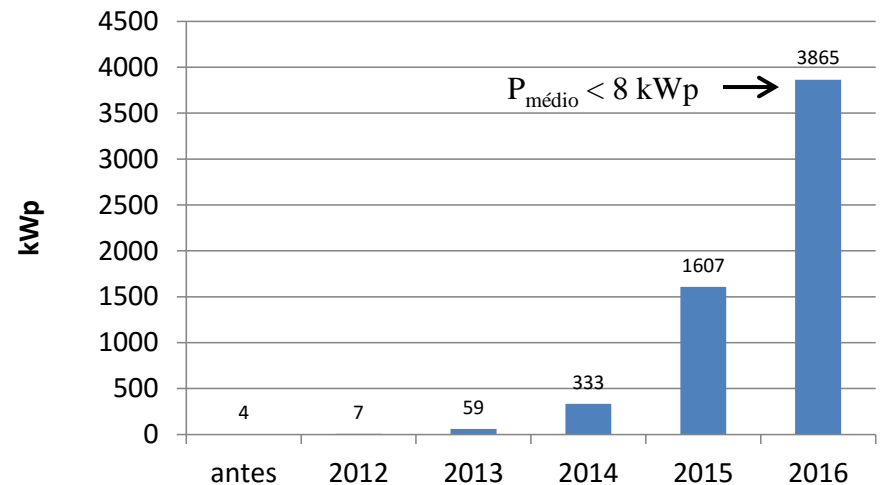
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

- RN ANEEL 482/2012 (17/04/2012)
RN ANEEL 517/2012 (11/12/2012)
- RN ANEEL 687/2015 (24/11/2015)

Capacidade instalada acumulada
(até 08/08/2016)



Número de conexões acumulado
(até 08/08/2016)



Fonte: ANEEL (<http://www2.aneel.gov.br/scg/rcgMicro.asp>. Acesso em 08/08/2016).

GERAÇÃO CENTRALIZADA

- Leilões nacionais de Energia:
 - ✓ out/14 – Contratados 890 MWp (para 2017)
 - ✓ ago/15 – Contratados 1.043 MWp (para 2017)
 - ✓ nov/15 – Contratados 1.115 MWp (para 2018)
- Leilões estaduais:
 - ✓ PE: nov/13 – Contratados 122 MWp

CUSTOS
+
GERAÇÃO DE ENERGIA



QUALIDADE DOS
EQUIPAMENTOS



RETORNO POSITIVO DO
INVESTIMENTO



QUALIDADE DAS
INSTALAÇÕES



CAPACITAÇÃO DE PESSOAS

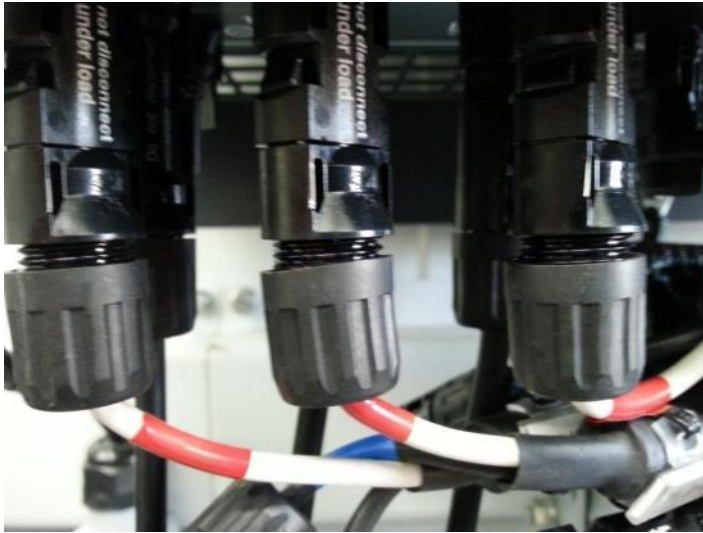
- ✓ Projeto
- ✓ Instalação
- ✓ Inspeção
- ✓ Fiscalização

O que poderia dar errado?

Conexões mal feitas em quadros elétricos



Conectores mal instalados



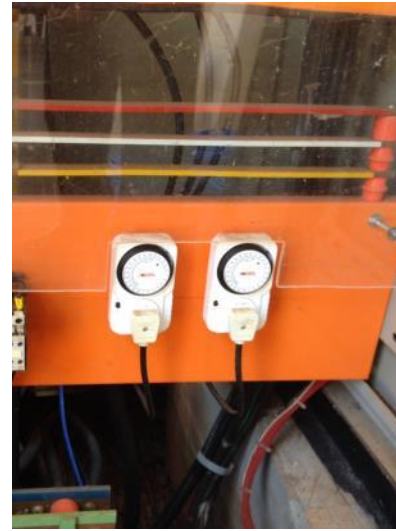
Material não adequado para o tipo de uso



Instalação inadequada



Instalação inadequada



- **Custos de manutenção elevados**
- **Redução do desempenho**
- **Risco às pessoas e ao patrimônio**
- **Perda da confiabilidade na tecnologia**

Incêndios



PROJETO DE NORMA NBR

Por que uma norma para instalações elétricas de sistemas fotovoltaicos?

- ✓ Garantir a qualidade das instalações
- ✓ Garantir a segurança de pessoas e equipamentos
- ✓ Facilitar a atribuição de responsabilidades em questões contratuais, permitindo a posterior verificação do cumprimento de obrigações
- ✓ Padronizar, na medida do possível, as características das instalações elétricas de sistemas fotovoltaicos
- ✓ Inexistência de normas técnicas brasileiras (e internacionais...) que abordem adequadamente as instalações desses sistemas, em especial a parte c.c. (arranjo fotovoltaico)

PROJETO DE NORMA NBR

- Norma IEC em vigor:

IEC 60364-7-712:2002 – Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems (Ed.1)

- ✓ Não abrange todos os detalhes das instalações fotovoltaicas (somente 3 páginas!)
- ✓ As especificações são muito superficiais
- ✓ Não considera as normas técnicas e os equipamentos mais atuais
- ✓ Não se aplica aos sistemas fotovoltaicos isolados

PROJETO DE NORMA NBR

- ABNT/CB-03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI)
 - ✓ CE-03:064.01 – Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
GT Sistemas FV
 - ✓ CE-03:082.01 – Comissão de Estudo de Sistemas Fotovoltaicos

PROJETO DE NORMA NBR

- Características gerais:
 - ✓ Baseada na IEC/TS 62548:2013 – Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements (Ed.1)
 - ✓ Complementa a NBR 5410, estabelecendo os requisitos de projeto das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos
 - ✓ Escopo: arranjos fotovoltaicos com potência nominal superior a 100 Wp (nas STC), ou com tensão de circuito aberto (Voc) maior que 35 Vcc e menor que 1.500 Vcc (nas STC)

PROJETO DE NORMA NBR

- Características gerais:
 - ✓ Especifica os requisitos de segurança que surgem das características particulares dos sistemas fotovoltaicos
 - ✓ Boas práticas de projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos
 - ✓ Não trata de dispositivos de armazenamento de energia, de unidades de condicionamento de potência (conversores e controladores de carga) ou de cargas c.c.

PROJETO DE NORMA NBR

1. Escopo e Objetivo
2. Referências Normativas
3. Definições
4. Princípios fundamentais e determinação das características gerais
5. Proteção para garantir segurança
6. Seleção e instalação de componentes elétricos
7. Verificação final
8. Manutenção
9. Requisitos complementares para instalações ou locais específicos
10. Marcações e documentação

Organização similar à da NBR 5410 para facilitar a leitura conjunta das normas.

PROJETO DE NORMA NBR

- Exemplos de requisitos:
 - ✓ Séries fotovoltaicas conectadas em paralelo devem ter diferença máxima de 5% de V_{oc} entre as séries
 - ✓ Proteção contra sobrecorrente na série fotovoltaica com corrente nominal entre $1,5 \times I_{sc}$ e $2,4 \times I_{sc}$
 - ✓ Utilização obrigatória de dispositivos de desconexão para os arranjos fotovoltaicos, isolando todos os polos dos circuitos e capazes de operar sob carga
 - ✓ Sistemas fotovoltaicos dotados de baterias implicam em necessidade de medidas de proteção contra a sobrecorrente proveniente das baterias

PROJETO DE NORMA NBR

- ✓ A monitoração de corrente de fuga e supervisão do isolamento obrigatórios
- ✓ Todos os dispositivos e materiais utilizados no lado c.c. de um sistema fotovoltaico devem ser apropriados para esta finalidade
- ✓ A tensão máxima de operação no lado c.c. deve ser calculada levando-se em consideração a mínima temperatura de operação do arranjo fotovoltaico
- ✓ Elementos expostos ao tempo devem ter proteção UV e IP adequado
- ✓ Vários níveis de requisitos em função do tamanho e da topologia do arranjo fotovoltaico
- ✓ Estabelece requisitos para unidades de condicionamento de potência c.c./c.c. para módulos individuais

PROJETO DE NORMA NBR

- **ABNT NBR 5410:2004**, Instalações elétricas de baixa tensão
- **Série ABNT NBR 5419**, Proteção contra descargas atmosféricas
- **ABNT NBR 16274**, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho
- **ABNT NBR 10899:2013**, Energia solar fotovoltaica - terminologia

PROJETO DE NORMA NBR

- **EN 50618**, Electric cables for photovoltaic systems (há um projeto em elaboração de norma NBR equivalente)
- **IEC 60269-6**, Low-voltage fuses – Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems
- **IEC 60529**, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- **IEC 60898-2**, Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 2: Circuit-breakers for a.c. and d.c. operation
- **Série IEC 60947**, Low-voltage switchgear and controlgear
- **IEC 61215:2005**, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval
- **IEC 61646**, Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval

PROJETO DE NORMA NBR

- **Série IEC 61730:2004**, Photovoltaic (PV) module safety qualification
- **Série IEC 62109**, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems
- **EN 50521**, Connectors for photovoltaic systems – Safety requirements and tests
- **IEC 62852**, Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests
- **EN 50539-11**, Low-voltage surge protective devices – Surge protective devices for specific application including d.c. – Part 11: Requirements and tests for SPDs in photovoltaic applications
- **CLC/TS 50539-12**, Low-voltage surge protective devices – Surge protective devices for specific application including d.c. – Part 12: Selection and application principles - SPDs connected to photovoltaic installations

OBRIGADO!

marcelopa@iee.usp.br