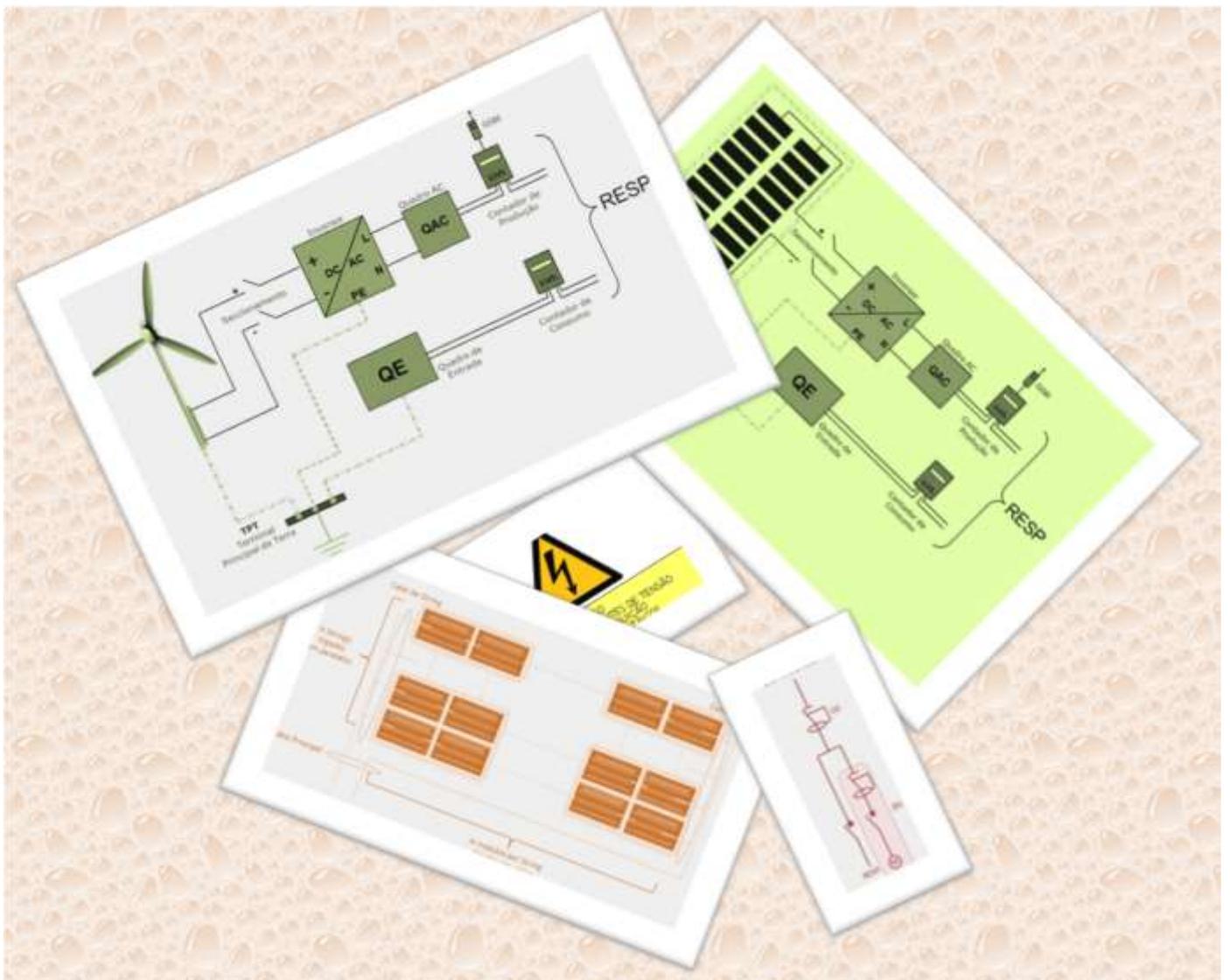


## Guia Prático de Instalações de Microprodução



## 1-Introdução

Com a publicação de legislação específica, foi criada a possibilidade de todas as entidades que disponham de um contrato de compra de electricidade em Baixa Tensão (BT) serem também elas produtoras de energia, energia essa, que será por sua vez entregue à RESP - Rede Eléctrica de Serviço Público.

As tecnologias fotovoltaica e eólica, têm vindo, dado o seu desenvolvimento, a revelar-se como as formas mais simples e acessíveis para produção de energia eléctrica por parte dos potenciais microprodutores, em detrimento de outras, também previstas em alguma da legislação.

Mesmo tratando-se de tecnologias relativamente generalizadas, importa estabelecer regras e condições de segurança para o seu estabelecimento e futura exploração, regras essas que são o objecto deste guia prático.

## 2-Domínio de aplicação

No presente guia, serão consideradas as instalações fotovoltaicas ligadas à rede pública, sendo ainda incluído, no final, um ponto (11) dedicado a instalações com geradores eólicos.

Estas instalações não poderão funcionar isoladas da rede pública, devendo o produtor entregar a electricidade produzida no nível de tensão constante do contrato de aquisição de electricidade para a instalação de utilização.

O previsto no presente documento não dispensa o cumprimento da legislação que suporta o estabelecimento e a entrada em exploração das instalações a que se refere.

## 3-Definições

No presente guia, serão aplicados alguns termos para simplificação de texto e rápida interpretação, quer de matérias quer de esquemas.

### 3.1- rede ou rede pública

Simplificação de RESP - Rede Eléctrica de Serviço Público.

### 3.2 - unidade MP

Unidade de microprodução: unidade do grupo I - instalação de produção de electricidade monofásica em baixa tensão com potência de ligação até 11,04 kW.

### 3.3 - célula FV

Dispositivo fotovoltaico fundamental, capaz de gerar electricidade desde que sujeito a fonte luminosa.

### 3.4 - módulo FV

Conjunto de células fotovoltaicas, agrupadas e interligadas bem como protegidas mecanicamente das condições ambientais;

### 3.5 - string

Conjunto de módulos fotovoltaicos interligados em série, de modo a garantir a tensão de saída DC da unidade de microprodução.

**Nota:** o termo “string” é de origem anglo-saxónica; Aplica-se por ser o mais comum na literatura internacional.

### 3.6 - cabo de string

Cabo que interliga as strings constituintes de uma unidade de microprodução, num único ponto.

### 3.7 - cabo principal

Cabo que liga o ponto de ligação dos cabos de strings ao inversor.

### 3.8 - inversor

Dispositivo que transforma a tensão e a corrente contínua em tensão e corrente alternada.

### 3.9 - tensão de circuito aberto - $V_{ocSTC}$

Tensão em vazio em condições de ensaio normalizadas (STC - Standard Test Condition) nos terminais de um módulo FV, de uma string ou de uma unidade de microprodução.

Nota - Para os módulos fotovoltaicos a tensão máxima deve ser calculada através da fórmula:  $1,15 \times V_{ocSTC}$

### 3.10 - corrente de curto-circuito - $I_{ccSTC}$

Corrente de cc em condições de ensaio normalizadas de um módulo FV, de uma string ou de uma unidade de microprodução.

### 3.11 - lado DC

Parte da instalação da unidade de microprodução situada entre os módulos fotovoltaicos e os ligadores DC do inversor.

### 3.12 - lado AC

Parte da instalação da unidade de microprodução situada entre os ligadores AC do inversor e o ponto de ligação à RESP.

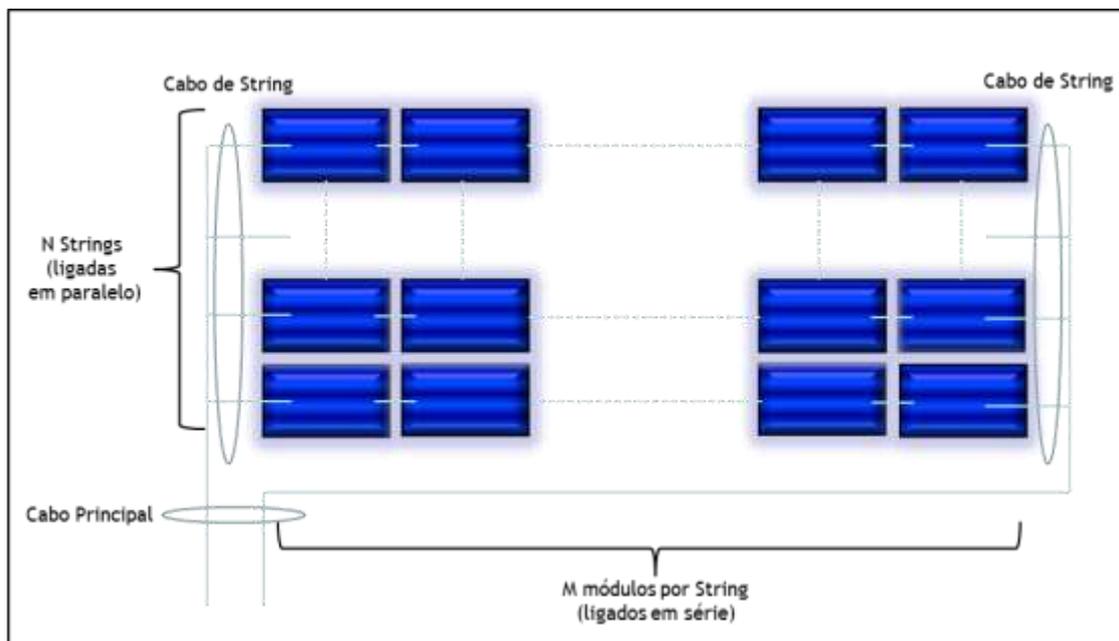
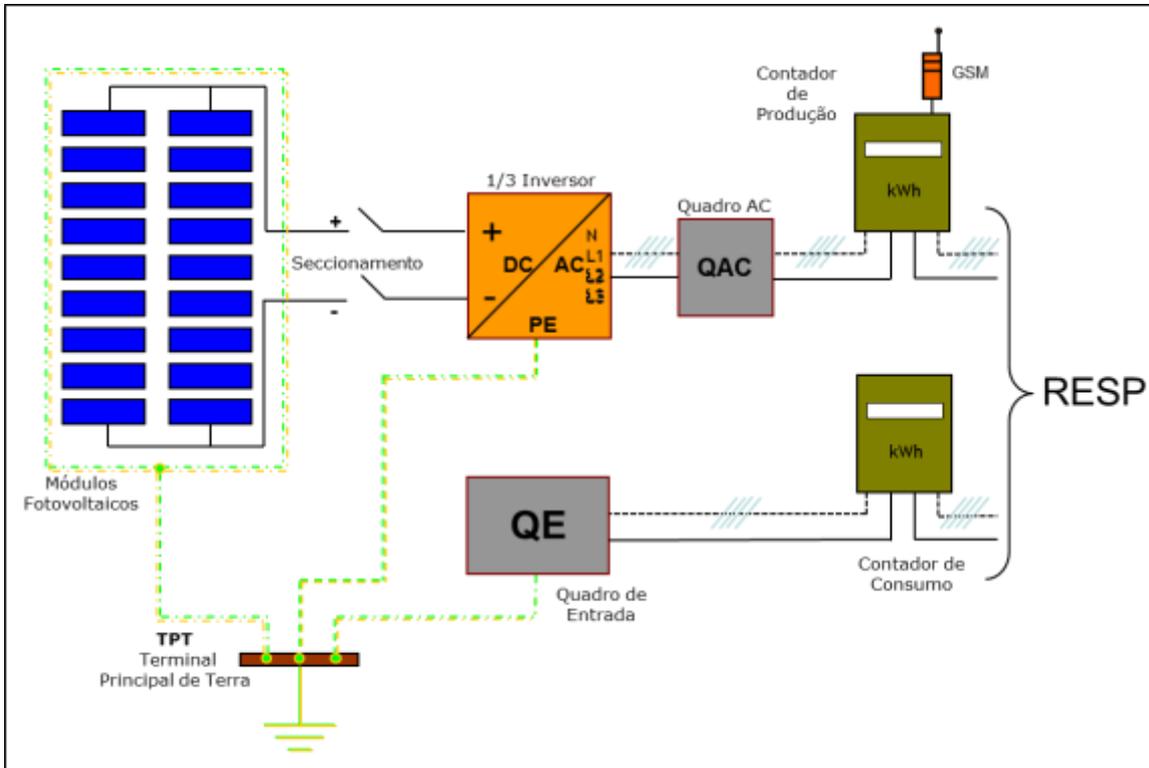


Fig.1 - Esquema exemplificativo simplificado de ligação de módulos fotovoltaicos

#### 4 - Descrição de uma unidade de microprodução



Na figura 2, encontra-se representada uma arquitectura simplificada para uma unidade de microprodução.

Fig. 2 - Esquema simplificado de uma unidade MP fotovoltaica com ligação à rede pública.

As soluções de ligação à RESP, encontram-se no Anexo I deste guia e também no portal [www.renvaveisnadora.pt](http://www.renvaveisnadora.pt).

Embora o esquema representado se refira essencialmente a uma unidade de microprodução monofásica, a instalação poderá também ser trifásica (conforme tracejados na figura), dotada de um inversor trifásico (eventualmente sem condutor Neutro), ou três monofásicos.

##### 4.1 - Esquemas de ligação à terra do lado AC

A rede pública de distribuição em baixa tensão é explorada em esquema de ligação à terra do tipo TN, pelo que o condutor Neutro da rede não deverá ser ligado com a terra da unidade de microprodução.

##### 4.2 - Esquemas de ligação à terra do lado DC

As estruturas metálicas de suporte, molduras dos módulos FV e partes metálicas para interligação destes, deverão encontrar-se ao mesmo potencial do TPT - Terminal Principal de Terra. A interligação destes componentes deverá ser assegurada através de condutor de equipotencialidade com  $S \geq 4\text{mm}^2$ .

### 5 - Protecção contra os choques eléctricos

Os equipamentos da unidade MP do lado DC devem ser considerados em tensão, mesmo quando desligados do lado AC.

Todas as partes acessíveis do lado DC, tal como ligadores, caixas de ligação e eventualmente seccionadores, deverão ser sinalizados com um aviso modelo com informação clara e durável da existência de tensão mesmo quando o(s) circuito(s) se encontrem seccionados do lado DC no inversor.



Fig. 3 - Aviso modelo da existência de tensão do lado DC (sistema fotovoltaico)

#### 5.1 - Protecção contra os contactos directos

Os materiais utilizados deverão garantir características adequadas de isolamento quer por construção quer através de utilização de invólucros.

Caixas ou armários que contenham partes activas deverão permanecer fechadas apenas permitindo a abertura através de ferramenta ou de chave, a não ser que se encontrem localizadas em locais exclusivamente acessíveis a pessoas qualificadas ou instruídas. As partes activas deverão ser estabelecidas em invólucro com um grau de protecção mínimo IP 2X, ou IP 44 para o caso de se situar no exterior.

Os módulos fotovoltaicos que sejam estabelecidos de modo acessível, quer a pessoas, quer a animais domésticos, deverão encontrar-se protegidos por sistema de barreiras ou vedação.

#### 5.2 - Protecção contra os contactos indirectos

##### 5.2.1 - Do lado DC

Do lado da corrente contínua, a protecção contra choques eléctricos é garantida pelo emprego de materiais classe II de isolamento ou equivalente (isolamento reforçado) até aos ligadores do inversor.

Os cabos deverão garantir uma tensão mínima  $V = V_{oc} \times 1,15 \times n.$  módulos (M), pelo que tanto os cabos de string e o cabo principal deverão garantir um nível de isolamento mínimo de 1 kV.

### 5.2.2 - Do lado AC

Do lado AC, a protecção contra contactos indirectos deverá ser garantida através de aparelho sensível à corrente diferencial-residual (diferencial) de média sensibilidade, i.e., 300 mA ou inferior;

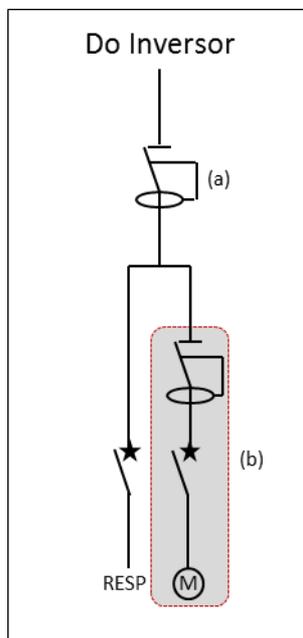


Fig. 4 - Esquema simplificado do Quadro AC

O aparelho de protecção diferencial poderá garantir simultaneamente a protecção contra sobretensões, i.e., por meio de disjuntor diferencial, não sendo no entanto obrigatória a adopção desta solução;

Adoptando-se a utilização de dois aparelhos distintos (a), a protecção contra sobretensões através de aparelho magnetotérmico deverá ser estabelecida do lado da rede.

Para ao caso da unidade MP ser dotada de inversor com transformador de isolamento, a protecção diferencial (a) é dispensável.

A verificar-se o recurso de equipamentos auxiliares, tais como seguidores, reguladores e outros, estes deverão ser dotados de circuito específico (b) que garanta também protecção de pessoas e continuidade de serviço da instalação.

### 5.3 - Ligação das massas à terra

A massa do inversor e as massas dos materiais alimentados pela rede de distribuição pública (instalação existente) deverão ser ligadas à terra das massas da instalação eléctrica de utilização, conforme figura 2.

As estruturas metálicas dos módulos e as estruturas de suporte deverão ser equipotencializadas, apesar de garantida a classe II de isolamento.

De um modo geral, as estruturas metálicas são em alumínio, pelo que deverão ser utilizados ligadores adequados para o efeito sempre que necessário. Os condutores de interligação são os definidos em 4.2.

### 6 - Protecção contra as sobreintensidades

#### 6.1 - Do lado DC

Os cabos de string são dimensionados para que possam dispensar aparelhos de protecção contra sobreintensidades, pelo que, a sua corrente máxima admissível ( $I_z$ ) deve ser igual ou superior a  $1,25 \times I_{ccSTC}$  dessa mesma string.

O cabo principal também é dimensionado para que seja dispensada a protecção contra sobreintensidades, devendo ser garantido que a corrente máxima admissível no cabo principal ( $I_z$ ) deve ser igual ou superior a  $1,25 \times I_{ccSTC}$  da unidade de microprodução.

#### 6.2 - Do lado AC

##### 6.2.1 - Protecção contra sobrecargas

O valor de  $I_n$  (corrente estipulada) do aparelho de protecção do lado AC é definido pelas condições de ligação à rede. As condições de estabelecimento são as previstas na Secção 563.3 das R.T.I.E.B.T. - Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

##### 6.2.2 - Protecção contra os curto-circuitos

O poder de corte dos aparelhos de protecção é determinado tendo em conta as correntes de curto-circuito máximas previsíveis. Regra geral, um poder de corte de 3kA será suficiente para o dispositivo de protecção, devendo no entanto ser consultado o distribuidor público de energia eléctrica.

A utilização de disjuntor é obrigatória, não sendo permitida a protecção através de fusíveis.

### 7 - Queda de tensão

#### 7.1 - Do lado DC

A queda de tensão máxima permitida do lado DC da instalação é de 3 % em condições  $I_{ccSTC}$ . É recomendável limitar esta queda de tensão a um máximo de 1%.

#### 7.2 - Do lado AC

A queda de tensão máxima entre o ponto de ligação à rede e os ligadores AC do inversor não deverá ser superior a 3 % em condições de potência nominal do inversor. Também aqui, é recomendada uma queda de tensão máxima de 1 %.

### 8 - Seccionamento e corte

## 8.1 - Dispositivos de seccionamento

De forma a permitir a manutenção não só do inversor mas também de toda a unidade MP, deverão ser previstos meios de seccionamento tanto do lado DC como do lado AC. Todos os dispositivos de seccionamento deverão ser omni-polares, sendo que do lado DC o seccionamento poderá não ser simultâneo (ver figura 2).

**Nota:** Os aparelhos previstos em 6.2 poderão garantir as condições estipuladas.

## 9 - Canalizações e materiais

Os elementos constituintes das canalizações estabelecidas em locais que os sujeite às radiações solares, deverão ter características adequadas às influências externas AN3 - Radiações solares fortes (Secção 321.11 das R.T.I.E.B.T.). O estabelecimento das canalizações deverá ser tal que garanta a protecção mecânica das mesmas em todo o seu percurso.

Todos os materiais empregues deverão ser adequados à função que lhes é dada, devendo garantir marcação de conformidade CE.

## 10 - Sinalização

A sinalização dos riscos existentes nas instalações eléctricas é uma forma de evitar danos físicos aos seus utilizadores e intervenientes, pelo que deverá ser de fácil interpretação e com garantias de durabilidade. Para além do previsto no ponto 5, apresentam-se outras situações que deverão ser salvaguardadas.

### 10.1 - Ponto de ligação com a RESP

De forma a garantir toda a segurança na intervenção e manutenção numa unidade MP fotovoltaica interligada com a rede pública, deverá ser garantida a sinalização da existência de duas fontes de energia no local de acesso a essas mesmas fontes (portinhola ou contadores, conforme esquema de ligação adoptado).



Fig. 5 - Aviso modelo da presença de duas fontes de tensão.

## 10.2 - Intervenção no Inversor

Para evitar que haja interrupções voluntárias do lado DC, sem que seja antes efectuado o corte do lado AC, é necessária sinalética junto do seccionamento do lado DC eliminando assim riscos e avarias desnecessárias.



Fig.6 - Aviso modelo de operações de manobra

## 11 - Geradores eólicos

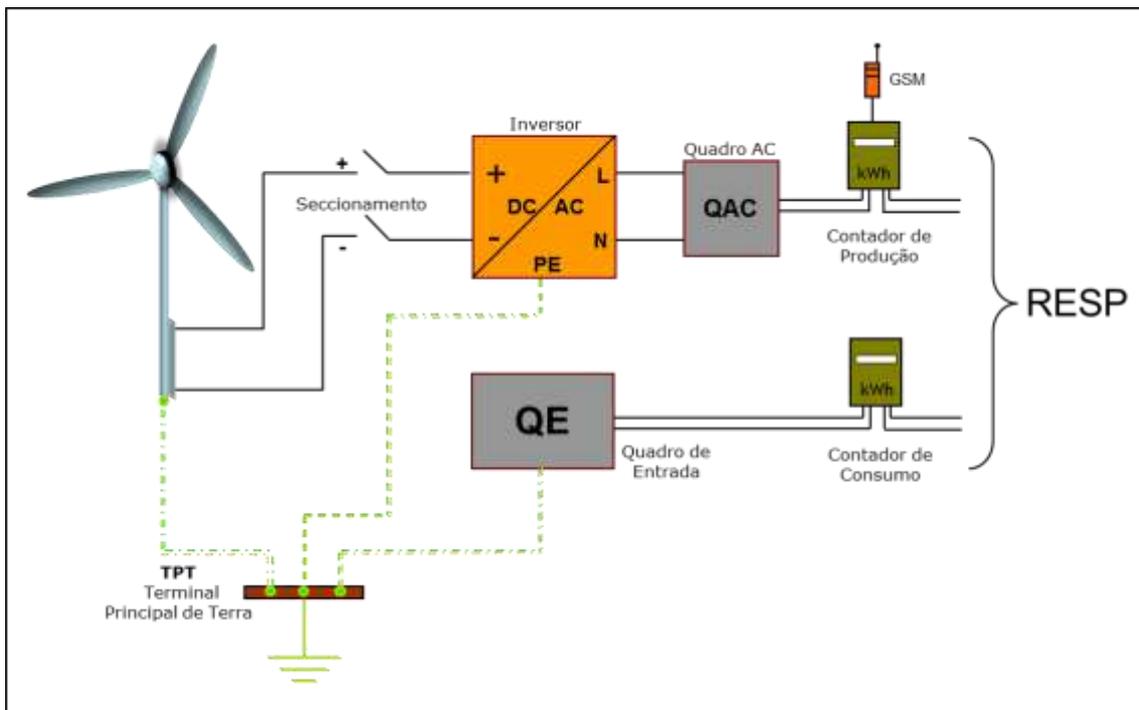


Fig.7 - Esquema simplificado de uma unidade MP eólica com ligação à rede pública

Para o caso em que a unidade MP seja composta por um gerador eólico, verifica-se como válida toda a informação acima prestada, sendo no entanto necessário efectuar as devidas adaptações, isto é:

- Na Fig.3, sinaliza-se a existência de tensão durante o dia, mas ter-se-á em conta que para o caso de existência de gerador eólico, a presença de tensão poderá ser constante;
- Por se tratar de um sistema gerador com elementos dinâmicos, a cada aparelho poderão estar associadas medidas de protecção específicas, pelo que o cumprimento das instruções dadas pelo fabricante é fundamental.

Para o caso de se tratar de uma instalação trifásica, as ligações são equivalentes às apresentadas na Figura 2.

### 12 - Manual de instruções

Ao proprietário da unidade de microprodução (microprodutor) a entidade instaladora deverá fornecer um dossier técnico, no qual deve constar:

- Um esquema unifilar da unidade MP;
- Planta com localização dos elementos constituintes da unidade de MP, incluindo o traçado das canalizações;
- Descrição dos procedimentos a tomar para manutenção e em caso de emergência.

Todos os elementos a disponibilizar ao proprietário deverão ser redigidos em língua portuguesa, salvo acordo em contrário.

\*

\* \*

ANEXO I

Soluções de ligação da unidade de Microprodução à RESP

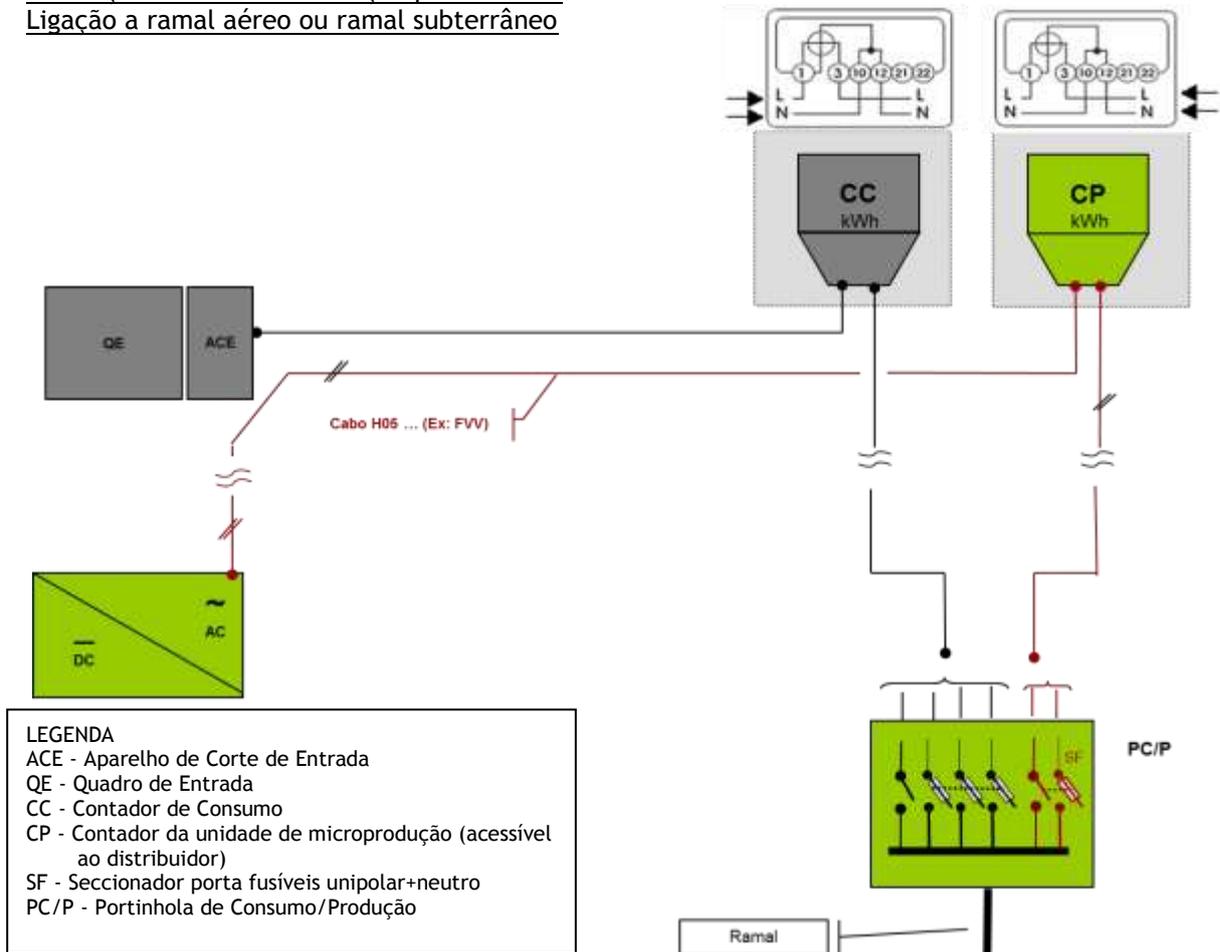
1. Solução A - Clientes BTN Instalações Novas/ Instalações Existentes - Solução preferencial / Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo
2. Solução B - Clientes BTN - Instalações existentes/Solução Alternativa/Ligação a ramal subterrâneo
3. Solução C - Clientes BTN Instalações existentes Solução alternativa/ Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo
4. Solução D - Clientes BTN Instalações existentes/Solução alternativa/ Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo Ligação através dos terminais de entrada do Contador de Produção (Esta solução apenas deve ser utilizada quando a solução preferencial e as outras soluções alternativas, não forem convenientes, por razões de espaço ou arquitectónicas.)
5. Solução D - Esquema de pormenor (multifilar) Ligação à rede através dos terminais de entrada do contador de consumo
6. Solução E - Clientes BTE Instalações Novas Instalações Existentes - Solução preferencial Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo Instalações sem Transformadores de Corrente
7. Solução F - Clientes BTE Instalações Existentes Ligação a ramal aéreo Solução Alternativa Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo
8. Solução G - Clientes BTE Instalações existentes - Solução Alternativa Transformadores de intensidade instalados nos condutores do Ramal
9. Solução H - Clientes BTE Solução Alternativa Transformadores de intensidade instalados em quadro próprio

## Solução A - Clientes BTN

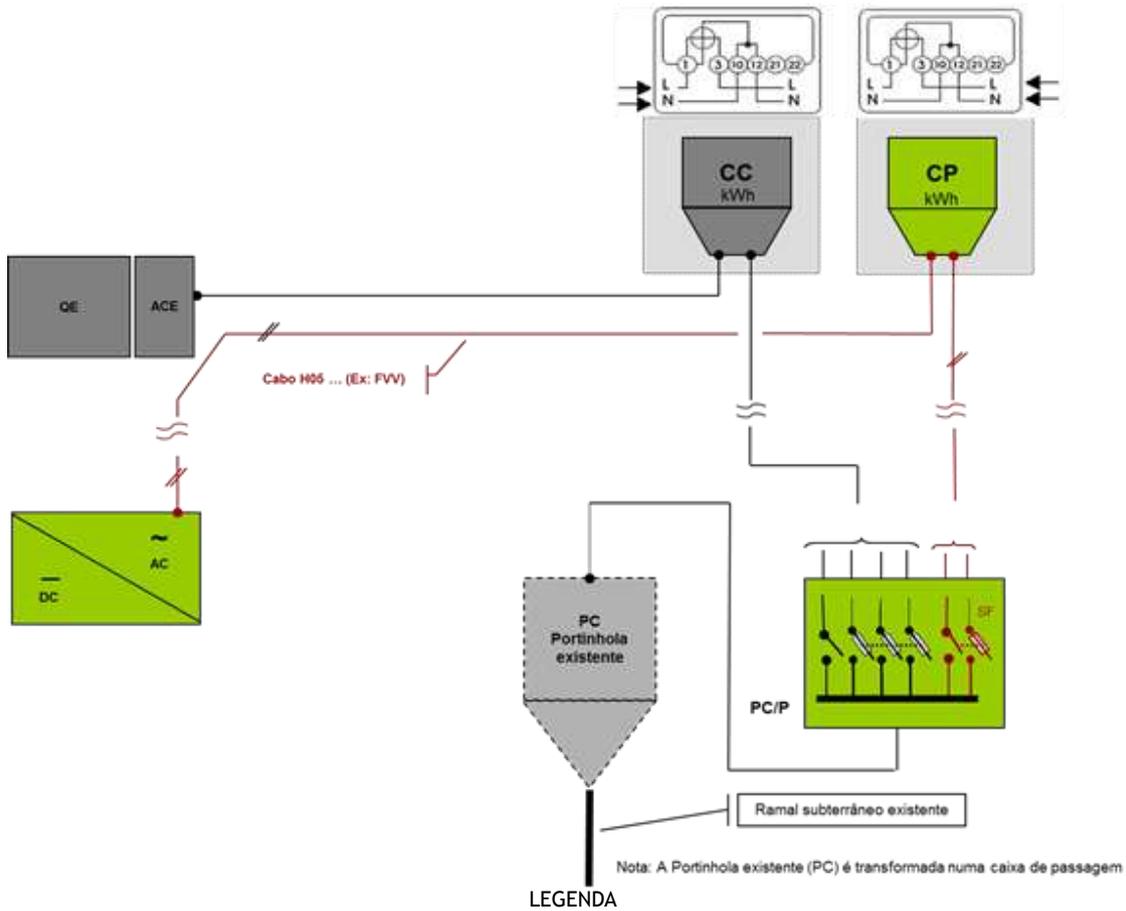
### Instalações Novas

### Instalações Existentes - Solução preferencial

### Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo



Solução B - Clientes BTN  
Instalações existentes  
Solução Alternativa  
Ligação a ramal subterrâneo



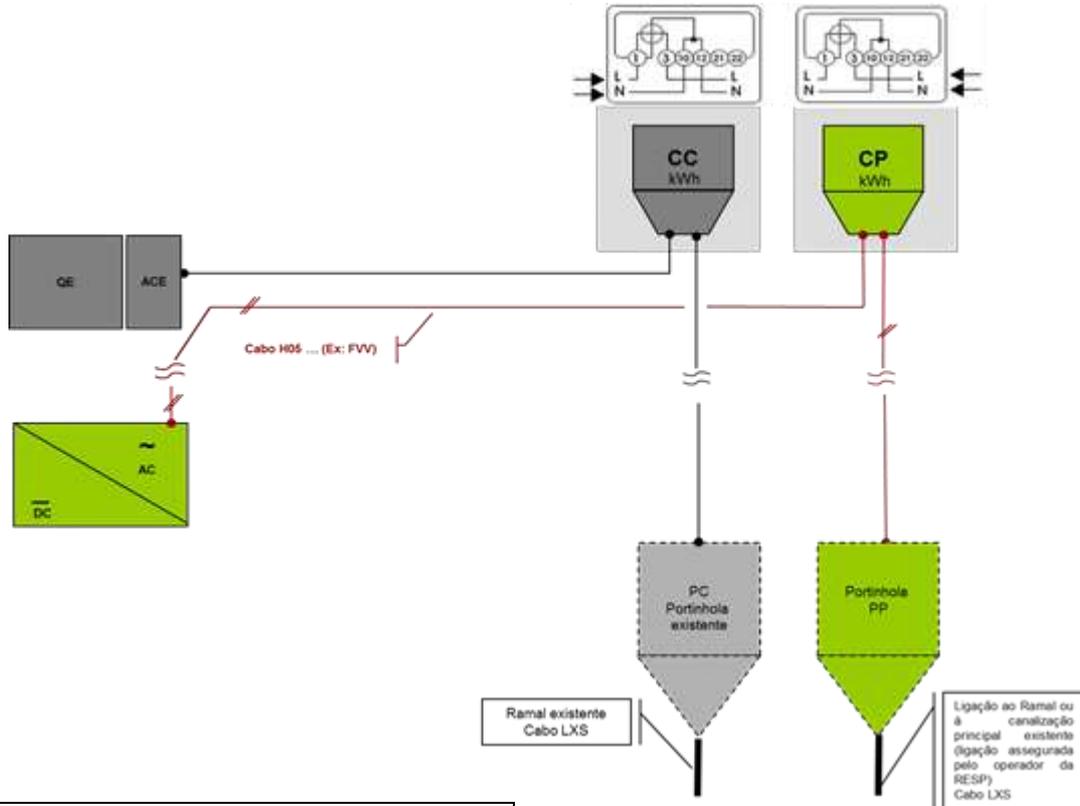
- ACE - Aparelho de Corte de Entrada
- QE - Quadro de Entrada
- CC - Contador de Consumo
- CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)
- SF - Seccionador fusível unipolar+neutro
- PC/P - Portinhola de Consumo/Produção

## Solução C - Clientes BTN

Instalações existentes

Solução alternativa

Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo



### LEGENDA

- ACE - Aparelho de Corte de Entrada
- QE - Quadro de Entrada
- CC - Contador de Consumo
- CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)
- SF - Seccionador fusível unipolar+neutro
- PC - Portinhola de Consumo
- PP - Portinhola de Produção
- (Instalada junto à Portinhola de Consumo PC)

## Solução D - Clientes BTN

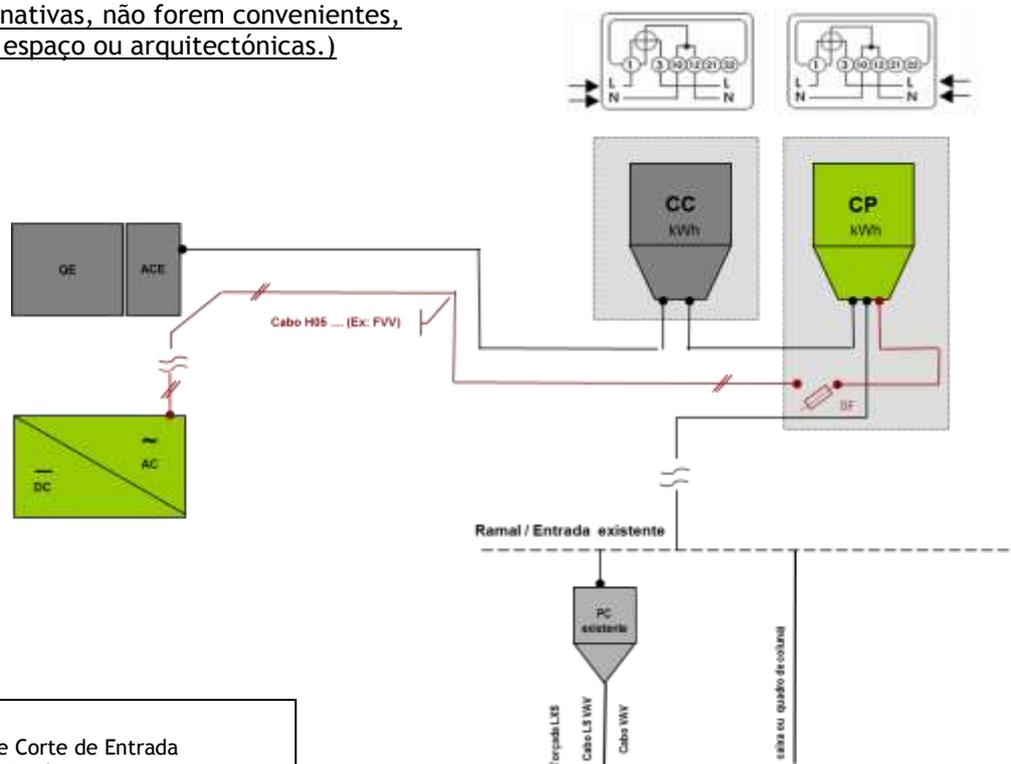
Instalações existentes

Solução alternativa

Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo

Ligação através dos terminais de entrada do Contador de Produção

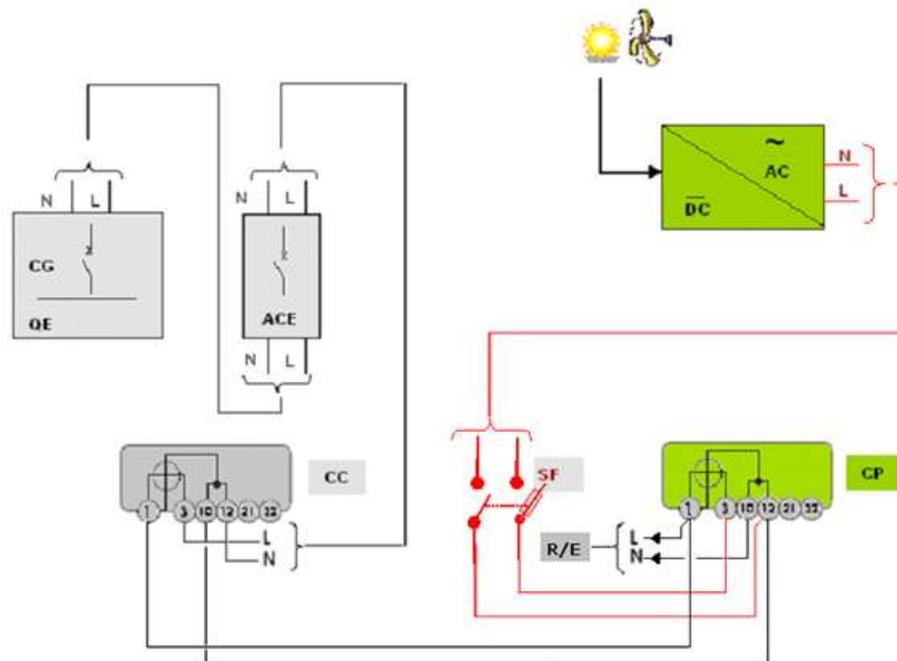
(Esta solução apenas deve ser utilizada quando a solução preferencial e as outras soluções alternativas, não forem convenientes, por razões de espaço ou arquitectónicas.)



### LEGENDA

- ACE - Aparelho de Corte de Entrada
- QE - Quadro de Entrada
- CC - Contador de Consumo
- CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)
- SF - Seccionador fusível unipolar+neutro
- PC - Portinhola de Consumo

Solução D - Esquema de pormenor (multifilar)  
Ligação à rede através dos terminais de entrada  
do contador de produção



**Notas:**

- 1 - A ligação do Contador de Consumo ao Contador de Produção pode ser feita directamente nos terminais deste, ou através de ligadores adequados (terminais de forquilha ou outros);
- 2 - A secção dos condutores de interligação do Contador de Produção ao Contador de Consumo deve ser dimensionada para a potência máxima admissível (PMA) da instalação de consumo;
- 3 - Quando o Inversor não for dotado com transformador de isolamento ou disjuntor diferencial deverá este ser intercalado entre aquele e o Contador de Produção;
- 4 - O esquema de ligação do Contador de Produção ao Contador de Consumo mantém-se quando este for trifásico.

**LEGENDA**

- ACE - Aparelho de Corte de Entrada
- CG - Corte Geral
- QE - Quadro de Entrada
- CC - Contador de Consumo
- CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)
- SF - Seccionador fusível unipolar+neutro
- R/E - Ramal / Entrada

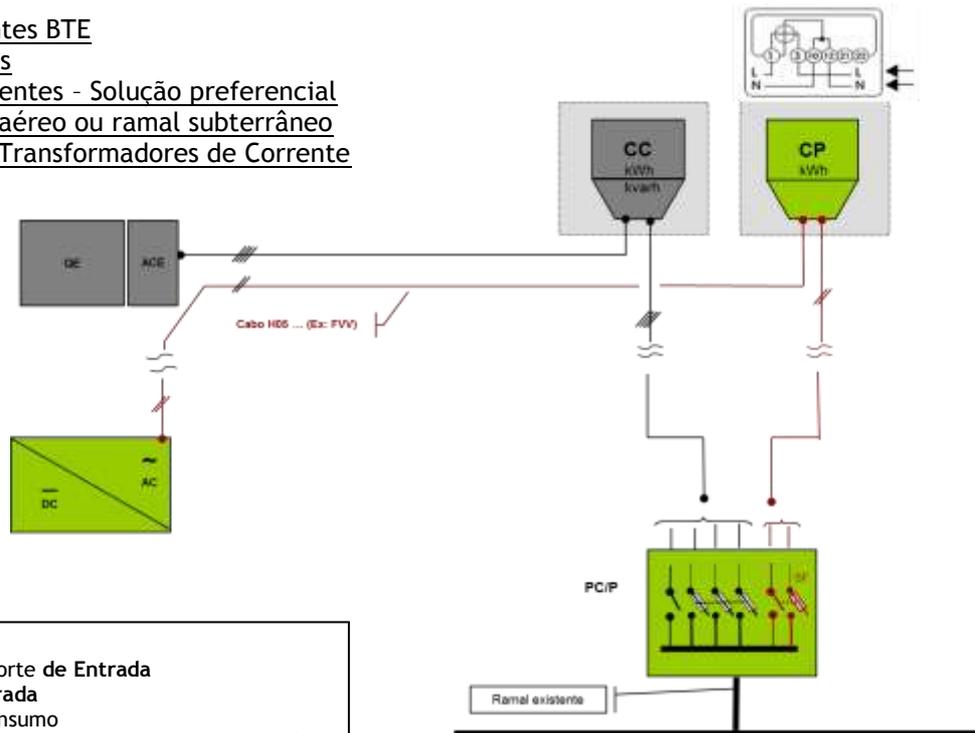
## Solução E - Clientes BTE

### Instalações Novas

### Instalações Existentes - Solução preferencial

### Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo

### Instalações sem Transformadores de Corrente



#### LEGENDA

ACE - Aparelho de Corte de Entrada

QE - Quadro de Entrada

CC - Contador de Consumo

CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)

SF - Seccionador fusível unipolar+neutro

PC/P - Portinhola de Consumo/Produção

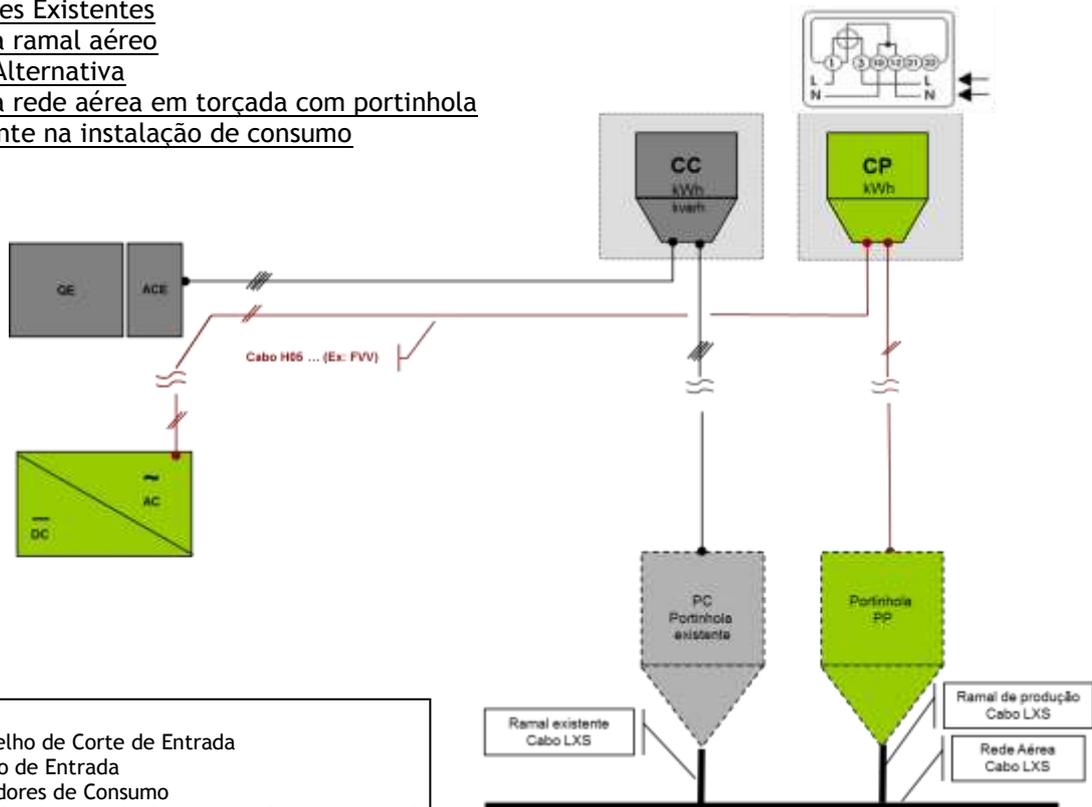
## Solução F - Clientes BTE

### Instalações Existentes

### Ligação a ramal aéreo

### Solução Alternativa

### Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo



#### LEGENDA

ACE - Aparelho de Corte de Entrada

QE - Quadro de Entrada

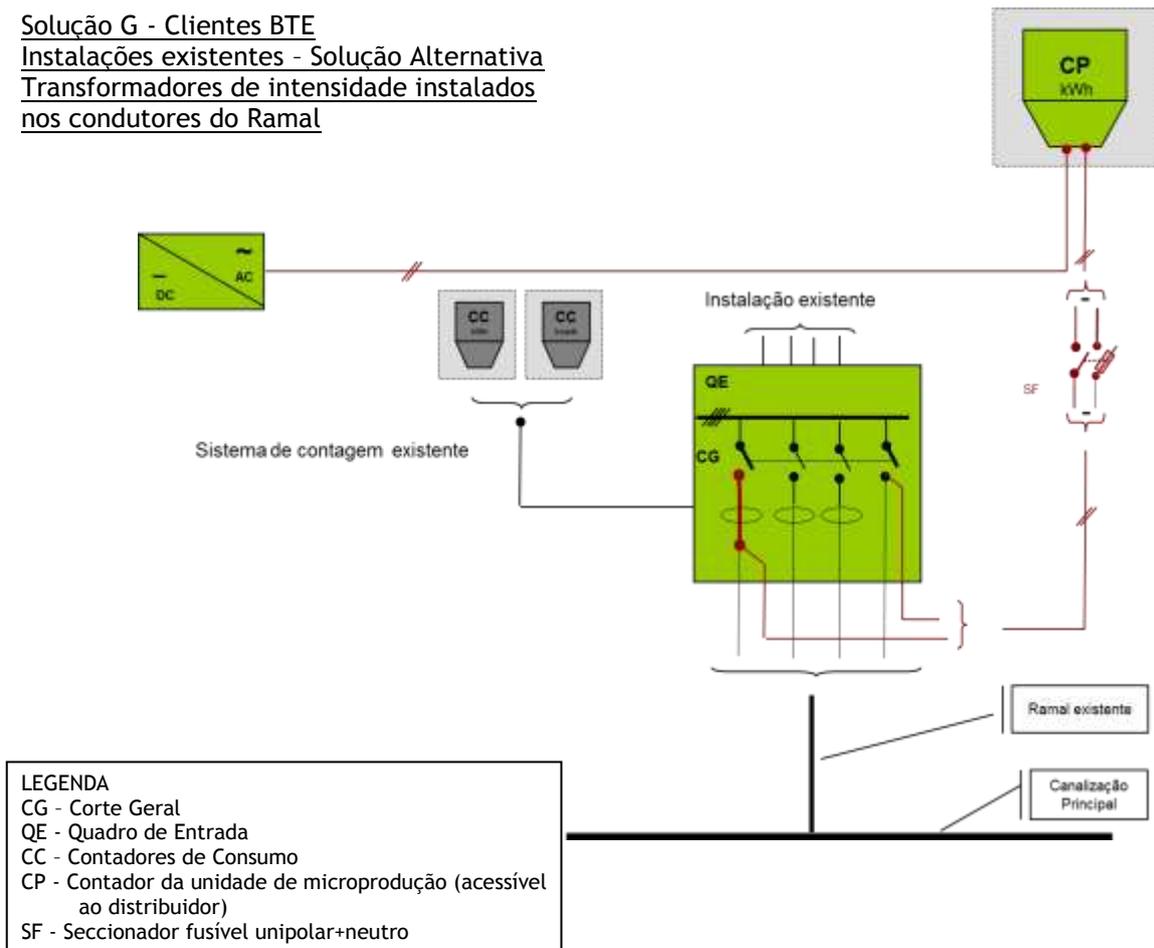
CC - Contadores de Consumo

CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)

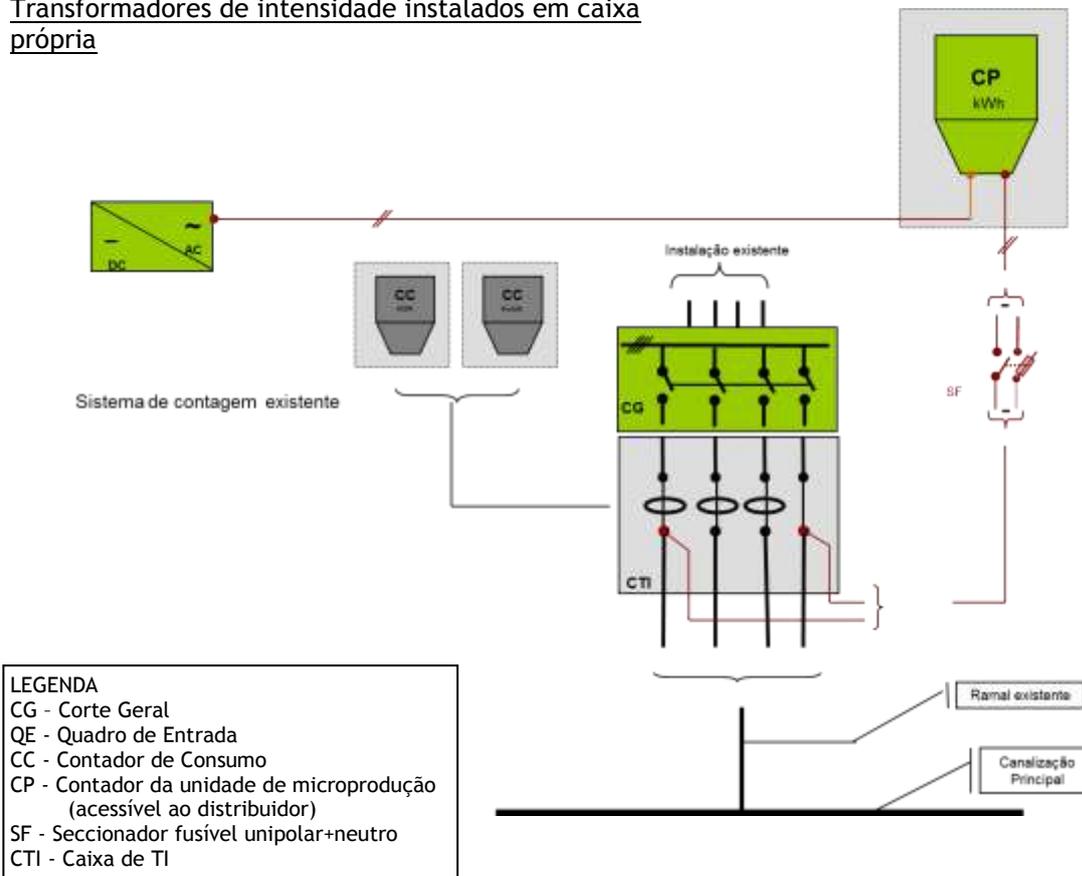
PC - Portinhola de Consumo

PC/P - Portinhola de Consumo/Produção

Solução G - Clientes BTE  
Instalações existentes - Solução Alternativa  
Transformadores de intensidade instalados  
nos condutores do Ramal



Solução H - Clientes BTE  
Solução Alternativa  
Transformadores de intensidade instalados em caixa própria



### Bibliografia

- [www.renovaveishora.pt](http://www.renovaveishora.pt)
- DTI/Pub URN 02/788 *Photovoltaics in buildings - Guide to the installation of PV systems*;
- UTE Union *Technique de L'Electricite - Guide Pratique Installations photovoltaiques*; Février 2008.