

D4.2.1 - Especificação Arquitetura Geral

Relatório

*Especificação e arquitetura geral da Comunidade Energia do projeto
Asprela+ Sustentável*

Esta publicação reflete apenas a opinião do autor. A Agência e a República Portuguesa não são responsáveis por qualquer utilização que possa ser feita da informação que contém.



Descrição Documento

Sigla do Projeto	ASPRELA + SUSTENTÁVEL
ID Acordo de Concessão	
Pacote de Trabalho	WP4
Nível de Divulgação	
Parceiro Principal	EFACEC Energia
Versão	1.0

Histórico Documento

Data	Autor	Parceiro	Alterações
21/11/2023	Fernando Xavier	EFACEC Energia	



Índice

1	Lista de Acrónimos	4
2	Introdução	5
3	Composição da Comunidade Energética da Asprela	5
3.1	Postos de Transformação (MT/BT) PTD 0326 e PTD 0261	6
3.2	Central PV Distribuída da Comunidade Energética da Asprela	8
3.3	Sistema de Baterias de Segunda-Vida da Escola Agra do Amial	12
3.4	Sistema de Baterias da Comunidade Energética da Asprela	13
3.5	Estação de Carregamento Lento de Veículos Elétricos	16
3.6	Sistema de Gestão da Micro-rede e da Comunidade Energética	16
3.6.1	Gestão da Micro-rede	16
3.6.2	Gestão da Comunidade Energética	18
3.6.3	Requisitos do Sistema de Gestão	19
4	Arquitetura Geral	22
5	Referências	25



1 Lista de Acrónimos

AC	Corrente Alternada – do inglês <i>Alternating Current</i>
AdEP	Agência de Energia do Porto
BESS	<i>Battery Energy Management System</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
Bol	<i>Beginning of Life</i>
BT	Baixa Tensão
CPU	<i>Control and Processing Unit</i>
DC	<i>Direct Current</i>
EGAC	<i>Entidade Gestora Auto Consumo</i>
EoL	<i>End of Life</i>
GB	<i>Giga Byte</i>
HMI	Interface Humano-máquina, do inglês <i>Human-machine Interface</i>
MT	Média Tensão
PTD	Posto de Transformação de Distribuição
PV	<i>Photovoltaic</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
RBAC	<i>Role Based Access Control</i>
UPAC	Unidade(s) de Produção para Autoconsumo
VM	Máquina Virtual – do inglês <i>Virtual Machine</i>



2 Introdução

O objetivo do entregável D4.2.1 é apresentar a arquitetura da Comunidade de Energia a instalar na zona da Asprela, na cidade do Porto, no âmbito do projeto Asprela+ Sustentável. É feita também menção aos ativos que pertencem à Comunidade, alguns dos quais já existiam antes do projeto.

3 Composição da Comunidade Energética da Asprela

A comunidade energética da Asprela, na cidade do Porto, compreende um conjunto de ativos, a saber:

- Postos de transformação (MT/BT) PTD 0326 e PTD 0261
- Central PV da comunidade energética da Asprela, distribuída por vários edifícios habitacionais e pela Escola Agra do Amial
- Central de baterias de segunda-vida da Escola Agra do Amial
- Central de baterias da comunidade energética da Asprela
- Estação de carregamento lento de veículos elétricos
- Sistema de gestão da micro-rede e da comunidade energética

As seguintes subsecções apresentam os principais requisitos que constituem a especificação dos diferentes ativos que compõem a comunidade energética da Asprela.

Com a exceção dos ativos da E-redes – os PTD – todos os restantes estão integrados numa ótica de gestão centralizada da comunidade energética.



3.1 Postos de Transformação (MT/BT) PTD 0326 e PTD 0261

O PTD 0326 é um posto de transformação MT/BT existente, da E-redes. Este PTD está equipado com um transformador MT/BT adequado aos níveis de tensão exigidos, bem como às exigências de potência determinadas pelo diagrama de cargas. Este PTD dispõe dos mecanismos de proteção e seccionamento adotados pela E-redes, dispondo de diversos alimentadores BT que alimentam as seguintes cargas:

- Alimentador 10
 - Entrada 72 do Bloco B
 - Entrada 90 do Bloco B
 - Entrada 111 do Bloco H
 - Entrada 115 do Bloco H
 - Entrada 63 do Bloco F
 - Entrada 67 do Bloco F
 - Entrada 83 do Bloco G
- Alimentador 12
 - Entrada 134 do Bloco A
 - Entrada 138 do Bloco A
 - Entrada 142 do Bloco A

O PTD 0261 é outro posto de transformação MT/BT existente, da E-redes. Este PTD está também equipado com um transformador MT/BT adequado aos níveis de tensão exigidos, bem como às exigências de potência determinadas pelo diagrama de cargas. Este PTD dispõe dos mecanismos de proteção e seccionamento adotados pela E-redes, dispondo de diversos alimentadores BT que alimentam as seguintes cargas:



- Alimentador 02
 - Arrecadação traseira do Bloco F e o centro escolar Agra do Amial
 - Entrada 34 do Bloco D
 - Entrada 58 do Bloco C
 - Entrada 62 do Bloco C
 - Entrada 15 do Bloco E
 - Entrada 29 do Bloco E

O documento referenciado em [4] ilustra o esquema unifilar com implantação geográfica dos circuitos BT dos PTD supracitados, do Bairro do Amial.



3.2 Central PV Distribuída da Comunidade Energética da Asprela

A central PV da comunidade energética da Asprela está distribuída por vários edifícios, abrangendo oito (8) blocos habitacionais e o centro escolar Agra do Amial.

O documento referenciado em [2] ilustra o esquema unifilar das UPAC.

A central PV distribuída apresenta a seguinte configuração:

- Bloco A
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de oito (8) painéis PV, com potência nominal de 4 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 4kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 10 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Diversos cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
 - 2 conjuntos de:
 - Uma (1) *string* de doze (12) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco B
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de treze (13) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL



- Um (1) quadro geral do inversor
- Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
- Um (1) contador Itron SL7000
- Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
- Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- 1 conjunto de:
 - Duas (2) *strings* de onze (11) painéis PV, com potência nominal de 10 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 10kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 20 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Dois (2) cabos solares de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco C
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de treze (13) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
 - 1 conjunto de:
 - Duas (2) *strings* de dez (10) painéis PV, com potência nominal de 10 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 10kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 20 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Dois (2) cabos solares de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco D
 - 1 conjunto de:
 - Duas (2) *strings* de dez (10) painéis PV, com potência nominal de 10 KW



- Um (1) inversor Huawei SUN2000 10kTL
- Um (1) quadro geral do inversor
- Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 20 A
- Um (1) contador Itron SL7000
- Dois (2) cabos solares de 6 mm² PT em cobre
- Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco E
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de catorze (14) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de treze (13) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco F
 - 2 conjuntos de:
 - Uma (1) *string* de dez (10) painéis PV, com potência nominal de 5 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 5kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 10 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco G



- 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de catorze (14) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Bloco H
 - 2 conjuntos de:
 - Uma (1) *string* de doze (12) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 6kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 16 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Um (1) cabo solar de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre
- Escola EB1 Agra do Amial
 - 1 conjunto de:
 - Uma (1) *string* de catorze (14) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Uma (1) *string* de treze (13) painéis PV, com potência nominal de 6 KW
 - Um (1) inversor Huawei SUN2000 12kTL
 - Um (1) quadro geral do inversor
 - Um (1) quadro de interligação com disjuntor tetrapolar de 4 * 25 A
 - Um (1) contador Itron SL7000
 - Dois (2) cabos solares de 6 mm² PT em cobre
 - Três (3) cabos RV-K 5G de 6 mm² em cobre



3.3 Sistema de Baterias de Segunda-Vida da Escola Agra do Amial

Esta especificação segue os termos propostos em [1]. Os requisitos técnicos gerais a respeitar, são os seguintes:

- Sistema de baterias
 - Baterias de segunda vida, de tecnologia de ião lítio, com *c-rate* inferior a 1C, perspetivando-se um ciclo diário de utilização
 - Capacidade instalada de cerca de 20 kWh
 - Capacidade útil BoL não inferior a 16 kWh
 - Capacidade útil EoL não inferior a 12 kWh
 - Gama de temperatura de operação: 20 °C a 30 °C
 - BMS – *Battery Management System*
 - Interface de processo com os sistemas SCADA da Efasec, através de protocolo MODBUS RTU, MODBUS TCP ou equivalente
 - Proteção DC do circuito de baterias
 - Montagem em armário metálico de dimensões adequadas, incluindo todos os componentes e ligações elétricas internas – de comunicação, de controlo e de sinais digitais ou de medida analógica
- Conversão de potência
 - Um ou mais inversores para uma configuração trifásica, do tipo Multiplus-II 48/3000/70-50 230V GX, ou equivalente
 - Proteção AC do inversor
 - Contador trifásico de energia
 - Montagem em armário metálico de dimensões adequadas, incluindo todos os componentes e ligações elétricas internas – de comunicação, de controlo e de sinais digitais ou de medida analógica



- Climatização e segurança
 - Sistema de climatização, a fim de garantir uma temperatura média de 25 °C na sala que irá acolher o BESS
 - Sistema de deteção e supressão de incêndios, através de gás inerte NOVEC 1230, ou equivalente
- Invólucro
 - Sala com acesso condicionado, apetrechada para poder acolher o sistema de baterias de segunda-vida

3.4 Sistema de Baterias da Comunidade Energética da Asprela

Esta especificação segue os termos propostos em [2]. Os requisitos técnicos gerais a respeitar, são os seguintes:

- Sistema de baterias
 - Baterias de tecnologia de íão lítio, com *c-rate* inferior a 1C, perspetivando-se um ciclo diário de utilização
 - 13 módulos NARADA 51.2NESP200
 - BMS – *Battery Management System*
 - *Master BMS*
 - Capacidade instalada de cerca de 130 kWh
 - Capacidade útil de cerca de 100 kWh
 - Gama de temperatura de operação: 20 °C a 30 °C
 - Interface de processo com os sistemas de controlo da Efacec, através de protocolo MODBUS RTU ou equivalente
 - Proteção DC do circuito de baterias



- Montagem em armário metálico de dimensões adequadas, incluindo todos os componentes e ligações elétricas internas – de comunicação, de controlo e de sinais digitais ou de medida analógica
- Conversão de potência
 - Um inversor EFASOLAR Storage 100T – cuja *datasheet* é descrita em **Error! Reference source not found.** –, com as seguintes funções principais:
 - Funcionamento em quatro (4) quadrantes
 - Conexão à rede BT – 400 Vac – através de transformador trifásico com neutro
 - Funções de *Grid Supporting* – Regulação de frequência e tensão
 - Cumprimento do *Grid Code* nacional
- Controlador
 - Autómato da Bachmann com os seguintes componentes:
 - *CPU Processor Module*: MC212;
 - *Grid Measuring Module*: GSP274;
 - *Digital Input/Output Module*: DIO232;
 - *CAN Communication Extension Module*: CM202;
 - *Power Supply Regulator Module*: NT255.
 - *Firmware* de controlo da Efacec:
 - ES Controller, com as seguintes funções principais:
 - Controlo ótimo de carga/descarga do sistema de baterias;
 - Diferimento da produção renovável e maximização do recurso;
 - *Load following*.
- Climatização – ar condicionado
 - Unidade interior: modelo DAIKIN FTXM-50R ou similar;
 - Unidade exterior: modelo DAIKIN RXM-50R ou similar;
 - Interface Modbus DAIKIN RTD-RA ou similar;
- Segurança – deteção e supressão de incêndios
 - Modelo Siemens XC1001-A (Order nº S54390-C1-A1) ou similar;
 - Agente supressor (NOVEC 1230 ou similar);
 - Indicação acústica e visual de alarme;



- Invólucro
 - Cabina metálica ou contentor metálico
 - Dimensões: 3385x2400x3420mm (Comprimento x Largura x Altura)
 - Chassi: Fabricado em perfis UPN com revestimento inferior em chapa 3mm;
 - Chão: Chapa gota 4/6mm
 - Paredes Duplas: Chapa eletrozincada interior espessura 2mm e exterior espessura 2,5mm. Revestimento interior com lã de rocha 50mm
 - Porta Dupla: Equipada com barra antipânico e mola de recuperação interior.
 - Os perfis metálicos da porta serão em aço com vedantes em borracha de modo a garantir a total vedação da cabine.
 - Teto: Chapa eletrozincada interior espessura 2mm e exterior espessura 2,5mm. Revestimento interior com lã de rocha 80mm.
 - O invólucro é dividido em duas salas:
 - Sala de conversão de potência, onde estão instalados o inversor, o quadro auxiliar e o quadro de controlo;
 - Sala de baterias, climatizada e com deteção e extinção de incêndios.



3.5 Estação de Carregamento Lento de Veículos Elétricos

O demonstrador irá dispor de três postos de carregamento lento de veículos elétricos, da Efacec, de modelo EFAPOWER EV-PC G3, cada um na versão de 44 kVA, correspondendo a dois cabos para carregamento AC, cada um sendo de 22 kVA.

3.6 Sistema de Gestão da Micro-rede e da Comunidade Energética

O sistema de gestão comprehende dois módulos aplicacionais principais que, na sua natureza, são distintas:

- Gestão da micro-rede;
- Gestão da comunidade energética;

3.6.1 Gestão da Micro-rede

O módulo de gestão da micro-rede visa garantir que a mesma funciona dentro dos padrões de segurança e desempenho pretendidos. Implementa uma estratégia de autoconsumo, procurando maximizar o recurso à energia renovável gerada pela central PV distribuída, a fim de suprir as necessidades de energia requeridas a cada instante pelos participantes na comunidade residentes nos blocos habitacionais, pela Escola da Agra do Amial e pelo posto de carregamento de veículos elétricos.



É também objetivo da aplicação de gestão de energia da micro-rede garantir que os sistemas de armazenamento de energia que dela fazem parte, seja o sistema de baterias de segunda-vida que está instalado na Escola Agra do Amial, seja o sistema principal que está instalado na rede BT da micro-rede, providenciam serviços de flexibilidade, nomeadamente para armazenar energia excedente que provém da central PV distribuída e cuja utilização em prol dos ativos de consumo da micro-rede possa ser diferida para um período de maior consumo – no qual a tarifa é mais dispendiosa – ou de consumo durante um período em que o recurso renovável não esteja disponível, garantindo assim a minimização possível de inversão de potência gerada a partir das fontes renováveis, para a rede de distribuição.

A aplicação de gestão de energia da micro-rede visa também minimizar a dependência energética a partir da rede de distribuição, tornando a micro-rede tão autónoma quanto possível do ponto de vista do balanço entre os recursos energéticos da micro-rede – central PV distribuída e sistemas de armazenamento de energia –, acrescidos do provimento de potência oriunda da rede de distribuição, e o leque de cargas que também fazem parte da micro-rede.

O sistema de gestão da micro-rede fará uso de uma rede de comunicação com os diferentes ativos da micro-rede: todos os pontos injetores da central PV distribuída (inversores), os dois sistemas de armazenamento de energia (através dos respetivos ES Controller) e com o posto de carregamento de veículos elétricos (através do controlador *Load Management System*), sendo esta a única carga esta que pode ser controlada.

Há duas variáveis essenciais na implementação da estratégia de gestão da micro-rede:

- i) Produção de PV em tempo real

O acesso à valores de produção em tempo real está garantido pela comunicação com cada um dos inversores;



ii) Consumo dos membros da comunidade em tempo real

Por limitações diversas, não é possível aceder aos valores de consumo em tempo real. Esta é uma limitação importante e que impacta na qualidade dos resultados obtidos. De forma a minimizar esta limitação, os valores de consumo são previstos com base no histórico de consumo do mesmo dia de anos anteriores. A informação histórica vai sendo “alimentada” mensalmente com os dados da contagem disponibilizados pelo comercializador de energia.

O HMI do sistema de gestão da micro-rede permitirá monitorizar o respetivo desempenho, disponibilizando informação sinótica relativa ao sistema elétrico, em particular, informação de estado e de medida oriunda dos diferentes componentes desse sistema, alarmes e dados de incidentes ocorridos na micro-rede, gráficos de tendência de medidas analógicas de processo (tensão, corrente, potências, etc.), *logs* de eventos e informação histórica de processo e de interação humana com o sistema de gestão. O HMI permitirá também executar controlos de *setpoint* relativamente a alguns parâmetros que possam condicionar eventuais critérios operacionais, a definir.

3.6.2 Gestão da Comunidade Energética

A par do módulo de gestão da micro-rede, o sistema de gestão também disponibilizará um módulo de gestão da comunidade energética. Este módulo visa, essencialmente, agilizar o processo de transação energética, provida no seio da comunidade energética gerida pela Águas do Porto EM que desempenha o papel de EGAC da comunidade, a qual transaciona energia oriunda da rede de distribuição, bem como gera o *cash-flow* resultante do investimento inicial na central PV distribuída e dos respetivos proveitos energéticos resultantes. Esta aplicação é comumente designada como *Settlement* de transações energéticas.



O módulo de gestão da comunidade energética agrega informação de consumo de cada consumidor que pertença à comunidade, bem como o total de energia transacionada nos diferentes pontos de entrega da comunidade, permitindo assim à Águas do Porto definir o valor da fatura mensal de cada cliente servido pela comunidade, tendo em conta o montante global de energia oriunda da rede e o montante de energia renovável provida de forma direta ou diferida – através dos sistemas de armazenamento de energia – e que foi gerada pela central PV distribuída. Neste sentido, o sistema de gestão da comunidade energética irá dispor de uma interface de comunicação com o sistema de *metering* da E-redes, o qual agrega os dados de contagem de energia oriundos dos contadores de energia de cada habitação da comunidade energética.

O HMI do sistema de gestão da comunidade energética permitirá aceder aos dados de consumo individuais e agregados da comunidade, bem como aos dados das transações energéticas efetuadas com a rede de distribuição, quer se trate de energia oriunda dessa rede ou devolvida à mesma. O HMI permitirá igualmente aceder aos dados de geração de energia a partir da central PV distribuída, os quais provêm dos contadores Itron instalados em cada uma das vinte instalações independentes de produção PV, contadores esses que comunicam através de uma rede LAN com o servidor da plataforma de gestão. Esta plataforma disporá também de uma interface de comunicação com os sistemas de armazenamento de energia, com os quais interage também a fim de obter dados relativamente às transações de energia para efeitos de carga e descarga das respetivas baterias.

3.6.3 Requisitos do Sistema de Gestão

O sistema de gestão será instalado no *Data Center* da Porto Digital. Para o efeito, está prevista a configuração de duas máquinas virtuais – VM –, com as seguintes características:



- *Backend* – suporte à lógica de processo e comunicação com os diferentes componentes do sistema
 - Sistema operativo: Ubuntu 19.04
 - CPU: 16 cores
 - RAM: 16 GB
 - Memória persistente: 400 GB
- *Frontend* – HMI com autenticação RBAC, *firewall* e camada de interface ao *Backend*
 - Sistema operativo: Ubuntu 19.04
 - CPU: 8 cores
 - RAM: 8 GB
 - Memória persistente: 100 GB

A solução que irá ser implementada irá recorrer à plataforma eHUB, da Efacec é versátil e foi pensada para gerir micro-redes compostas por infraestruturas de carregamento de veículos elétricos, armazenamento de energia e produção PV distribuída, micro-redes essas isoladas ou interligadas a uma rede de distribuição.

A Figura 1 apresenta sumariamente o âmbito funcional de gestão do eHub.



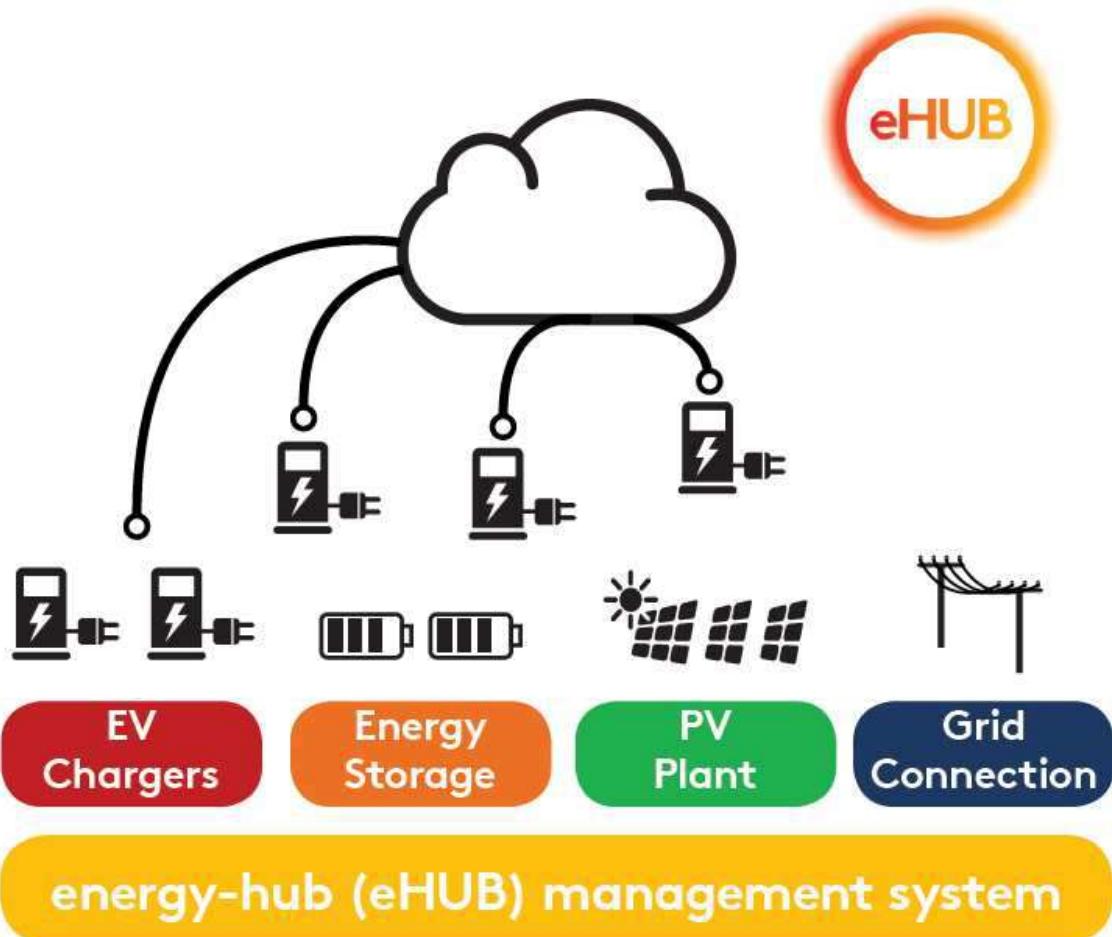


Figura 1 – âmbito funcional de gestão do eHub - EnergyHub



4 Arquitetura Geral

A arquitetura geral do sistema consta da Figura 2. Esta arquitetura é apresentada de forma escalável em [5].



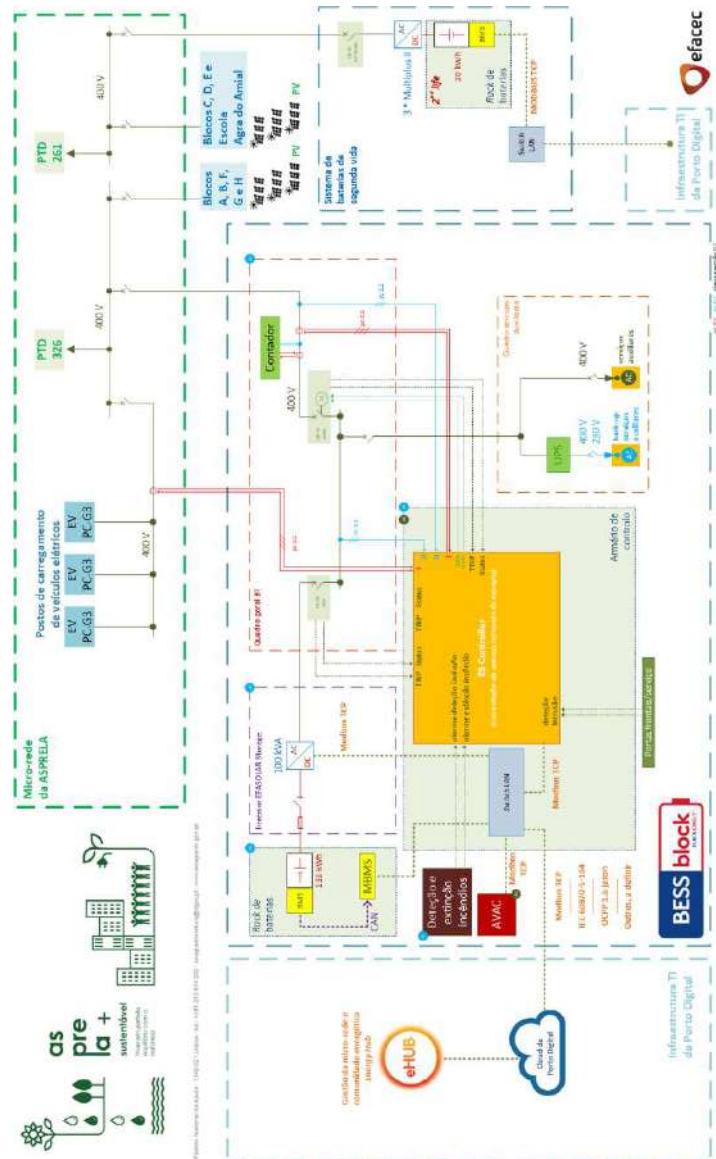


Figura 2 – arquitetura geral do sistema demonstrador do polo da Asprela



A arquitetura representa a micro-rede da Asprela, nomeadamente os PTD, o posto de carregamento de veículos elétricos e as demais cargas, incluindo os blocos habitacionais equipados de sistemas de geração PV para autoconsumo. A arquitetura apresenta também o sistema de baterias de segunda vida que está instalado na Escola Agra do Amial, bem como o sistema de baterias da comunidade energética, sendo que este é apresentado com mais detalhe.



5 Referências

- [1]. Deliverable 2.3.1 – Relatório com Especificação e Estudo do Dimensionamento (WP2)
- [2]. Memória Descritiva Técnica BESS Asprela+ (documento número AS23003355)
- [3]. Esquemas Unifilares Centrais Fotovoltaicas UPACs
- [4]. Planta SIT – esquema unifilar com implantação geográfica do Bairro do Amial
- [5]. Arquitetura geral da Comunidade Energética Asprela+ Sustentável

