

# AUTONOMIA ENERGÉTICA LOCAL: DIMENSIONAMENTO DE COMUNIDADES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

## RESUMO

Com as metas ambiciosas de neutralidade climática da União Europeia até 2050, as Comunidades de Energia Renovável (CER) surgem como solução estratégica para descentralizar a produção e consumo de energia limpa, gerando benefícios ambientais, económicos e sociais. Este artigo identifica os elementos essenciais para o dimensionamento otimizado de uma CER, abrangendo planeamento técnico, financeiro, integração com políticas locais e superação de obstáculos como regulamentações e investimentos iniciais. Através do caso prático da comunidade Alta de Lisboa, demonstra-se como decisões técnicas e organizacionais maximizam a eficiência, reduzem custos e promovem a autonomia energética, contribuindo para uma transição sustentável em Portugal.

**Palavras-chave:** Comunidades de energia renovável; Dimensionamento técnico; Autoconsumo coletivo; Simulação PVGIS; Transição energética

## 1. Introdução

As Comunidades de Energia Renovável (CER) emergem como solução inovadora e sustentável ao desafio para a descentralização da produção e distribuição de energia, promovendo a autonomia energética em escala local. Estas iniciativas, baseadas em fontes renováveis como solar e eólica, reúnem cidadãos, empresas e instituições públicas ou privadas na partilha de recursos e gerando benefícios ambientais, económicos e sociais significativos alinhadas com as metas de eficiência energética e neutralidade climática da União Europeia (UE) até 2050, as CER incentivam a participação ativa dos consumidores na produção, armazenamento e comercialização de energia elétrica, reduzindo encargos e fomentando sistemas mais sustentáveis [1].

As CER são reconhecidas pela UE como ações coletivas de energia que promovem a participação dos cidadãos em todo o sistema energético, com o claro objetivo de fornecer aos membros aderentes ou às localidades onde opera, benefício ambientais, económicos e sociais. Através disto, incentiva-se a descentralização da produção elétrica, pelo que o consumidor toma parte ativa no processo, tendo a capacidade de produzir, armazenar e/ou vender a sua própria energia. Um dado cativante destas comunidades é a possível adaptação do seu dimensionamento ou implementação consoante as necessidades específicas de cada local (por ex. zonas rurais, zonas urbanas, locais industriais, etc..) [2].

Em Portugal, este tema ganhou um interesse acrescido contribuindo para a produção e desenvolvimento do consumo de energia renovável no país. No entanto, a implementação das CER traduz-se num investimento considerável acompanhado de certas exigências regulamentares, requerendo apoio de entidades externas, públicas ou privadas.

## 2. Comunidades de Energia Renovável

### 2.1 Caracterização e Definição

O Autoconsumo consiste no consumo de energia elétrica que é produzido por uma ou mais Unidade(s) de Produção de Autoconsumo (UPAC). É possível a divisão em três diferentes categorias de autoconsumo: Autoconsumo Individual (ACI), Autoconsumo Coletivo (ACC) e CER [3]. Em termos de configuração, a CER é uma modalidade cujo funcionamento é bastante idêntico ao do ACC, diferenciando-se na definição institucional [4].

No ACI, representado na Figura 1, o consumidor final é responsável pela produção da energia elétrica por meio de fontes de energia renováveis, a qual é utilizada para o próprio consumo, sendo por isso produzida no mesmo espaço da Instalação de Utilização (IU). Nesta configuração é possível o armazenamento da energia, a cedência à rede ou a sua venda a um comercializador (sem constituir a principal fonte de rendimento do consumidor).

No caso do ACC apresentado na Figura 2, acrescenta à definição de autoconsumo a possibilidade de produzir energia elétrica para várias IU na proximidade geográfica e elétrica da UPAC. Neste caso, é subentendido que a UPAC está associada a vários consumidores finais, que se associam de forma voluntária e assumem os custos de investimento e de manutenção entre eles. No caso de se utilizar a rede pública para a partilha de energia, é obrigatório realizar o pagamento das tarifas de acesso à rede [5].

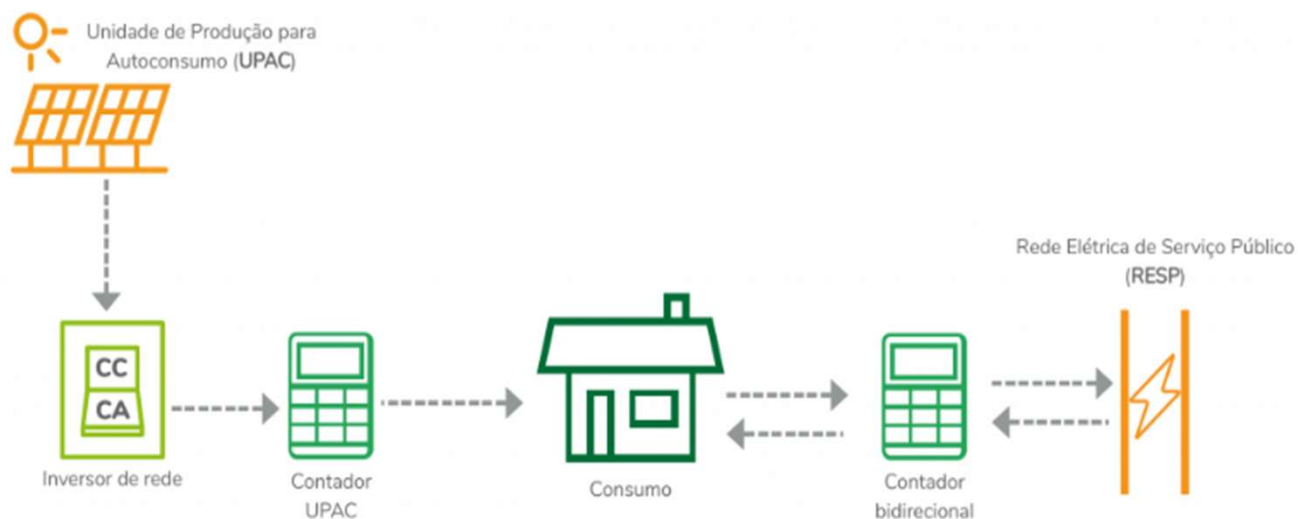


Figura 1. Autoconsumo Individual [5]

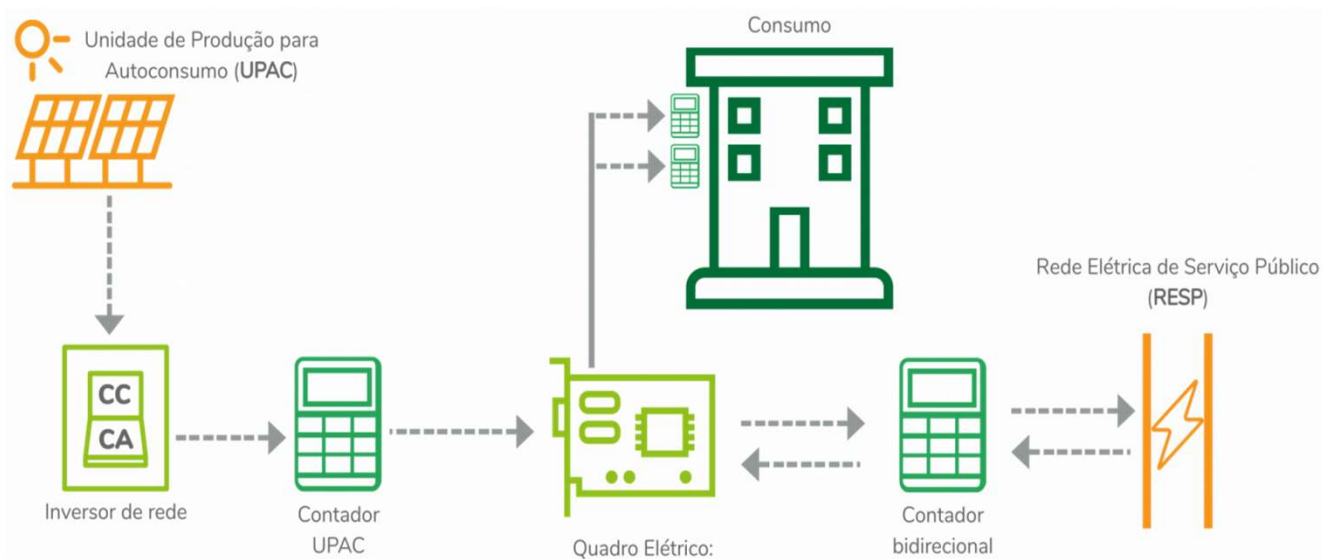


Figura 2. Autoconsumo Coletivo [5]

Apesar do conceito de CER ser bastante vasto, o seu objetivo principal passa sempre pela produção e distribuição de energia, através de fontes renováveis. Em Portugal, o Decreto-Lei nº162/2019 define CER como uma pessoa coletiva, com ou sem fins lucrativos, com base numa adesão aberta e voluntária dos seus membros, sócios ou acionistas, os quais podem ser pessoas singulares ou coletivas, de natureza pública ou privada, incluindo, nomeadamente, pequenas e médias empresas ou autarquias locais, que seja autónoma dos seus membros ou sócios, mas por eles efetivamente controlada, nas quais:

- Os membros ou participantes estejam localizados na proximidade dos projetos de energia renovável ou desenvolvam atividades relacionadas com os projetos de energia renovável da respetiva comunidade de energia;
- Os referidos projetos sejam detidos e desenvolvidos pela referida pessoa coletiva;
- A pessoa coletiva tenha por objetivo principal propiciar aos membros ou às localidades onde opera a comunidade benefícios ambientais, económicos e sociais em vez de lucros financeiros [3].

## 2.2 Constituintes de uma Comunidade de Energia Renovável

Como foi referido anteriormente, o funcionamento da CER é semelhante ao do ACC, distinguindo-se na sua definição institucional, isto é, no ACC os autoconsumidores estruturam-se por meio de um regulamento interno que estabelece direitos e obrigações dos seus membros.

No caso das CER, quem assume esse papel é uma entidade jurídica (cooperativa ou sociedade), a qual fazem parte os autoconsumidores e as outras entidades envolvidas. Sendo assim, atuam juridicamente sobre a CER: a própria CER, os membros constituintes da comunidade, a Entidade Gestora de Autoconsumo (EGAC), a entidade investigadora, os operadores da rede, o agregador e por fim, o comercializador [4]. A EGAC é uma entidade responsável pela representação da associação de

autoconsumidores perante os operadores e as entidades administrativas, sendo a responsável pela gestão de informação (dados de consumo e produção da CER), gestão da repartição de energia (armazenamento e comunicação dos coeficientes de partilha) e pelos relacionamentos comerciais (contrato com comercializadores para autoconsumo e armazenamento, operadores da rede de distribuição para as tarifas e com o agregador para a venda dos excedentes), a cada período de 15 minutos [6].

Ao nível de instalação, uma CER pode conter: Instalações de Produção (IPr), Instalações de Armazenamento (IA), Instalações de Consumo (IC), postos de carregamento e outros componentes de consumo. A IPr provém de fontes de energia renovável, sendo a mais frequente a solar fotovoltaica devido ao seu enorme custo-benefício. Atribui-se genericamente que uma UPAC de uma CER é um sistema de produção solar fotovoltaico. Existem três tipos de configuração de produção que a CER pode conter, produção autónoma, produção integrada em consumos ou produção híbrida (combinação de ambas), conforme representado na Figura 3.

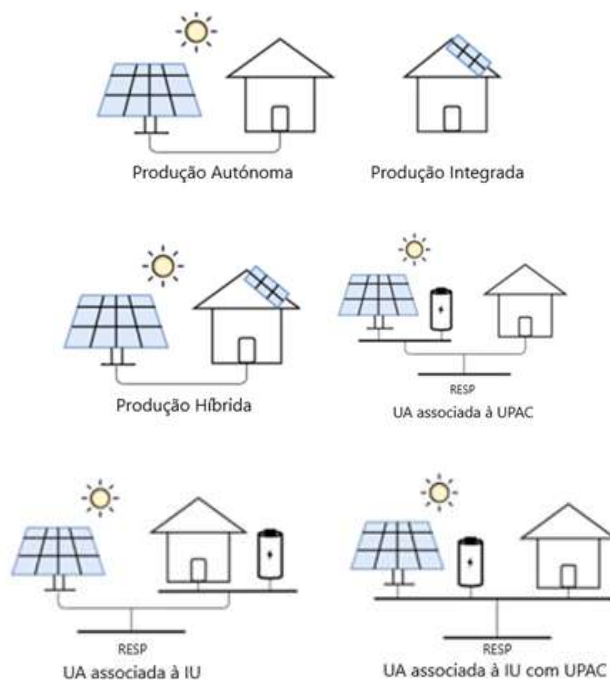


Figura 3. Tipos de Configuração de Produção e Disposição das Unidades de Armazenamento numa CER

O armazenamento de energia nas CER através de IA obriga a que esta esteja no regulamento de autoconsumo de energia eléctrica para ser possível a identificação dos trânsitos de energia. Na Figura 3, verifica-se as três formas que os sistemas de armazenamento podem estar dispostos: integrados na instalação eléctrica da UPAC (ou seja, a unidade de armazenamento encontra-se instalada no mesmo barramento que a UPAC), integrados na instalação de utilização do autoconsumidor, ou incorporada na instalação de utilização do autoconsumidor que possui UPAC de pequena dimensão.

Com a implementação de instalações de armazenamento na CER adquirem-se vantagens no que toca a aproveitamento da energia produzida pela UPAC, pois não só se diminui a injeção na Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) da energia produzida, como também se maximiza o seu aproveitamento. A nível económico, a IA fornece a possibilidade de reter energia durante as horas em que o seu custo é menor (fora de ponta) e utilizá-la no horário em que o seu custo seria mais elevado (horas de ponta), diminuindo o valor da fatura de consumos [7].

### **3. Dimensionamento Técnico de uma Comunidade de Energia Renovável**

O dimensionamento correto de uma CER trata-se de um processo de criação extenso e trabalhoso, que pode ser dividido em 4 etapas: composição da comunidade, projeção de consumos, previsão da produção e análise económica.

#### **3.1 Composição da Comunidade**

A primeira etapa do dimensionamento da comunidade dá-nos a conhecer a sua configuração, pelo que é fundamental definir a localização geográfica, o modelo de negócio e o tipo de investimento da CER. A localização geográfica revela importância pois zonas diferentes de implementação exigem características diferentes, o que influencia diretamente no modelo de negócio a adotar. A localização pode ser rural, urbana, industrial ou mista, sendo que, em áreas rurais é

comum utilizar terrenos para UPAC centralizadas, enquanto em zonas urbanas opta-se pela utilização dos telhados dos edifícios para autoconsumo. Já nas zonas industriais, por estas possuírem um elevado consumo energético, é possível a instalação de várias unidades de produção distribuída, sendo viável o armazenamento de energia.

Quanto ao tipo de investimento, pode ser privado (financiado pelos consumidores), público (auxiliado com subsídios governamentais) ou por empresas comercializadoras de energia (assumem os custos iniciais e realizam contratos de longo prazo).

#### **3.2 Projeção de Consumos**

Após o conhecimento da composição da comunidade, é essencial estimar os consumos da comunidade. Neles estão incluídos os potenciais consumos dos diferentes intervenientes da comunidade, os quais são elaborados tendo por base perfis de consumo ou diagramas de carga, auxiliando na minimização de erros. A realização da projeção de consumos através do estudo detalhado de cada consumidor permite obter uma estimativa mais real do consumo total da comunidade. Este estudo inclui a utilização de padrões de uso, horários de pico, sazonalidade e especificidades de cada consumidor. No caso de não existirem estes dados, é permitida a utilização de perfis de consumo padrão aprovados pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE).

Torna-se essencial ponderar os dados meteorológicos do local para prever a produção de energia e seleccionar os componentes mais adequados para aquele local, de forma a maximizar a eficiência e durabilidade dos sistemas, melhorando o desempenho da comunidade ao longo do tempo.

#### **3.3 Previsão da Produção**

Após obter todos os perfis de consumo, estima-se a capacidade a instalar, o que irá depender de diversos

fatores, tais como, área disponível, modelo de negócio a utilizar e a meta de produção de energia a atingir. Com a escolha da capacidade a instalar, é vital realizar uma simulação da quantidade de energia a ser produzida. Existem softwares específicos para a obtenção desses valores, e a escolha do software é importante pois é crucial ter em consideração as possíveis perdas que podem ocorrer no sistema.

Ocorrida a simulação, estabelece-se de que forma será feita a partilha da energia. Esta envolve a determinação da chave de repartição, que pode ser baseada em três diferentes modelos (segundo regulamento da ERSE), que visam garantir a eficiência e eficácia a nível energético e financeiro [8].

Muito sucintamente, no primeiro modelo a partilha de energia é baseada em coeficientes fixos, que incidem sobre a energia injetada na rede por instalações de consumo, de armazenamento, de produção com armazenamento ou UPAC integradas. Com estes coeficientes fixos, define-se a repartição para cada período de 15 minutos. Através do portal do autoconsumo e das CER, a entidade gestora atribuída ao autoconsumo coletivo comunica ao respetivo operador da rede de distribuição os coeficientes aplicáveis à partilha de energia. Em termos de eficiência, este modelo apresenta um nível bastante baixo, pois como reparte a energia através de coeficientes fixos, injeta um grande excesso individual na rede, quando o seu consumo é baixo, o que deveria ser repartido para outras Instalações de Utilização (IU). Neste caso a energia repartida na IU é dada pela seguinte equação.

$$R_{IU_i} = \frac{F_{IU_i}}{\sum_i F_{IU_i}} \times \sum_j E_{UPA_j}$$

Em que:

$ER_{IU_i}$  – Energia repartida na  $IU_i$

$EC_{IU_i}$  – Fator de repartida na  $IU_i$

$\sum_j E_{UPAC_j}$  – Energia produzida a repartir

i – Índice da IU

j – Índice da Unidade de Produção

O segundo modelo é elaborado tendo em conta o consumo, isto é, existem coeficientes proporcionais ao consumo pelo que a partilha da energia pelas instalações de consumo e de armazenamento é determinada pelo consumo medido nas instalações de consumo e pela injeção na medida nas instalações de armazenamento por cada período de quarto-horário. Neste modelo já temos uma maior eficiência pois o consumo da energia autoproduzida é maximizado. Porém, fica tudo ao encargo do operador da rede de distribuição, deixando a CER de ter influência na repartição de energia. A energia repartida deste modelo é dada pela seguinte equação.

$$ER_{IU_i} = \frac{EC_{IU_i}}{\sum_i EC_{IU_i}} \times \sum_j E_{UPAC_j}$$

Em que:

$ER_{IU_i}$  – Energia repartida na  $IU_i$

$EC_{IU_i}$  – Energia consumida na  $IU_i$

$\sum_j E_{UPAC_j}$  – Energia produzida a repartir

i – Índice da IU      j – Índice da Unidade de Produção

Por último, existe o modelo que combina aspetos dos dois anteriores, o modelo híbrido. Este oferece uma maior maleabilidade na partilha de energia, porém a escolha deste modelo dependerá de certas características e objetivos de cada CER.

### 3.4 Análise Económica

Na fase final de cada dimensionamento deve realizada uma análise económica da CER. Nesta analisa-se os dados de faturação da comunidade consoante os períodos tarifários definidos pela ERSE. Os períodos tarifários são divididos em 4 tipos (I, II, III, IV), sendo o período I e IV referentes aos meses de inverno e os outros dois aos de verão.

Com esta etapa do dimensionamento, os utilizadores conseguem realizar diferentes configurações para a comunidade e testar a sua viabilidade, o que proporciona uma melhor tomada de decisão na implementação e gestão da comunidade.

#### 4. Comunidade de Energia Renovável Alta de Lisboa

O caso de estudo apresenta um condomínio na Alta de Lisboa, no qual os seus moradores pretendiam investir em energia solar fotovoltaica para reduzir a fatura energética dos prédios. O condomínio é composto por 8 edifícios compartes comuns individuais e uma garagem partilhada, e está representado na Figura 4. O objetivo principal é reduzir as faturas das partes comuns dos edifícios, alimentando consumos residuais como iluminação, elevadores, bombas e extratores. Futuramente, pretende-se incluir os residentes na partilha da energia gerada [9].



Figura 4. Condomínio localizado na Alta de Lisboa [9]

Desde o início, o presente condomínio apresenta alguns desafios no processo de licenciamento, uma vez que apesar de ser visto como um só condomínio, para o operador da rede de distribuição trata-se de edifícios independentes entre si. Isto obriga a que cada um tenha um diferente contrato de energia, o que leva ao pagamento de taxas de acesso à rede [9].

O condomínio implementou um projeto de energia solar de forma faseada. Em 2017, iniciou com 3,3 kWp, seguido por mais 14,6 kWp em 2018. Em 2021, foram instalados mais 10 kWp, reforçando a integração entre instalações e adicionando monitorização completa. Atualmente, a instalação totaliza 27,6 kWp, com sistema de monitorização para produção quarto-horária. Com os dados fornecidos na Tabela 1, é visível que os blocos possuem diferentes tarifários energéticos e diferentes valores de potência contratada. Através da mesma figura, é possível verificar a fatura energética das partes comuns em julho de 2018 (com apenas 3,3 kWp instalados), a qual nos remete para um custo total de cerca de 30 mil euros [9].

Na Tabela 2 comparam-se os valores médios mensais da fatura energética do condomínio desde 2018, com o intuito de verificar o impacto da produção fotovoltaica. Até 2021, verifica-se uma possível poupança entre os 6 e os 9 mil euros, num total de 30 mil euros, com um retorno do investimento inicial de 2 a 4 anos, permitindo a continuação da implementação faseada [9].

Ano	Fatura Média	Poupança	
	Mensal Condomínio	Mensal	Anual
2018	€ 2 503.1	-	-
2019	€ 1 758.8	€ 744.3	€ 8 931.8
2020	€ 1 939.5	€ 563.6	€ 6 763.3
2021	€ 1 959.3	€ 543.8	€ 6 525.2

Tabela 2. Evolução dos valores das faturas energéticas do condomínio da CER Alta de Lisboa [9]

Bloco	Horário	Painéis	Potência Instalada (kW)			Pot. Total (kW)	Potência Contratada (kVA)	Consumo (kWh)	Preço (€)
		Qtd.	2017	2018	2021				
A	tri-horário	23		2745	4830	7575	27.6	2513	€ 425.0
B	bi-horário	23		2745	4830	7575	13.8	1465	€ 258.5
C	bi-horário	6		1830		1830	13.8	825	€ 144.7
D	tri-horário	9		2745		2745	27.6	1614	€ 274.7
E	normal	9		2745		2745	17.25	1499	€ 270.1
F	bi-horário	6	1650			1650	13.8	1505	€ 257.5
G	bi-horário	6	1650			1650	13.8	1562	€ 267.8
H	bi-horário	6		1830		1830	13.8	1511	€ 264.7
<b>Total</b>		88	3300	14640	9660	27600	45	2588	€ 293.7
							Total/mês	15082	€2456.6
							Total/ano	180984	€29479.8

Tabela 1. Abordagem faseada de implementação do projeto com os valores da fatura energética de 2018 [9]

A Coopérnico, uma cooperativa de energia renovável que tem apoiado o projeto, efetuou estudos de viabilidade económica da CER, concluindo que existe capacidade para cerca de 60 kWp de potência fotovoltaica, com um custo estimado de 53 mil euros e retorno em 5 anos. Ao longo de 25 anos (tempo de vida do material), o retorno seria de 130 mil euros [9].

## 5. Conclusões

As CER destacam-se como uma solução inovadora e sustentável para enfrentar os desafios energéticos e ambientais em Portugal, alinhando-se com as metas de neutralidade carbónica da União Europeia. Estas comunidades promovem a descentralização da produção de energia, democratizam o acesso a fontes renováveis e oferecem benefícios económicos, sociais e ambientais significativos para os seus membros e para as localidades onde estão inseridas.

Contudo, a implementação das CER enfrenta barreiras complexas, como entraves burocráticos, regulamentações rígidas, elevados custos iniciais e a falta de conhecimento técnico por parte de muitas comunidades locais. A CER Alta de Lisboa ilustra bem esses desafios, evidenciando as dificuldades no licenciamento e na integração com os operadores de rede. Porém, através dos dados expostos nessa mesma CER, é perceptível o impacto que a mesma pode trazer, tanto a nível económico como social. A evolução das faturas energéticas mensais ao longo dos referidos anos retrata esse aspeto de forma concisa.

É visível que com o correto dimensionamento, as CER podem desempenhar um papel crucial na transição energética nacional, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis, fortalecendo a independência energética das comunidades e contribuindo para um futuro mais sustentável, inclusivo e energeticamente autónomo.

## Referências Bibliográficas

- [1] “DIRETIVA (UE) 2018/ 2001 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO - de 11 de dezembro de 2018 - relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis.”
- [2] Matthias Resch, “Impact of operation strategies of large scale battery systems on distribution grid planning,” Jul. 2017. Accessed: Oct. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117302976>
- [3] “Decreto Lei no162/2019,” Oct. 2019.
- [4] DGEG, “Comunidades de Energia Renovável em Portugal.” Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/comunidades-de-energia-renovavel-em-portugal/>
- [5] Poupa Energia, “Energia Verde - Autoconsumo.” Accessed: Nov. 08, 2024. [Online]. Available: <https://poupaenergia.pt/energia-verde/>
- [6] ERSE, “Autoconsumo.” Accessed: Nov. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.erse.pt/atividade/regulamentos-eletricidade/autoconsumo/>
- [7] Daniel Augusto Cantane, Oswaldo Hideo Ando Junior, and Márcio Biehl Hamerschmidt, Tecnologias de Armazenamento de Energia Aplicadas ao Setor Elétrico Brasileiro.
- [8] “Diário da República, 2.a série PARTE E ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS.”
- [9] J. Daniel and C. Brandão, “O Valor das Comunidades de Energia Renovável na Transição Energética,” 2023.