

**ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO
(UPAC)
COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Documento Preliminar

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A secção 712: Instalações Solares Fotovoltaicas (PV) das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), aprovadas pela Portaria n.º .../2015, que altera a Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de setembro, fixa as regras específicas aplicáveis às instalações elétricas alimentadas por sistemas PV, em complemento das restantes especificações estabelecidas nas RTIEBT.

Todas as UPAC devem possuir as proteções legalmente definidas para a interligação com a rede elétrica de serviço público (RESP). Para as ligações à RESP, em baixa ou em média tensão, em que a proteção de interligação não necessite da função de máxima tensão homopolar, as proteções de interligação podem estar incluídas nos inversores PV.

Os esquemas apresentados no presente documento são aplicáveis apenas a UPAC que utilizem inversores PV com proteção de desacoplamento da RESP integrada, isto é, inversores que garantam que o fornecimento da energia é interrompido com as temporizações definidas sempre que a tensão ou a frequência da RESP ultrapassem os limites legalmente estabelecidos para o desacoplamento ou, na sua ausência, os definidos pelo ORD (Operador da Rede de Distribuição).

Nas instalações trifásicas alimentadas pela RESP os inversores PV devem ser, em regra, trifásicos podendo, até 15 A de corrente estipulada (3,45 kVA, em 230 V), ser utilizados inversores monofásicos.

Nas figuras 1, 2 e 3 seguintes são apresentados exemplos dos esquemas mais frequentes utilizados em unidades de produção para autoconsumo (UPAC), associadas a instalações elétricas alimentadas pela RESP, onde:

- A figura 1 representa uma UPAC, com um único grupo PV, de potência superior a 1,5 kW, associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP, em BTN ou em BTE. A instalação PV, na parte dc, poderá apresentar a tipologia indicada nas figuras 2 e 3;
- A figura 2 representa uma UPAC, associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP em MT, com contagem em BT;
- A figura 3 representa uma UPAC, associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP em MT, com contagem em MT.

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Notas:

- a) *O equipamento de contagem da energia elétrica pode ser um único, desde que permita a contagem nos dois sentidos. No caso de o produtor não pretender injetar energia na RESP, deve ser instalado um sistema que o impeça e, nesse caso, é dispensável a colocação do equipamento de contagem da energia excedente da instalação PV.*
- b) *O aparelho de corte de entrada (ACE) é utilizado nas instalações de consumo em BTN. Se o ACE não for dotado de proteção diferencial, esta proteção deve ser garantida pela instalação, elétrica e no caso de:*
 - b1) *o dispositivo de proteção diferencial ser colocado no interior do quadro de entrada (QE), a instalação a montante deste dispositivo deve ser da classe II de isolamento;*
 - b2) *o dispositivo de proteção diferencial ser colocado entre o ACE e o QE, este dispositivo deve ser instalado num invólucro da classe II de isolamento.*
- c) *A proteção contra os contactos indiretos deve ser garantida por dispositivos de proteção diferencial. Devem ser do tipo B quando o inversor PV puder introduzir, por construção, correntes de defeito dc na instalação elétrica.*
- d) *O cabo de alimentação PV, tal como indicado nos esquemas das figuras 1, 2 e 3, deve ser ligado de forma fixa, em regra, ao quadro de entrada (QE). Quando questões técnicas/económicas o justifiquem pode ser ligado a um quadro parcial (QP) da instalação elétrica.*
- e) *O cabo de alimentação PV, mesmo para as instalações de potência não superior a 1,5 kW, deve ser, em regra, ligado de forma fixa (quadro, caixa de derivação, caixa de aparelhagem, etc.). Para estas instalações, admite-se que a ligação possa ser feita por meio de fichas, conectores ou outros dispositivos semelhantes que possam ser desligados sem utilização de ferramentas, e cuja remoção resulta na exposição de condutores (por exemplo pinos), desde que sejam verificados os requisitos indicados na norma NP EN 62 109-1: 2013, nomeadamente a secção 7.3.9.1.*
- f) *Para as instalações a que se referem os esquemas das figuras 2 e 3 (ligação à RESP em MT), a proteção de máxima tensão homopolar é, em regra, utilizada para potências não inferiores a 250 kW. Em casos devidamente justificados pelo ORD, face às características da RESP no local, pode ser necessário utilizar esta proteção para potências de interligação inferiores a 250 kW. Contudo, esta proteção não é necessária quando o produtor instalar um sistema que impeça a injeção de energia na RESP (veja-se a alínea a) das presentes notas). Esta regra será revista logo que seja elaborado um estudo sobre a necessidade de prever proteções de máxima tensão homopolar, em instalações da RESP ou em Unidades de Produção, devendo as conclusões desse estudo, depois de aceites, constar do Guia Técnico sobre Instalações Solares Fotovoltaicas a aprovar oportunamente por despacho do Diretor Geral da DGEG.*
- g) *O QGBT e o QE podem constituir um único quadro.*
- h) *O quadro gerador PV e o quadro PV dc podem constituir um único quadro.*
- i) *O quadro de grupo PV pode ser designado por caixa de junção quando não existirem dispositivos de proteção ou de corte.*

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

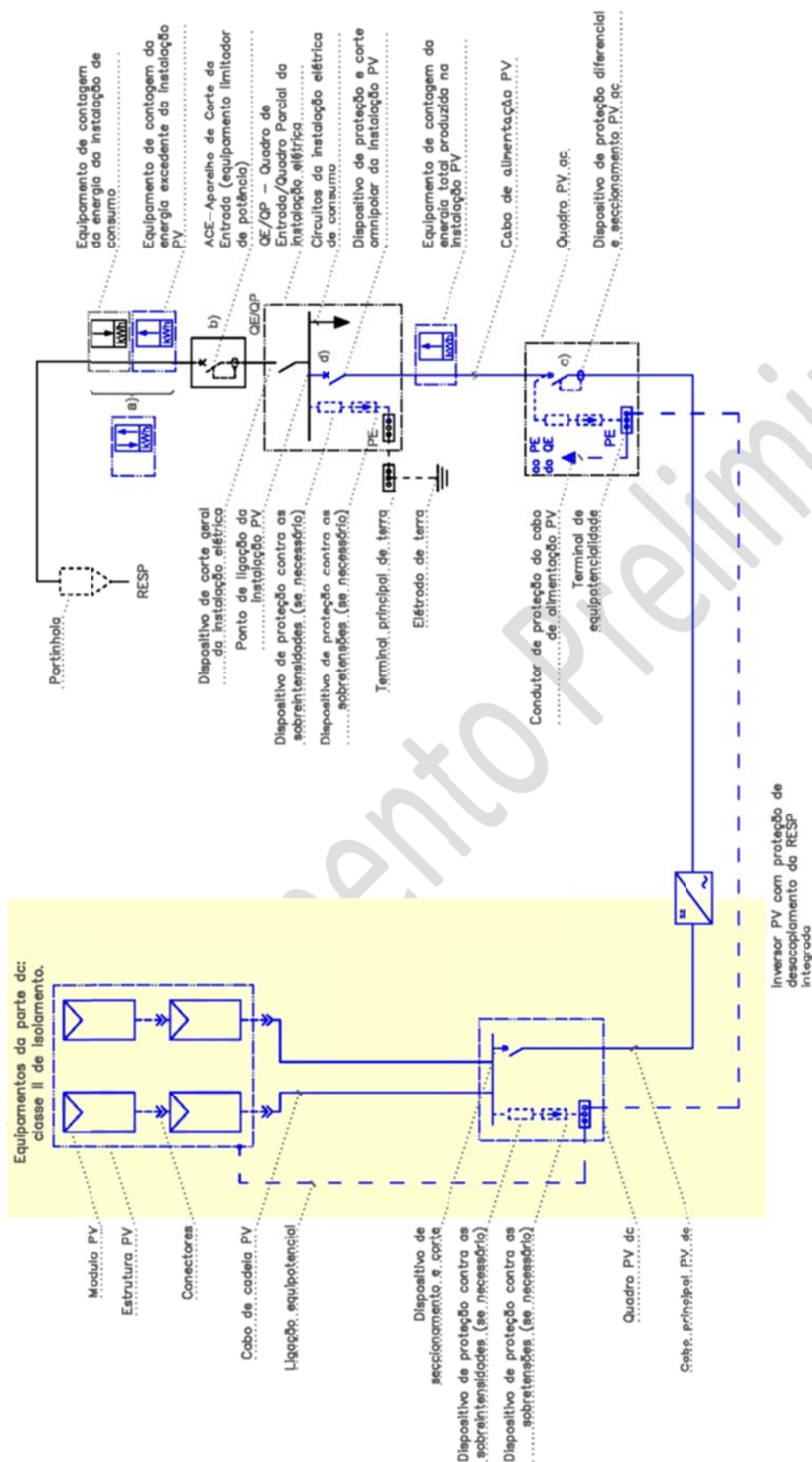


Figura 1 - Esquema tipo de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC), com um grupo PV, de potência superior a 1,5 kW (*), associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP, em BTN ou em BTE

(*) Aplicável também a instalações de potência não superior a 1,5 kW, no caso de o produtor pretender ser remunerado pelo fornecimento de energia à RESP

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

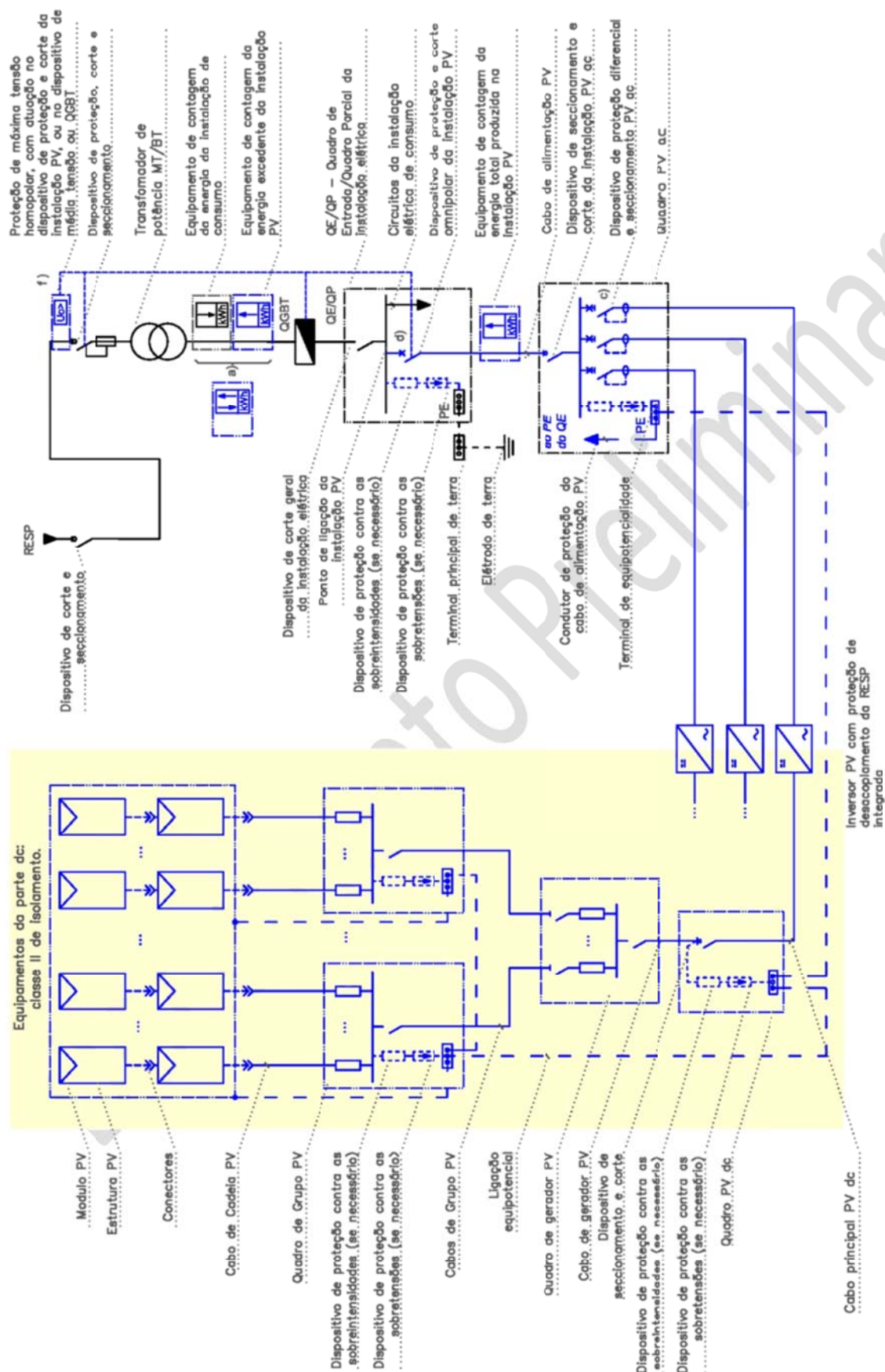


Figura 2 - Esquema tipo de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC), com mais de um gerador PV, de potência superior a 1,5 kW, associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP em MT, com contagem em BT

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

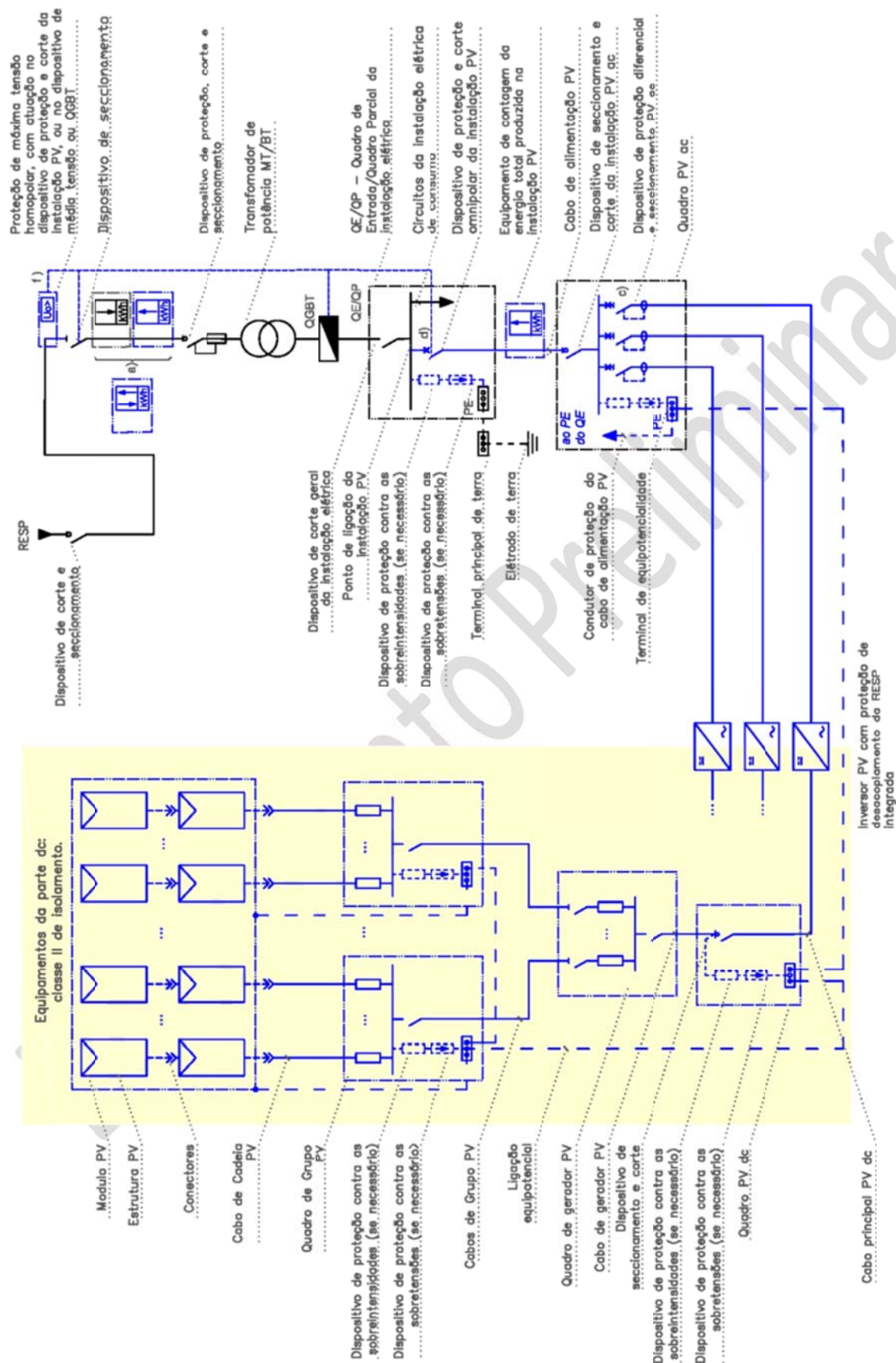


Figura 3 - Esquema tipo de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC), com mais de um gerador PV, de potência superior a 1,5 kW, associada a uma instalação elétrica alimentada pela RESP em MT, com contagem em MT

**ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO
COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Anexo

Secção 712 das RTIEBT

REGRAS APLICÁVEIS A INSTALAÇÕES E LOCAIS ESPECIAIS

Instalações solares fotovoltaicas

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

[E] 700.1 INTRODUÇÃO

As regras indicadas na Parte 7 das presentes Regras Técnicas completam, modificam ou substituem as regras gerais indicadas nas Partes 1 a 6.

Os números que se seguem aos da secção específica da Parte 7 são os correspondentes aos das secções das Partes 1 a 6 que são completadas, modificadas ou substituídas.

A ausência de referência a uma dada secção das Partes 1 a 6 significa que as regras correspondentes são aplicáveis sem qualquer alteração.

Nota: Como exemplo da regra indicada nesta secção referem-se os casos seguintes:

- a) a secção 312 (Parte 3) é alterada, dado que, na presente Parte das Regras Técnicas, existe a secção 712.312;
- b) a secção 442 (Parte 4) é aplicada sem qualquer alteração a este tipo de instalação dado que, na presente Parte das Regras Técnicas, não existe a secção 712.442

[E] 712 Instalações solares fotovoltaicas (PV)

Nota 1: A designação “PV” (PHOTOVOLTAIC) é usada ao longo do texto para indicar “solar fotovoltaico”.

Nota 2: Nas RTIEBT:2006, as regras aplicáveis a esta secção são as da Parte 2.

[E] 712.1 Campo de aplicação

As regras particulares indicadas na presente secção aplicam-se às instalações elétricas alimentadas por sistemas PV, incluindo os sistemas que integrem módulos com inversores ac.

Nota 1: As normas aplicáveis a equipamento PV estão em estudo pelo IEC TC 82.

Nota 2: Estão em consideração as regras aplicáveis a sistemas PV autónomos.

[E] 712.3 Termos e definições

(Vejam-se também as Figuras 712.1 e 712.2).

Para efeitos da presente secção aplicam-se os seguintes termos e definições. Para outras definições de carácter geral, veja-se a IEC 60050-826.

[E] 712.3.1 Célula PV

Dispositivo PV elementar capaz de gerar energia elétrica quando exposto à luz tal como a da radiação solar.

[E] 712.3.2 Módulo PV

Menor agrupamento de células PV ligadas entre si, totalmente protegido contra influências externas ambientais.

[E] 712.3.3 Cadeia PV (“string”)

Circuito em que os módulos PV são ligados em série, de forma a gerar a tensão de saída requerida para um grupo PV.

[E] 712.3.4 Grupo PV

Agrupamento de módulos PV interligados mecânica e eletricamente e outros componentes necessários para constituir em conjunto uma fonte de alimentação dc.

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

[E] 712.3.5 Quadro de grupo PV

Quadro onde são ligadas eletricamente entre si todas as cadeias PV de um grupo PV e onde podem estar localizados os dispositivos de proteção, se necessário.

Nota: Quando não existirem dispositivos de proteção ou corte, o quadro pode ser designado por caixa de junção.

[E] 712.3.6 Gerador PV

Conjunto de grupos PV.

[E] 712.3.7 Quadro de gerador PV

Quadro onde são ligados eletricamente entre si todos os grupos PV e onde podem estar localizados os dispositivos de proteção, se necessário.

Nota: Este quadro também pode ser designado como quadro PV dc.

[E] 712.3.8 Cabo de cadeia PV

Cabo que interliga os módulos PV para formar uma cadeia PV.

[E] 712.3.9 Cabo de grupo PV

Cabo de saída de um grupo PV.

[E] 712.3.10 Cabo principal PV dc

Cabo que liga os terminais do quadro do gerador PV aos terminais dc do inversor PV.

[E] 712.3.11 Inversor PV

Dispositivo que converte tensão dc e corrente dc em tensão ac e corrente ac.

[E] 712.3.12 Cabo de alimentação PV

Cabo que liga os terminais ac do inversor PV a um quadro de distribuição da instalação elétrica.

[E] 712.3.13 Módulo PV ac

Conjunto módulo/inversor PV integrado em que os terminais acessíveis são apenas os do lado ac. Não há possibilidade de acesso ao lado dc.

[E] 712.3.14 Instalação PV

Conjunto de equipamentos e acessórios instalados num sistema de alimentação fotovoltaico.

[E] 712.3.15 Condições de ensaio de referência (STC)

Condições de ensaio especificadas na norma EN 60904-3 para as células PV e para os módulos PV.

Nota: STC = STANDARD TEST CONDITIONS.

[E] 712.3.16 Tensão em circuito aberto nas condições de ensaio de referência

$U_{OC\ STC}$

Tensão obtida nas condições de ensaio normalizadas, sem carga (em circuito aberto) para um módulo PV, uma cadeia PV, um grupo PV, um gerador PV ou no lado dc do inversor PV.

Nota: U_{OC} = OPEN-CIRCUIT voltage.

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

- [E] **712.3.17 Corrente de curto-circuito nas condições de ensaio de referência $I_{SC\ STC}$**
Corrente de curto-circuito de um módulo PV, de uma cadeia PV, de um grupo PV ou de um gerador PV, em condições de ensaio normalizadas.

Nota: I_{SC} = SHORT-CIRCUIT current.

- [E] **712.3.18 Lado dc**
Parte de uma instalação PV que está compreendida entre uma célula PV e os terminais dc do inversor PV.

- [E] **712.3.19 Lado ac**
Parte de uma instalação PV que está compreendida entre os terminais ac do inversor PV e o ponto de ligação do cabo de alimentação PV à instalação elétrica.

- [E] **712.3.20 Separação simples**
Separação entre circuitos ou entre um circuito e a terra por meio de um isolamento principal.

- [E] **712.30 Determinação das características gerais**

- [E] **712.31 Alimentação e estruturas das instalações**

- [E] **712.312 Tipos de sistemas de distribuição**

- [E] **712.312.2 Tipos de esquemas das ligações à terra**
A ligação à terra de um dos condutores ativos do lado dc é permitida desde que exista, pelo menos, uma separação simples entre o lado ac e o lado dc.

Nota: As ligações à terra efetuadas no lado dc devem ser eletricamente interligadas para evitar fenómenos de corrosão.

- [E] **712.4 Proteção para garantir a segurança**

- [E] **712.41 Proteção contra os choques elétricos**
O equipamento PV instalado no lado dc deve ser considerado como estando em tensão, mesmo quando o sistema estiver desligado do lado ac.

- [E] **712.411 Proteção contra os contactos diretos e contra os contactos indiretos**

- [E] **712.411.1 Proteção por tensão reduzida TRS ou TRP**
Quando forem utilizadas as tensões TRS ou TRP, a tensão em circuito aberto $U_{OC\ STC}$ substitui a tensão U_n e não deve ser superior a 120 V_{dc}.

- [E] **712.413 Proteção contra as correntes de defeito**

Nota: Nas RTIEBT:2006 a secção 413 é designada por "Proteção contra os contactos indiretos".

- [E] **712.413.1 Proteção por corte automático da alimentação**

Nota: Estão em estudo medidas de proteção especiais relativamente à proteção por corte automático da alimentação no lado dc.

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

[E] **712.413.1.1.1.1** No lado ac, o cabo de alimentação PV deve ser ligado ao dispositivo de proteção contra sobreintensidades que garanta o corte automático dos circuitos da instalação elétrica susceptíveis de ser alimentados pela instalação PV.

[E] **712.413.1.1.1.2** No caso de uma instalação elétrica incluir uma instalação PV onde não exista, pelo menos, uma separação simples entre o lado ac e o lado dc, deve ser instalado um dispositivo diferencial (DR) de tipo B, que satisfaça à norma IEC 60755 Emenda 2, por forma a que, em regra, seja garantida a proteção contra defeitos por corte automático da alimentação. Quando o inversor PV não introduzir, por construção, correntes de defeito dc na instalação elétrica, não é necessário utilizar um dispositivo diferencial de tipo B.

[E] **712.413.2** No lado dc, recomenda-se a medida de proteção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente.

[E] **712.413.3** No lado dc, a medida de proteção por recurso a locais não condutores não é permitida.

[E] **712.413.4** No lado dc, a medida de proteção por ligações equipotenciais locais não ligadas à terra não é permitida.

[E] **712.433** Proteção contra as sobrecargas no lado dc

[E] **712.433.1** A proteção contra as sobrecargas pode ser dispensada para os cabos de cadeia PV ou de grupo PV se a corrente máxima admissível do cabo for igual ou superior a 1,25 vezes a corrente de curto-circuito nas condições de ensaio normalizadas, $I_{SC\ STC}$, em qualquer local.

[E] **712.433.2** A proteção contra as sobrecargas pode ser dispensada para o cabo principal PV dc se a corrente máxima admissível do cabo for igual ou superior a 1,25 vezes a corrente de curto-circuito nas condições de ensaio normalizadas, $I_{SC\ STC}$, do gerador PV.

Nota 1: As regras indicadas nas secções 712.433.1 e 712.433.2 aplicam-se apenas à proteção dos cabos.

Nota 2: Para a proteção dos módulos PV deve também ter-se em consideração as indicações dos fabricantes.

[E] **712.434** Proteção contra os curto-circuitos

[E] **712.434.1** O cabo de alimentação PV no lado ac deve ser protegido contra os curto-circuitos por um dispositivo de proteção contra as sobreintensidades, colocado num quadro de distribuição da instalação eléctrica.

[E] **712.444** Proteção contra as perturbações eletromagnéticas (EMI) em edifícios

[E] **712.444.4.4** Por forma a reduzir as tensões induzidas pelas descargas atmosféricas, a área formada pelos anéis dos condutores deve ser tão pequena quanto possível.

[E] **712.5** Seleção e instalação dos equipamentos elétricos

[E] **712.51** Regras comuns

[E] **712.511** Conformidade com as normas

[E] **712.511.1** Os módulos PV devem satisfazer às respetivas normas como, por exemplo, à norma EN 61215 para os módulos PV cristalinos. Quando a tensão em circuito aberto $U_{OC\ STC}$ das

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

cadeias PV for superior a 120 V dc., recomenda-se a utilização de módulos PV da classe II de isolamento por construção ou módulos que, por instalação, garantam isolamento equivalente.

O quadro de grupo PV e quadro de gerador PV devem satisfazer à norma EN 61439-1.

Nota: Nas RTIEBT:2006 a secção 511 é designada por "Qualidade do equipamento utilizado".

[E] 712.512 Condições de funcionamento e influências externas

Nota: Nas RTIEBT:2006 a secção 512 é designada por "Seleção e instalação dos equipamentos em função das influências externas".

[E] 712.512.1 O equipamento elétrico instalado no lado dc deve ser adequado para tensões e correntes contínuas.

Os módulos PV podem ser ligados em série até se obter a tensão máxima de funcionamento admissível pelos módulos PV (tensão em circuito aberto $U_{OC\ STC}$ das cadeias PV) ou pelo inversor PV, devendo ser considerado o menor destes valores. As características dos referidos equipamentos PV devem ser indicadas pelos respetivos fabricantes.

Se forem utilizados díodos de bloqueio de cadeias, que devem ser ligados em série com as cadeias PV, a sua tensão inversa deve ser pelo menos igual a $2 \times U_{OC\ STC}$.

[E] 712.512.2.1 Os módulos PV devem ser instalados de acordo com as indicações do fabricante de forma a garantir uma dissipação de calor adequada às condições de máxima radiação solar prevista no local.

[E] 712.513 Acessibilidade dos equipamentos elétricos

[E] 712.513.1 A seleção e a instalação dos equipamentos devem facilitar a sua manutenção e a sua reparação em condições de segurança, sem prejuízo dos meios previstos pelo fabricante do equipamento PV.

[E] 712.52 Canalizações

[E] 712.522 Seleção e instalação em função das influências externas

[E] 712.522.8.1 Os cabos das cadeias PV, os cabos dos grupos PV e os cabos principais PV dc devem ser selecionados e instalados de forma a minimizar o risco de ocorrência de defeitos à terra ou de curto-circuitos.

Nota: Esta regra pode ser cumprida, por exemplo, por meio do reforço da proteção das canalizações contra as influências externas, utilizando para o efeito cabos monocondutores dotados de bainha.

[E] 712.522.8.3 As canalizações devem ser selecionadas e instaladas de forma a resistir às influências externas previstas, tais como o vento, a formação de gelo, a temperatura e a radiação solar.

[E] 712.53 Aparelhagem (proteção, comando e seccionamento)

[E] 712.536 Dispositivos de comando e seccionamento

[E] 712.536.2 Dispositivos de seccionamento

[E] 712.536.2.1.1 Por forma a permitir a manutenção do inversor PV, devem existir dispositivos de seccionamento, quer do lado ac, quer do lado dc.

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Nota: Na secção 551.7 das RTIEBT:2006 (IEC 60364-5-55) são mencionadas regras adicionais relativas ao seccionamento de uma instalação PV que funcione em paralelo com a rede de distribuição (pública).

- [E] **712.536.2.2.1** Na seleção e na instalação de dispositivos de seccionamento a instalar entre a instalação PV e a rede de distribuição (pública), a instalação PV deve ser considerada como carga e a rede como fonte de alimentação.
- [E] **712.536.2.2.5** No lado dc do inversor PV deve ser instalado um dispositivo seccionador.
- [E] **712.536.2.2.5.1** Todos os quadros (de geradores PV e de grupos PV) devem possuir uma placa sinalética de aviso, indicando que as partes ativas no seu interior podem ainda permanecer em tensão após o seccionamento do inversor PV.
- [E] **712.54 Ligações à terra e condutores de proteção**
Quando forem instalados condutores de equipotencialidade, estes devem ser colocados paralelamente e o mais próximo possível dos cabos dc, dos cabos ac e dos seus acessórios.

Diagrama de ligação para a instalação de um sistema fotovoltaico (PV) com inversor e transformador.

O diagrama ilustra a conexão entre o sistema de distribuição de energia pública e o sistema fotovoltaico.

Sistema de Distribuição:

- Dispositivo de proteção contra as sobrintensidades (712.434.1)
- Quadro de distribuição
- Equipamento de contagem (nos dois sentidos)
- Ponto de ligação à rede de distribuição (pública)
- Terminal principal de terra/ Terminal equipotencialidade
- Ligação equipotencial (se necessário)

Sistema Fotovoltaico:

- Gerador PV/Grupo PV (712.3.6/712.3.4)
- Diodo de desvio (se necessário)
- Cadeia PV (712.3.3)
- Módulo PV (712.3.2)
- Cabo de cadeia PV (712.3.8)
- Diodo de bloqueio de cadeia (se necessário)
- Dispositivo de proteção contra as sobretensões (se necessário)
- Dispositivo de proteção contra as sobrintensidades (se necessário)
- Quadro de gerador PV/grupo PV (712.3.7/712.3.5)
- Cabo principal PV dc (712.3.10)
- Inversor PV (712.3.11)
- Transformador (se necessário)
- Dispositivo de seccionamento (712.536.2.1 e 712.536.2.2.5)
- Disjuntor diferencial (712.413.1.1.2) (se necessário)
- Dispositivo de seccionamento (712.536.2.1.4 e 712.536.2.2.1)
- Invólucro (opcional)
- Cabo de alimentação PV (712.3.12)
- Equipamento de contagem de contagem

O diagrama também indica o lado dc e o lado ac, a corrente I e a tensão U .

Página 14/15

ESQUEMAS TIPO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO PARA AUTOCONSUMO COM TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

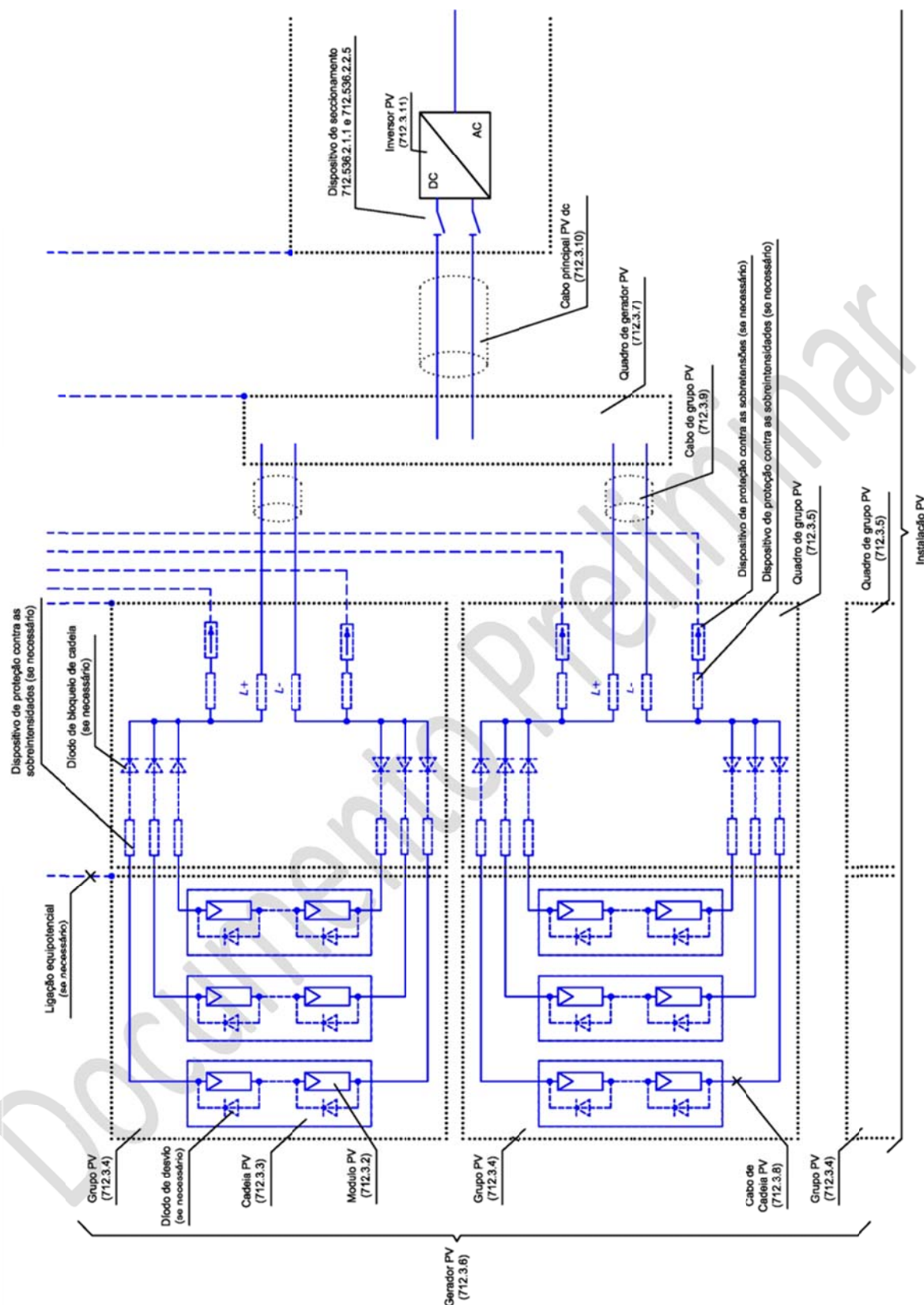


Figura 712.2 - Instalação PV. Exemplo de um gerador PV com mais do que um grupo PV