



Fundação
Mestre
Casais


João Crispim
José Gomes Mendes
(editores)

Comunidades de energia renovável

Ensaio para a
Sustentabilidade



UMinho Editora



João Moraes Crispim Engenheiro Eletrotécnico pelo IST, detêm várias pós-graduações por universidades internacionais. Foi Coordenador de Projetos e *Procurement* na REN e atualmente é Coordenador de Projetos estratégicos de inovação no Grupo Casais, onde é igualmente responsável pela estratégia ESG.

José Gomes Mendes Engenheiro Civil e Doutorado, é Professor Catedrático de Sistemas Regionais e Urbanos na Universidade do Minho e Presidente da Fundação Casais. Foi Secretário de Estado do Ambiente e da Mobilidade, Chairman da Transport Decarbonisation Alliance e Consultor da Comissão Europeia.

Ana Rita Antunes Engenheira do Ambiente e mestrado em eficiência energética, fundadora e Coordenadora Executiva na Coopérnico - primeira cooperativa de energia renovável em Portugal - e membro do Conselho Geral da associação ambientalista “ZERO – Associação Sistema Terrestre Sustentável”.

Isabel Azevedo Doutorada em Sistemas Sustentáveis de Energia, é atualmente investigadora sénior, participando em projetos nacionais e internacionais de consultoria e investigação dedicados ao planeamento energético local e relacionados com políticas e mecanismos de incentivo à transição energética.

Andreia Carreiro Mestre em Engenharia Biomédica e em Energia para a Sustentabilidade, doutorada em Sistemas Sustentáveis de Energia e MBA. É Strategic Projects, Innovation & Energy Policy *Advisor* na Cleanwatts, membro dos Future Energy Leaders Portugal e External Expert na Comissão Europeia.

Lurdes Ferreira Mestre em Economia e Política da Energia do Ambiente e licenciada em Comunicação Social, é atualmente investigadora do Co-Lab Smart and Sustainable Living do Centro de Engenharia e Desenvolvimento, tendo anteriormente sido redatora principal de Economia no jornal Público.

José Villar Doutorado em Engenharia Eletrónica na Universidad Pontífica Comillas, em Madrid, é atualmente Investigador Sénior no Centro de Sistemas e Energia do INESC TEC, no Porto.

João Mello Doutorando no INESC TEC, no Porto, onde é atualmente investigador assistente no Centro de Sistemas e Energia, possui ainda um mestrado em Economia pela Universidade Federal Fluminense, Brasil.



UMinho Editora



Fundação
**Mestre
Casais**

AUTORES

João Crispim (Ed.)
José Gomes Mendes (Ed.)
Ana Rita Antunes
Isabel Azevedo
Andreia Carreiro
Lurdes Ferreira
José Villar
João Mello
João Peças Lopes
José Basílio Simões
Luísa Matos
Cristina Sousa Rocha
Paula Cayolla Trindade
Sofia Simões
Francisco Ferreira
Rui Pimenta

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Manuela Martins

COORDENAÇÃO DA COLEÇÃO DE ENSAIOS PARA A SUSTENTABILIDADE

José Gomes Mendes

FOTO CAPA

Gyuszkó-Photo/Shutterstock

DESIGN e PAGINAÇÃO

Tiago Rodrigues

IMPRESSÃO e ACABAMENTOS

Graficamare, Lda.

EDIÇÃO UMinho Editora

LOCAL DE EDIÇÃO Braga 2023

DEPÓSITO LEGAL N.º 510314/23

ISBN 978-989-8974-93-8

ISBN DIGITAL 978-989-8974-94-5

DOI <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109>

Os conteúdos apresentados (textos e imagens) são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores.
© Autores / Universidade do Minho – Esta obra encontra-se sob a Licença Internacional Creative Commons:
Atribuição 4.0.

Comunidades de energia renovável

	Introdução <i>João Crispim</i>	9
1.	As Comunidades de Energia e o empoderamento dos cidadãos <i>Ana Rita Antunes</i>	15
2.	A dimensão europeia das Comunidades de Energia <i>Isabel Azevedo</i>	23
3.	A dimensão Estado das Comunidades de Energia <i>Andreia Carreiro</i>	37
4.	O envolvimento dos cidadãos para a redução de emissões <i>Lurdes Ferreira</i>	47
5.	Coordenação com o sistema energético <i>José Villar, João Mello, João Peças Lopes</i>	57
6.	O papel das CER no âmbito do sistema eléctrico: digitalização/plataforma/enabler <i>José Basílio Simões</i>	85
7.	Mercados locais de energia <i>Luísa Matos</i>	107
8.	Economia de recursos e comunidades de energia <i>Cristina Sousa Rocha, Paula Cayolla Trindade, Sofia Simões</i>	125
9.	Ordenamento do território e impacte na biodiversidade <i>Francisco Ferreira</i>	135
10.	Asprela + Sustentável: um “living lab” pela neutralidade carbónica <i>Rui Pimenta</i>	147
	Conclusão <i>José Gomes Mendes</i>	153



"Cidade verde" de Freiburg.

A photograph of a modern, multi-story building with a flat roof covered in solar panels. The building has balconies with glass railings and laundry hanging on one of them. The sky is clear and blue. The text "Comunidades de energia renovável" is overlaid on the bottom left of the image.

Comunidades de energia renovável

Introdução

João Crispim

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.1>

O presente livro nasce do desafio lançado pela Fundação Mestre Casais para abordar o tema das Comunidades de Energia, um conceito intrinsecamente colaborativo. Assim, a oportunidade de envolver múltiplos autores, cada um com a sua experiência e visão particular sobre o tema, oferecia-se como muito mais interessante que uma visão monolítica. A junção de visões a ser mais que a soma das partes, tal como na Energia.

É assim que nasce esta coleção de capítulos. Cada autor foi convidado a contribuir com um capítulo sobre uma área em que é reconhecido especialista. Alguns autores convidaram pares para se juntarem neste desafio. Assim nasce outra comunidade.

Procurou-se organizar os capítulos de forma a entrarmos progressivamente na complexidade do tema. Algumas vertentes são ortogonais entre si, não apresentando muitos pontos de contacto, enquanto outros acabam por repetir alguns dos conceitos. A escrita a múltiplas mãos e com uma coordenação praticamente inexistente tem essa característica, à qual soma a independência das visões de cada autor. No fim, o leitor é levado a apreciar a complexidade de um tema que tem todos os ingredientes para se tornar fulcral na transição energética em que estamos, principalmente se a aproveitarmos para ir além da alteração do *mix* energético e considerarmos também a oportunidade que esta apresenta para diversificar atores. Esta é, assim, uma visão de cooperação, uma característica transversal aos seres vivos, e tantas vezes esquecida nos humanos.

Através da investigação de Suzanne Simard e outros¹, sabemos agora que as árvores são seres sociais, capazes de comunicação e cooperação entre indivíduos e espécies numa mesma floresta. São capazes de partilhar informação sobre disponibilidade de recursos (água e nutrientes) e perigos (pestes ou mesmo animais). Numa complexa rede subterrânea e, por vezes, com ajuda de outras espécies pelo meio, as plantas são capazes de uma organização de recursos que permite um crescimento mais eficiente e ordenado do que a projeção humana de “competição por recursos”. Também no reino animal existem múltiplas espécies capazes de cooperar. Da matilha de lobos que coopera para caçar animais maiores que cada indivíduo do grupo à cooperação extrema das abelhas e das formigas, com claras distinções entre funções e capacidade de autossacrifício, os seres humanos não são especiais na sua evolução para a criação de uma sociedade em que a capacidade do todo é superior à soma das partes. Por outro lado, é também interessante contrastar esta visão com a chamada teoria do verniz, popularizada por Franz de Waal, que refere, ao estilo de Hobbes, que a civilização e a cooperação inerente mais não é que uma fina camada que desaparece à menor provocação. É natural que assim pensemos. Afinal, as expectativas e decisões humanas estão longe de ser imparciais ou livres de condicionamentos externos, por vezes até de forma que não esperamos. Amos Tversky e Daniel Kahneman estudaram o que chamaram de “enviesamentos cognitivos”,

¹ <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-whispering-trees-180968084/>

ou, como Dan Ariely lhes chamou, “as forças ocultas que condicionam as nossas decisões”². Entre outras forças, uma das que enfrentamos ficou conhecida como a heurística da disponibilidade, cuja premissa é a de que quanto mais depressa nos conseguimos lembrar de um exemplo para um acontecimento, mais frequente ou provável consideramos que ele seja. E todos temos presentes os casos em que algo correu mal: vem nas notícias...

Como contraste a este pessimismo, e na área de energia, refira-se a (crescente) coordenação energética na Europa devido à escassez de gás russo na sequência da invasão da Ucrânia. Claramente o verniz não estalou³.

Com a vantagem de cooperação estabelecida, voltemo-nos agora para as ferramentas necessárias para efetivar tal princípio.

A comunicação, imaginação e planeamento abstrato dão-nos uma vantagem significativa na cooperação face às restantes espécies. Histórias contadas à volta da fogueira, alertando para perigos e contando façanhas potenciam o conhecimento de quem está imediatamente próximo. Com a invenção da escrita, o conhecimento podia ser partilhado a maiores distâncias (físicas e temporais) com menor perda de qualidade de informação. Guthenberg, com a invenção da impressora, permitiu uma disseminação massificada; a digitalização de informação, pela desmaterialização e possibilidade de replicação infinita, conjugada com um meio de disseminação (internet), gera possibilidades que ainda não compreendemos bem.

A efervescência de informação referida traz múltiplas possibilidades e vantagens, mas também dificuldades. Felizmente, o desenvolvimento tecnológico oferece soluções. Seja um motor de pesquisa ou o algoritmo que nos ajuda a escolher o filme que veremos em *streaming*, reconhecemos nestas ferramentas auxílios indispensáveis para a organização e sistematização de informação. Desde que devidamente digitalizada, a informação sobre previsão de produção e consumos, restrições de redes e capacidades de armazenamento ou deslastre, valores de mercado e contratos pré-existentes formam sistemas complexos de otimização. Felizmente, entre conhecidos algoritmos e a era da inteligência artificial, haverá recursos disponíveis para esta evolução.

Vontade de cooperação e ferramentas teremos. Então o que falta? Darwin refere a capacidade de adaptação como uma característica essencial para

² “Previsivelmente irracional”, Dan Ariely, 2009.

³ Não sendo este um livro sobre comportamento humano, sugere-se o livro “Humanidade” de Rutger Bregman como potencial contraponto a esta visão de egoísmo latente.

o sucesso da evolução. Desta forma, e dado o nosso sucesso enquanto espécie (além de outras evidências), a dificuldade não será certamente pela ausência desta capacidade. No entanto, um aspeto várias vezes descurado neste princípio de adaptação é o tempo para que uma mudança se cumpra. Felizmente não estaremos perante horizontes temporais geológicos ou mesmo biológicos (mesmo a “curta” evolução de lobos a cães é estimada em cerca de 30.000 anos). Trata-se da reorganização de um sistema previamente capital-intensivo, conducente a oligopólios verticalizados, para um sistema distribuído, composto por pequenas unidades de consumo e produção, capazes de interagir com um sistema pré-existente. É uma evolução sistémica, e requer alterações profundas na forma de pensar. Requer tempo.

A Comissão Europeia refere as comunidades de energia como iniciativas lideradas por cidadãos que contribuem para a transição energética, aumentando a eficiência dentro das comunidades⁴.

Como melhor explicado nos capítulos subsequentes, trata-se de uma reorganização do sistema elétrico com impactos que têm o potencial para alterar a forma como nos relacionamos com a energia de que necessitamos para o nosso dia a dia. A eletricidade deverá ser a plataforma para repensarmos as nossas necessidades de frio, calor, transportes, iluminação, entre outras. Uma plataforma local tem o potencial de alterar as relações de poder

O presente livro está organizado nos seguintes capítulos:

No primeiro capítulo é explorado o tema do **empoderamento dos cidadãos**, apresentando de forma sumária o caso para a recuperação da noção de que os cidadãos possam ser mais do que meros consumidores e dando exemplos concretos de casos em que estes se organizaram e romperam preconcepções de incapacidade técnica ou de coordenação.

O segundo capítulo centra-se na dimensão **européia das comunidades de energia**, apresentando a evolução do pensamento europeu em matérias energéticas, indissociáveis da dimensão das emissões e combate às alterações climáticas.

No terceiro capítulo entramos na **dimensão Estado**, clarificando o que foi o percurso português em matéria legislativa e regulamentar, culminando no Decreto-Lei 15/2022 que estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional.

⁴ https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en

O **envolvimento dos cidadãos para a redução de emissões** é o objeto do quarto capítulo, reconhecendo a importância de movimentos da base para cima (*bottom up*) na criação de consciência coletiva para o risco das emissões e como as comunidades de energia são uma manifestação da vontade de contributo para esta mitigação.

O quinto capítulo é um pouco mais técnico, sendo estruturante para a compreensão plena dos diversos atores e focando sobre **aspectos de coordenação com o sistema energético**, fundamentais para esta evolução do Sistema Elétrico Nacional.

No sexto capítulo reconhecemos a importância da **digitalização e das redes elétricas do futuro**. Como referido anteriormente, a gestão de informação inerente a uma abordagem distribuída de recursos é condição necessária para a sua utilização sem desestabilização do sistema.

O sétimo capítulo explora a relação dos mercados com o desenvolvimento de novos modelos de negócio, reconhecendo o espaço que poderão vir a ocupar **mercados locais de energia**. Esta reorganização é fundamental para potenciar o papel das comunidades e dar espaço à inovação.

O sétimo capítulo centra-se na questão da **economia de recursos**, reconhecendo que a transição energética não é neutra no que respeita ao consumo de materiais e aos princípios elementares para garantir a minimização do impacto do mesmo.

No nono capítulo aborda-se o **ordenamento do território e o impacto na biodiversidade** dos investimentos em energia renovável, aproveitando para diferenciar entre soluções centralizadas e distribuídas, bem como a importância do planeamento e participação das populações.

No penúltimo capítulo aborda-se o caso concreto da **Asprela+Sustentável, um living lab pela neutralidade carbónica** no Porto, que tem por missão construir um ecossistema urbano assente na sustentabilidade energética e ambiental.

Por fim, num último capítulo, procura-se sintetizar as ideias mais importantes expressas neste livro, que em certo sentido definem aquelas que, na opinião dos autores, são as **forças de mudança** no complexo sistema que combina a produção, o transporte, a distribuição, o armazenamento, a gestão e a utilização da energia elétrica.

No final da leitura dos capítulos que se seguem o leitor certamente ficará esclarecido sobre as vertentes e condicionantes desta nova forma de organizar o sistema energético. Concordando com a vantagem desta evolução, restará então pensar sobre como agir para catalisar o seu desenvolvimento.

Numa parábola, com muitas variações, atribuída aos nativos americanos, ouvimos que um avô diz ao neto: “Há dois lobos que estão sempre a lutar. Um é arrogante, difícil, voraz. O outro é amistoso, generoso e tranquilo.” Ao que o neto pergunta: “Qual ganha?” e o avô responde: “Aquele a que deres de comer.” Cabe-nos a responsabilidade de alimentar esta ideia de cooperação no sistema energético.

1. As comunidades de energia e o empoderamento dos cidadãos

Ana Rita Antunes

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.2>

Criar comunidades de energia significa desenvolver projetos de energia (seja de produção, de fornecimento, de distribuição ou de mobilidade) altamente especializados com cidadãos sem conhecimentos técnicos em energia. Para tal, precisamos de uma linguagem compreensível, desafio que quando conseguido torna as comunidades de energia algo palpável para toda a comunidade e de maior hipótese de sucesso.

A energia é um elemento central na definição das diversas fases que as sociedades humanas foram atravessando ao longo da história. Concretamente, as transformações que se verificam na forma como produzimos, armazenamos, distribuímos e consumimos energia estão, em muitos casos, na origem de transformações económicas, sociais e políticas. O controlo sobre a energia sempre significou, de certa maneira, controlo sobre os destinos de uma sociedade. A atual transição energética é a mais importante, mas é mais uma na sequência de transições energéticas que se foram verificando ao longo da história.

Assim, sistemas energéticos altamente centralizados, assentes maioritariamente nas grandes centrais de produção fósseis ou nucleares foram instrumentos para desenvolver sociedades organizadas de cima para baixo, sejam elas assentes na lógica dos mercados ou na do Estado.

Seja no período pré-industrial, seja já no século XX, não faltam casos nos quais as relações energéticas assentam na ideia de bem comum e de cooperação e através da qual uma comunidade partilha, gere e decide coletivamente acerca das estruturas de conversão energética. De facto, os modelos de gestão comunitária são tão antigos como os das sociedades humanas: desde o uso de moinhos de vento para moer o trigo de uma comunidade à gestão comunitária de biomassa florestal, existem inúmeros exemplos.

Desde as primeiras décadas do século XX que começaram a surgir as primeiras cooperativas de energia, ainda antes de se considerarem de energias renováveis. O objetivo começou por ser produzir energia para a comunidade local. Foi o que aconteceu em 1923 em Prader, Itália, quando seis cidadãos decidiram avançar com a construção de uma pequena hidroelétrica para produzir energia elétrica para a sua comunidade. A construção começou e, em 1926, a cooperativa elétrica Prad foi fundada.

Em Portugal, também se encontram exemplos destas cooperativas, que datam do início da eletrificação da Europa. A Cooperativa Elétrica do Vale d'Este, fundada em 1930 por 10 cidadãos pioneiros, é uma delas, que teve como primeiro objetivo a aquisição e fornecimento de energia elétrica aos seus associados, “para iluminação e força motriz”, na área de oito freguesias de Famalicão e Barcelos, estabelecendo para esse efeito, uma rede de distribuição. Esta é uma das dez cooperativas de energia que ainda existem em Portugal e que resistiram ao processo de nacionalização que agregou todas as empresas de energia existentes para dar origem à Energias de Portugal – EDP – no pós-revolução de 1974 e ao processo europeu de liberalização a partir dos anos 1980, que resultou na separação entre

as atividades de produção, transporte e distribuição (processo designado de *unbundling*).

As cooperativas de energia introduziram assim novas formas de organização socioeconómica no sistema de fornecimento de energia. Enquanto o regime clássico de fornecimento de energia geralmente está assente em infraestruturas de produção de energia centralizada com consumidores no fim da linha, as instalações de propriedade local e cooperativa para produção de energia constituem um modelo substancialmente diferente de produção, distribuição e fornecimento. Os cidadãos consumidores passivos tornaram-se cidadãos ativos pela participação direta na construção da empresa local de produção de energia.

Mais tarde, em momentos de crise energética, como a crise petrolífera de 1973 e o desastre de Chernobyl de 1986, serviram como um alerta para muitos cidadãos de como estavam dependentes do petróleo e de como nem todas as formas de energia eram seguras. Esta nova onda de iniciativas cidadãs levou à criação de algumas “REScoops” (cooperativas de energia de fontes renováveis) na Bélgica, Dinamarca, Alemanha e Holanda.

Hoje chamamos “comunidades de energia” ao que no século XX chamávamos de cooperativas de energia, realçando o envolvimento dos cidadãos na busca de soluções para a energia e secundarizando o formato legal que adotam.

A energia renovável tornou-se uma questão política e uma área de pesquisa científica e os cidadãos quiseram fazer parte desta transformação. Cidadãos entusiastas construíram as primeiras turbinas eólicas na Holanda, Bélgica, Alemanha e Dinamarca. Destas iniciativas surgiram as primeiras cooperativas eólicas na década de 1980 na Dinamarca e, mais tarde, na Holanda e Alemanha: cidadãos a trabalhar em conjunto para instalar e operar turbinas eólicas. A seguir surgiram os fabricantes profissionais de tecnologia eólica.

Embora não seja um exemplo de Comunidade Local de Energia, existe, na Alemanha, um dos exemplos mais carismáticos de toda a Europa na lista de cooperativas de energia, sendo um bom exemplo do que os cidadãos, quando se juntam, são capazes de fazer: Elektrizitätswerke Schönau GmbH (EWS), a cooperativa que gere a rede de distribuição da cidade de Schönau. Estes cidadãos pediram apoio à operadora da rede de distribuição KWR, mas esta não estava interessada: a sua política era vender eletricidade, ao invés de a economizar. O grupo de cidadãos percebeu que operar a rede de Schönau com base em princípios ecológicos seria impossível com a KWR.

Num esforço para evitar um novo contrato com a empresa de rede, a iniciativa dos cidadãos fundou a Netzkauf Schönauf GbR para competir com a KWR. 282 cidadãos de Schönauf fizeram uma contraproposta ao conselho municipal para não assinar um novo contrato de concessão da rede à KWR, mas o município estendeu o contrato. Em julho de 1991, a iniciativa de cidadania convocou um referendo para rescindir o contrato: o referendo ocorreu em 27 de outubro de 1991 e a iniciativa de cidadania venceu com 55% dos votos.

A comunicação social alemã apelidou-os “rebeldes da energia” da Floresta Negra. Depois de vencer o primeiro referendo, muitos especialistas em energia de toda a Alemanha entraram em contacto com a iniciativa dos cidadãos para oferecer a sua ajuda. Em 1994, todos os documentos necessários foram preparados e a Elektrizitätswerke Schönauf GmbH (EWS) foi fundada, após o que a nova empresa recebeu permissão para assumir a rede apenas quatro dias antes do prazo.

Os opositores desta solução pediram um segundo referendo, que teve lugar em março de 1996. A campanha foi muito intensa: a indústria local alertou os habitantes de Schönauf sobre os custos de energia inacessíveis e os membros da iniciativa cidadã fizeram visitas domiciliárias a todos os habitantes. Schönauf ficou dividida entre opositores e proponentes. A 10 de março de 1996, mais de 80% de todos os cidadãos de Schönauf votaram, e a EWS ganhou o segundo referendo com 52,5% dos votos.

Esta é um pouco da história de como as cooperativas de energia europeias chegam ao século XXI com vontade de agora aceitar o desafio da Humanidade deste século: fazer a transição energética.

Com as crescentes preocupações com a sustentabilidade ecológica, bem como a segurança do abastecimento, o sistema energético tem estado sob crescente pressão nos últimos anos e têm sido vários os esforços visando uma transformação para sistemas mais sustentáveis de fornecimento de energia. Isto resultou no surgimento de cooperativas de energia e outras formas de propriedade comunitária de tecnologias de energia renovável.

Cada vez são mais os cidadãos que se organizam para criar um projeto de produção e consumo local de energia na sua comunidade, criando comunidade de energia, ou REScoop. Para este movimento de cidadãos, que conta com mais de um milhão de cidadãos em toda a Europa, não basta a transição energética para as energias renováveis. O desafio da transição

energética só será conseguido quando os cidadãos tiverem uma palavra e um papel dentro do setor energético e na sua construção.

As REScoops acreditam que lideram a transição para a democracia energética, com base nos princípios de:

- adesão voluntária e aberta;
- gestão democrática;
- copropriedade pela participação financeira;
- autonomia e independência;
- educação, formação e informação;
- cooperação entre cooperativas;
- preocupação pela comunidade.

Existem milhares de comunidades de energia que têm conceitos comuns entre si. No entanto, devido às diferentes localizações, contexto legal e cultural, as REScoops enfrentam realidades muito diferentes que exigem esforços colaborativos para superar os seus desafios. Paralelamente aos desenvolvimentos tecnológico-digitais, o quadro de valores sociais de cada comunidade é essencial na construção das comunidades de energia. Querer compreender o comportamento de cada cidadão na sua comunidade, para além da utilização que faz da energia, é fundamental para criar agentes de transformação.

As comunidades de energia organizam ações de energia coletivas e cidadãos, que têm um papel fundamental no caminho para a transição para energia limpa. O mercado de energia está a transformar-se e o papel do consumidor também. Ao apoiar o envolvimento social e a participação cidadã, as comunidades de energia podem ajudar a fornecer flexibilidade ao sistema elétrico por meio de resposta à procura, armazenamento e troca de energia.

Em 2022, existem praticamente duas mil comunidades de energia associadas à Federação Europeia das REScoops, número que, embora impressionante, é apenas o prenúncio de um novo paradigma para o sistema energético do futuro. Este sistema será mais sustentável, renovável, descentralizado e centrado nos cidadãos. Neste sistema, a energia pode ganhar gradualmente os contornos de um bem social comum.

A visão da das cooperativas de energia passa por uma sociedade mais igualitária, democrática, guiada por princípios ecológicos e com uma economia assente em energias 100% renováveis. Esta visão implica uma transformação dos nossos modelos de produção e consumo, com base em novas tecnologias e sistemas energéticos renováveis, mas também mais justos socialmente, sendo o cidadão e o consumidor um ator ativo no desenho e exploração de novos sistemas de energia.

Um modelo de produção e consumo descentralizado não deve ser só tecnológico, mas também socialmente mais justo, tornando a energia limpa cada vez mais acessível a todas e todos, respeitando as características do território, protegendo a biodiversidade e o meio natural, e garantindo valor social e económico para as comunidades envolvidas.

Este modelo descentralizado permite aproveitar as paisagens humanizadas e infraestruturas já construídas (casas, condomínios, escolas, edifícios públicos, parques de estacionamento, fábricas, centros comerciais, universidades, etc.), minimizando deste modo os impactes ambientais de novas instalações de energia solar. Por outro lado, permite uma multiplicidade de novas práticas de troca e partilha da energia produzida localmente, minimizando as perdas, com base em modelos participativos e de gestão comunitária, e com potenciais benefícios económicos e sociais para as comunidades envolvidas, incluindo ainda novos serviços comunitários para a eficiência energética e a implementação de estratégias para a redução da pobreza energética. A importância destas comunidades não se cinge a espaços urbanos. Aliás, é fundamental o desenvolvimento de comunidades de energia em espaços rurais, que podem ser implementadas a uma escala que permita constituir alternativas a grandes instalações de energia solar em terras agrícolas.

Um exemplo de referência em Portugal é a Coopérnico, a primeira cooperativa portuguesa de energias renováveis. Foi fundada em 2013 por um grupo de 16 cidadãos de diferentes profissões e conhecimentos que tinham em comum a partilha de uma preocupação: a transição energética justa. Hoje conta com cerca de 2400 membros.

Desde a sua fundação, a missão da Coopérnico foi a de envolver os cidadãos, empresas, entidades da economia social e setor público na criação de um novo paradigma energético – renovável e descentralizado – em benefício da sociedade e do meio ambiente. As linhas orientadoras da Coopérnico e de quem a constrói no dia a dia continuam a ser defender um modelo energético renovável, justo e responsável que contribua para um futuro social, ambiental e energeticamente sustentável.

Esta cooperativa de energia renovável tem a estrutura normal de uma cooperativa: Assembleia Geral, Direção, Conselho Fiscal. Ao que acresce um Conselho de Curadores, Grupos Locais e uma equipa técnica. Desta estrutura, apenas a equipa técnica é a parte profissional (no sentido de remuneração) da Coopérnico. Todas as outras estruturas funcionam em regime de trabalho (profissional) voluntário. A Direção funciona por decisões coletivas e responde perante a Assembleia Geral, onde todos os cooperantes têm direito a um voto, independentemente do capital social que detêm da cooperativa. Construir uma empresa neste modelo democrático é um desafio, mas acreditamos que é o melhor modelo para provocar a transformação que queremos ver no setor energético.

Na prática, a cooperativa é uma comunidade de cidadãos com vontade de contribuir para um novo modelo energético, social e empresarial, que investe parte das suas poupanças em pequenos projetos de energias renováveis, em que cada um pode ser dono da parte que desejar. A Coopérnico tem hoje 33 centrais fotovoltaicas, somando 2,5 MWp espalhados por todo o país, instaladas em residências seniores, escolas, cooperativas agrícolas, creches e jardins de infância, para autoconsumo. Esta produção renovável é financiada pelos cidadãos, membros da Coopérnico, que até hoje somam cerca de dois milhões de euros de investimento cidadão. Sem banca por trás ou fundos de investimento internacionais.

Em 2019, a Coopérnico foi a primeira empresa sem fins lucrativos (como cooperativa que é) a fornecer eletricidade em Portugal continental, ultrapassando e contornando todas as dificuldades que o setor energético coloca a quem se apresenta com um projeto diferente, fora dos cânones habituais. Construir uma comercializadora de energia elétrica renovável com preços justos, transparentes, sem fins lucrativos e sem *call center* é a estratégia da Coopérnico, onde os cooperantes trabalham para outros cooperantes, tratando os clientes pelo nome.

Ao longo da sua (ainda) curta história a Coopérnico já foi reconhecida pelo seu trabalho no setor energético e pelo modelo diferente que quer trazer para dentro deste setor. Desde o prémio dos Green Project Awards Portugal, em 2014, ao prémio CASES e ainda distinções europeias da European Energy Awards e European Summit to Tackle Fuel Poverty, sem dúvida que o mais relevante foi em 2018 ter sido distinguida com o Prémio Calouste Gulbenkian na categoria de Sustentabilidade.

Não há dúvida de que a proliferação de energia renovável é fundamental para a transição energética. A crise energética que se vive hoje (2022) na

Europa, com um aumento exponencial dos preços de energia no mercado marginalista, é mais uma prova de que os caminhos para a transição não podem basear-se nos mesmos mercados grossistas da era do petróleo, nem nos mesmos padrões de produção e consumo de energia que têm sido vigentes desde a liberalização do mercado. É preciso um sistema verdadeiramente inovador, centrado nos cidadãos e assente numa diversidade de modelos, a diversas escalas e medidas, guiados por princípios de inclusão, participação cívica e proteção ambiental.

A própria União Europeia começa a reconhecer este facto, tendo proposto numa recente comunicação, como uma das medidas a implementar, a análise das vantagens e os inconvenientes da atual configuração do mercado de eletricidade. A UE considera também que os consumidores e “prosumidores” – produtores e autoconsumidores de energia de fontes renováveis – têm um papel central na transição, sendo fundamental a sua participação ativa em Comunidades de Energia.

Se queremos avançar com uma transformação sustentável, reduzindo a queima de combustíveis fósseis, sem descurar a necessidade de cuidar do meio ambiente e fomentar um esforço coletivo para uma sociedade mais justa e igualitária, é necessário apostar em soluções descentralizadas, tanto nas zonas urbanas como rurais. As cooperativas de energia visam apoiar o desenvolvimento de modelos descentralizados de produção e (auto)consumo, mais sustentáveis, de forma democrática, criando valor social e económico local e com o envolvimento dos cidadãos.

Para os cidadãos envolvidos na construção de comunidades de energia, como a Coopérnico e as REScoops, a transição energética não é um fim em si. É o caminho para a democracia energética. Esta transição sem os cidadãos será apenas uma transição tecnológica e não democrática. Se queremos a mudança de sociedade que o desafio da descarbonização exige, temos de o fazer com os cidadãos que também somos, nas sociedades democráticas que queremos construir.

2. A dimensão europeia das comunidades de energia

Isabel Azevedo

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.3>

Os Objetivos Europeus para o Desenvolvimento Sustentável e as Comunidades de Energia

A União Europeia (UE) tem vindo a definir objetivos e políticas que visam o desenvolvimento sustentável dos seus Estados-membros, estando estes alinhados com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável 2030

definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Estes objetivos pressupõem uma visão holística de sustentabilidade, onde as componentes social, económica e ambiental do desenvolvimento são consideradas e integradas de forma a tirar partido das sinergias existentes e potenciar novas sinergias. Por exemplo, a aposta na educação dos cidadãos deverá estar alinhada com as necessidades técnicas associadas aos desafios ambientais e económicos da transição para a neutralidade carbónica. A concretização destas políticas implica uma mudança drástica e imediata da sociedade, exigindo alterações de comportamento a todos os níveis, desde a administração central, às empresas e ao cidadão individual.

A energia tem um papel fundamental nesta mudança. O uso de energia não só está associado a um nível elevado de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), como garante o acesso a direitos fundamentais como comida, água, saúde e educação. Assim sendo, existe a necessidade de uma mudança de paradigma na forma como transformamos e utilizamos a energia, tendo os cidadãos um papel crucial.

A UE definiu o roteiro para a transição energética rumo à neutralidade carbónica em 2050 que prevê uma descentralização gradual do sistema energético [1]. Uma das dez mudanças estruturais no sistema energético, vistas como essenciais para a descarbonização, está relacionada com descentralização dos sistemas de geração de eletricidade e calor, a par com uma coordenação e integração cada vez maior dos diferentes sistemas e níveis de gestão (nacional, regional e local). O documento publicado pela UE reconhece também a necessidade de uma maior responsabilização do cidadão e das empresas, considerando essencial o investimento privado em soluções que contribuam para a transformação do sistema energético.

O pacote legislativo da UE para uma energia limpa [2] corresponde a uma mudança para os consumidores, colocando-os no centro da solução. Salaria a importância dos pequenos consumidores e enquadra a sua contribuição no que diz respeito aos edifícios, ao uso de energias renováveis, e à participação no mercado energético [3]. Prevêem-se novas formas de participação no sistema energético, através das comunidades de energia e do autoconsumo e tirando partido da digitalização do sistema. A revisão da Diretiva para a Energia Renovável em 2018 [4] e da Diretiva para o Mercado Interno de Eletricidade em 2019 [5] refletem este desejo da crescente participação dos cidadãos no sistema energético, e providenciam o enquadramento para a implementação de iniciativas comunitárias de energia a larga-escala na Europa.

Em 2020, como parte do Pacto Ecológico Europeu, e dada a necessidade de acelerar a transição energética, a UE publicou o pacote *Fit for 55* onde revê os objetivos climáticos e estabelece metas mais ambiciosas de redução de emissões para 2030 [1]. Esta revisão implica uma aceleração na conversão do sistema energético europeu, com uma forte aposta na geração de eletricidade a partir de fontes renováveis e na participação ativa dos cidadãos individuais e coletivos.

O papel dos cidadãos, como participantes ativos na transição energética, tem vindo a ganhar destaque no contexto europeu

As iniciativas comunitárias de energia são vistas como uma ferramenta importante para atingir os diferentes objetivos propostos pela União Europeia, desde a promoção de fontes de energia renovável até questões de acesso a energia e a promoção de novas formas de participação no sistema energético.

Existem vários estudos que apontam para a importância das iniciativas comunitárias de energia para a aceitação generalizada das tecnologias de geração de eletricidade a partir de fontes de energia renovável, nomeadamente solar e eólica, sendo este facto também comprovado por casos práticos. Não só se verifica uma redução no número de protestos e movimentos contra a instalação destas tecnologias nas proximidades, como se observa uma maior disponibilidade para investir. O sentido de pertença e uma maior perceção dos potenciais benefícios (económicos e ambientais) poderá acelerar o investimento dos cidadãos em unidades de geração renovável.

Além disso, este tipo de iniciativas está também associado a um aumento das possibilidades de escolha por parte dos consumidores, com uma maior oferta de comercializadores e uma maior diversidade de serviços, levando os consumidores finais a terem uma maior participação na transição energética. A possibilidade de agregação de vários consumidores e/ou comunidades permite também a participação nos diferentes mercados de energia e a provisão de serviços de sistema. Este facto, para além de fomentar a participação dos cidadãos no sistema energético, permite ainda uma gestão mais otimizada do sistema, reduzindo assim a necessidade de investimento nas redes de transporte e distribuição.

Por último, este tipo de iniciativas é visto como essencial para garantir uma transição justa, onde ninguém é deixado para trás. A democraticidade do

conceito, onde a participação é aberta a todos os membros da comunidade, poderá ter consequências muito positivas em termos de acesso a diferentes serviços energéticos e de segurança de abastecimento. Nesse sentido, existem diferentes iniciativas a nível europeu e nacional com o objetivo de promover a sua implementação a larga-escala.

As comunidades de energia na legislação europeia

A legislação europeia prevê diferentes tipos de iniciativas comunitárias de energia, tendo estes em comum o facto de constituírem projetos de energia nos quais a comunidade (local ou de interesse) exhibe um elevado grau de propriedade e controlo sob o projeto de energia, beneficiando de forma coletiva dos resultados, sejam poupanças energéticas ou receitas da produção/transformação de energia.

A nova diretiva europeia para a Energia Renovável [4] estabelece a definição de Comunidade de Energia Renovável (CER), definindo também o papel de autoconsumidor (individual e coletivo). A diretiva europeia para o Mercado Interno de Eletricidade [5] estabelece a definição de Comunidade de Cidadãos para a Energia (CCE).

O autoconsumidor é definido como sendo o consumidor final que, dentro das suas próprias instalações, produz eletricidade a partir de fontes renováveis para satisfazer as suas necessidades, podendo ainda armazenar e comercializar a eletricidade excedente gerada. E o autoconsumo coletivo refere-se ao caso em que dois ou mais consumidores finais, localizados no mesmo edifício ou conjunto de edifícios, atuam de forma conjunta enquanto autoconsumidores.

As CER são definidas como uma entidade legal, formada por cidadãos, autoridades locais e/ou pequenas e médias empresas localizadas na proximidade do projeto de energia renovável desenvolvido pela comunidade, que participa na produção, armazenamento, comercialização ou distribuição de energia renovável. Estas iniciativas são caracterizadas pela participação aberta e voluntária e pela orientação para os benefícios da comunidade em vez do lucro financeiro.

As CCE, seguindo uma definição muito semelhante à das CER, não estão restringidas a nenhum critério de proximidade e estão associadas a projetos relacionados somente com eletricidade, incluindo produção, distribuição,

comercialização, consumo, agregação, armazenamento, serviços de eficiência energética e de carregamento de veículos elétricos.

As CER e as CCE partilham os conceitos de governança, com uma participação aberta e voluntária, de posse e controlo dos projetos de energia e o propósito dos benefícios para a comunidade em detrimento do lucro financeiro. Por outro lado, diferem no que diz respeito ao âmbito geográfico, às atividades que podem realizar enquanto comunidade, e ao tipo de atores que podem ser membros ou sócios da comunidade. A Figura 1 mostra a relação entre os diferentes tipos de iniciativas comunitárias de energia.



Figura 1 Comunidades de Energia Renovável, Comunidades de Cidadãos para a Energia e outras formas de iniciativas de comunidades de energia [6].

Iniciativas comunitárias de energia já estavam presentes num grande número de países Europeus, anteriormente ao estabelecimento das definições de CER e CCE pela União Europeia. Estas iniciativas poderão não corresponder de forma estrita a nenhuma das definições estabelecidas a nível europeu, mas são certamente uma fonte de inspiração e de conhecimento para o desenvolvimento de novas comunidades de energia. Existem países com tradição em iniciativas comunitárias de energia, como é o caso da Alemanha, onde a gestão maioritariamente descentralizada do sistema energético favorece o aparecimento deste tipo de iniciativas. Na Alemanha, as comunidades de energia são um conceito maduro, concretizado

sob diferentes formas legais (cooperativas, sociedades comerciais, entre outras), com diferentes focos tecnológicos e com diferentes modelos de negócio. A Bélgica e os Países Baixos têm também experiência prévia na implementação destes conceitos, com um número significativo de cidadãos a investir de forma coletiva em projetos de energia renovável.

O relatório publicado pelo *Joint Research Centre* em 2020 [7] apresenta uma perspetiva global das comunidades de energia e a sua participação no sistema energético, baseando-se na análise detalhada de 24 casos de estudo de projetos comunitários de energia e uma análise mais superficial dos sistemas energéticos nacionais. Todas estas iniciativas, localizadas em nove países Europeus (BE, DK, FR, GE, NL, PL, ES, SE, UK), foram estabelecidas antes da publicação das diretivas de 2018 e 2019. Este estudo mostra a diversidade de iniciativas existentes, em termos das atividades exercidas, de forma jurídica, e de estrutura organizacional da comunidade.

A geração e a comercialização de eletricidade são as atividades mais comuns, com predominância da energia solar fotovoltaica e eólica, havendo também um número relevante de projetos que incluem a provisão de serviços de eficiência energética e atividades de distribuição. Existem também serviços relacionados com a mobilidade elétrica, os quais têm vindo a ganhar relevo nas iniciativas comunitárias de energia, e associados à partilha de energia e provisão de serviços de sistema. Estes últimos estão significativamente menos presentes, o que poderá estar relacionado com o facto de não existir, em grande parte dos países, um enquadramento legal que permita a sua implementação.

As diferentes formas jurídicas e estruturas organizacionais das comunidades estão essencialmente associadas às atividades por estas realizadas e ao enquadramento regulatório nacional. De qualquer forma, as cooperativas são a tipologia predominante, permitindo aos cidadãos investir e possuir de forma coletiva projetos de energia renovável. Neste modelo, a distribuição de lucros é limitada e o excedente é reinvestido para apoiar os seus membros e/ou a comunidade. A alocação das receitas é regulada pelos estatutos internos da cooperativa, dando lugar em alguns casos a distribuição de dividendos, benefícios em forma de redução dos preços da energia, ou outros benefícios. Outras formas jurídicas possíveis incluem as sociedades por quotas, parcerias público-privadas, empresas sem fins lucrativos, entre outras.

Transposição para o contexto nacional

De forma a garantir a disseminação destes conceitos, a transposição das Diretivas Europeias para a legislação nacional deve incluir não só provisões específicas para as CER e para as CCE, como a criação de um contexto regulatório facilitador que promova a implementação de iniciativas comunitárias de energia a larga-escala. Este contexto é caracterizado pela remoção de quaisquer barreiras regulatórias não fundamentadas, pela garantia de acesso de todos os consumidores à participação neste tipo de iniciativas, e pelo apoio regulatório e de capacitação às autoridades locais para a promoção e implementação de CER. É também requerida aos Estados-membros a avaliação do potencial e das barreiras à implementação de comunidades de energia, de forma a facilitar o estabelecimento de um enquadramento regulatório favorável ao seu desenvolvimento.

A diretiva europeia para a Energia Renovável estabelece o dia 30 de junho de 2021 como data limite para o processo de transposição pelos vários países, enquanto a diretiva para o Mercado Interno de Eletricidade apresenta 31 de dezembro de 2020 como data limite para a conclusão do processo.

Desde a sua publicação pela União Europeia, tem-se observado um interesse crescente por iniciativas comunitárias de energia e um esforço dos Estados-membros de adaptarem os conceitos de CER e CCE ao contexto nacional e à organização do seu sistema energético. Vários países têm vindo a adotar medidas e políticas que visam a promoção deste tipo de iniciativas e a adaptar o seu contexto regulatório de forma a remover potenciais barreiras à sua implementação. Por exemplo, Itália lançou recentemente um programa de apoio à implementação de CER por municípios com menos de 5000 habitantes, em que estes se podem candidatar a um financiamento que pode chegar a 1 milhão de euros por município. Os fundos podem ser usados para a criação dos organismos de gestão da comunidade e para a instalação da infraestrutura para a geração de eletricidade. Nos Países Baixos, foi implementado em 2021 um esquema de subsídios para cooperativas energéticas e associações residenciais para a investimento coletivo em geração local de eletricidade a partir de fontes de energia renovável. Para terem acesso ao financiamento, os membros da cooperativa ou associação devem partilhar o mesmo código postal, garantindo assim o cumprimento do requisito de proximidade.

No entanto, os processos de transposição para a legislação nacional estão, de forma geral, incompletos, existindo países onde ainda não foi sequer

estabelecida uma definição legal para as CER e as CCE, como é o caso da Alemanha. Existem também casos onde as definições estabelecidas não respeitam todos os critérios definidos pelas diretivas, dando espaço para a desvirtuação do conceito. Por exemplo, no caso do Luxemburgo e da Hungria, a definição estabelecida não refere a obrigação de garantir uma adesão aberta e voluntária dos membros da comunidade. Na verdade, nenhum país cumpre todos requisitos identificados pela Comissão Europeia como necessários para a criação de um contexto favorável e não discriminatório à implementação de CER [4].

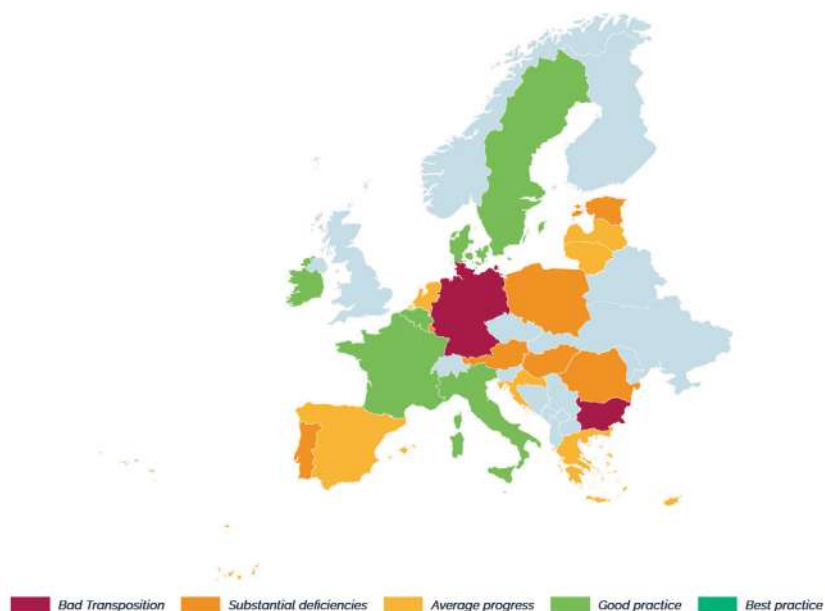


Figura 2 Progresso na transposição das definições de Comunidade de Energia Renovável e de Comunidade de Cidadãos para a Energia, nos países membros da União Europeia [8].

A Figura 2 representa a análise efetuada pela *REScoop.eu* sobre o progresso nos processos de transposição dos diferentes Estados Membros e o alinhamento com os conceitos de CER e CCE definidos pelas diretivas Europeias [8].

Principais barreiras e motivações a nível Europeu

Por toda a Europa, existem ainda barreiras significativas à implementação de comunidades de energia. Foi recentemente realizado um estudo, no âmbito

de um projeto financiado pela Comissão Europeia, onde foram identificadas algumas das principais barreiras à implementação das CER em Espanha, Portugal, Polónia e Noruega [9]. De uma forma geral, as barreiras identificadas refletem as dificuldades sentidas em grande parte dos países europeus.

Apesar do progresso nos processos de transposição, o contexto legal e regulatório continua a ser uma barreira considerável. A falta de clareza em alguns dos critérios incluídos na definição, como a definição de proximidade, e a complexidade dos procedimentos de licenciamento e registo são algumas das barreiras identificadas. Ademais, as limitações e dúvidas existentes relativamente à partilha de energia e utilização da rede pública de distribuição diminuem a rentabilidade dos sistemas descentralizados de geração de eletricidade e dificultam a participação de novos atores neste tipo de iniciativas. Existe também uma falta de conhecimento e sensibilização para o conceito, havendo alguma desconfiança por parte dos cidadãos e outros potenciais promotores. A falta de maturidade em alguns países, a par com a iliteracia energética do cidadão comum, reduz a pro-atividade dos cidadãos e o seu envolvimento em iniciativas comunitárias de energia. A disseminação de casos de sucesso que possam ser replicados nos diferentes contextos poderá ajudar a criar credibilidade e aumentar o nível de confiança e aceitação deste tipo de iniciativas. Por último, um dos maiores desafios são as barreiras de financiamento, incluindo a dificuldade de acesso a financiamento externo por parte dos potenciais promotores. As incertezas das condições de mercado e do próprio contexto regulatório são mencionadas como uma das principais causas para a dificuldade em aceder a financiamento, devido ao risco associado. A criação de incentivos dedicados à promoção deste tipo de iniciativas, como é o caso do programa criado em Itália para apoiar a implementação de CER por municípios de pequena dimensão, poderá ajudar a promover a sua disseminação.

Por outro lado, as motivações que estimulem a participação de diferentes cidadãos, autoridades locais e/ou empresas em iniciativas comunitárias de energia devem ser exploradas, de forma a promover o seu desenvolvimento e a angariação de novos membros para iniciativas já existentes.

De forma geral, as principais motivações estão associadas com os benefícios ambientais, económicos e sociais que as comunidades de energia podem trazer para a comunidade local. Os benefícios económicos, geralmente associados à redução da fatura elétrica dos membros ou sócios, são frequentemente mencionados como uma das razões para a implementação e/ou participação em comunidades de energia. Estes benefícios poderão também

estar associados a questões sociais, especialmente quando se trata de autoridades locais que, através da redução dos custos com energia dos cidadãos, poderão contribuir para a resolução de questões sociais como a pobreza energética e o acesso a serviços essenciais. Ademais, a existência de metas e políticas – locais, nacionais e internacionais – é também considerado um fator impulsionador. Poderá ser considerado um fator interno, no caso em que as autoridades locais são os promotores das comunidades, contribuindo para atingir as metas definidas a nível local. No caso das metas nacionais e internacionais, será acima de tudo um fator impulsionador externo, reduzindo a incerteza e o risco associado ao investimento em comunidades de energia. Por fim, a existência de atores locais com competências e conhecimentos necessários para o estabelecimento e operação das comunidades de energia é crucial. Por exemplo, a existência de um líder local é vista como crucial para conseguir o envolvimento da comunidade local. As autoridades locais também têm tido este papel de impulsionador e agregador, tendo a capacidade de recrutar os seus municípios e as empresas locais. Parceiros que sejam capazes de apoiar na definição das características técnicas e tecnológicas, incluindo as agências de energia locais, poderão também ser relevantes para apoiar na definição do conceito de comunidade e na sua operação e gestão.

Boas práticas e fatores de sucesso

Nos últimos tempos, tem havido uma preocupação em identificar casos de sucesso e caracterizá-los, por forma a identificar modelos de negócio e modelos organizacionais que possam ser replicados e transferidos para outros contextos [10] [7]. Tem sido feito um esforço para identificar os fatores externos que são tidos como importantes para impulsionar o desenvolvimento das comunidades de energia e/ou para garantir o seu sucesso uma vez implementadas.

A análise destes casos resulta em três conclusões relevantes:

(1) A importância de simplificar e garantir a continuidade do enquadramento regulatório aplicável, em paralelo com um programa dedicado de informação e apoio a potenciais promotores de comunidades de energia.

A simplificação dos processos e requisitos de licenciamento e operação são essenciais para promover a participação de novos atores em iniciativas comunitárias de energia, reduzindo os encargos com o seu desenvolvimento e implementação e reduzindo a necessidade de profissionalização. Além

disso, um contexto regulatório estável é também essencial para reduzir o nível de incerteza e o risco associado ao investimento em comunidades de energia. Independentemente do nível de simplificação conseguido, será sempre relevante a presença de programas de sensibilização e informação, de forma a desmistificar o conceito e apoiar os diferentes atores a participar de forma ativa e adaptada às suas necessidades.

(2) A relevância das autoridades locais/cidades na promoção de iniciativas comunitárias de energia.

Os municípios e outras entidades locais têm vindo a ser reconhecidos como cruciais para a transição energética e, de uma forma geral, para o combate às alterações climáticas. As suas competências regulatórias e de governança, a par com a proximidade aos cidadãos individuais e às empresas, criam o contexto necessário para a promoção do papel ativo e a responsabilização dos cidadãos na transformação do sistema. No caso específico das comunidades de energia, a participação dos municípios enquanto promotores ou facilitadores em vários casos de sucesso confirmam esse papel fundamental das autoridades locais. Esta importância é também reconhecida a nível europeu e nacional, com a criação de programas de incentivo para a criação de comunidades de energia dirigidos especificamente para os municípios e/ou outras autoridades locais.

(3) A necessidade de adaptação do modelo de negócio e do modelo organizacional ao contexto e ao próprio modelo de comunidade.

Ao analisar os diferentes modelos de comunidade de energia, verifica-se uma multiplicidade de modelos de negócio e de formas organizacionais, não sendo possível identificar um único modelo que seja transferível para todos os contextos. É por isso crucial a identificação de diferentes modelos de negócio tipo, que possam depois ser adaptados aos diferentes contextos sociais, económicos e regulatórios, facilitando potenciais promotores na definição do seu modelo de negócio, mas permitindo a consideração das especificidades do contexto. Além disso, verifica-se também a importância do regulamento interno das comunidades, enquanto espinha dorsal do funcionamento da comunidade, sendo uma ferramenta essencial para o sucesso da sua implementação. A identificação e tipificação dos modelos de negócio deverá sempre ser acompanhada pela disseminação de casos concretos, que permitam a divulgação do conceito de forma a reduzir a desconfiança e a perceção de risco associados a este tipo de iniciativas.

Como reflexão final, é de notar que a implementação de comunidades de energia (ou iniciativas semelhantes) na União Europeia, quatro anos após a publicação da nova Diretiva para a Energia Renovável, está bastante aquém do seu potencial. Para acelerar a disseminação do conceito a larga-escala será necessário investir em informação e disseminação, no apoio aos municípios enquanto principais promotores e facilitadores, e na implementação de um quadro facilitador, nomeadamente através de mecanismos de incentivo que tenham em conta as especificidades deste tipo de iniciativas.

Referências

- [1] Comissão Europeia (2021) COM(2021) 550 Final Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões Objetivo 55: alcançar a meta climática da EU para 2030 rumo à neutralidade climática. Bruxelas, 14-07-2021.
- [2] Comissão Europeia (2019a) *Clean Energy for all Europeans*. Publications Office of the European Union, Luxemburgo.
- [3] Comissão Europeia (2019b) COM(2019) 640 final Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões Pacto Ecológico Europeu. Bruxelas, 11-12-2019.
- [4] Comissão Europeia (2018) Diretiva (EU) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de dezembro de 2018 relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis (reformulação). Jornal Oficial da União Europeia n.º 328/2018, 21-12-2018.
- [5] Comissão Europeia (2019c) Diretiva (UE) 2019/944 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, relativa a regras comuns para o mercado interno da eletricidade e que altera a Diretiva 2012/27/EU. Jornal Oficial da União Europeia n.º 158/2019, 14-06-2019
- [6] Lowitzsch J (2019) Investing in a Renewable Future – Renewable Energy Communities, Consumer (Co-) Ownership and Energy Sharing in the Clean Energy Package. *Renewable Energy Law and Policy Review* 9(2), 14-36. doi:10.4337/relp.2019.02.02.
- [7] Caramizaru, E. and Uihlein, A. (2020) *Energy communities: an overview of energy and social innovation*, EUR 30083 EN, Publications Office of the European Union, Luxemburgo. ISBN 978-92-76-10713-2, doi:10.2760/180576, JRC119433.
- [8] RESCoop.eu (2022) Transposition Tracker. Disponível em: <https://www.rescoop.eu/policy>, Último acesso: 14-04-2022.
- [9] Standal, K. and Aakre, S. (2022) D2.3 Synthesis Report of Case-Studies on Drivers and Barriers in 5 Selected Target Regions. COME RES Project, EU Horizon 2020 research and innovation programme.
- [10] Maleki-Dizaji, P.; Nowakowski, P.; Kudrenickis, I. and Rueda F. (2022) D5.2 Good Practice Portfolio of Renewable Energy Communities. COME RES Project, EU Horizon 2020 research and innovation programme.

3. A dimensão estado das comunidades de energia renovável

Andreia M. Carreiro

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.4>

A União Europeia, em 2016, no âmbito do pacote “Energia Limpa para todos os Europeus”¹, acordou numa atualização da estrutura de política energética europeia que visa acelerar, transformar e consolidar a transição energética, garantindo o cumprimento do Acordo de Paris² para reduzir as emissões

¹ https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en

² https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en

de gases com efeito de estufa e, simultaneamente, promover a criação de emprego e o crescimento económico. Portugal, neste mesmo ano, na Conferência das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, assumiu o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até 2050.

Neste sentido, foi aprovada a Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018³, relativa à promoção da utilização de fontes de energia renováveis, que introduz as comunidades de energia renovável (CER), prescrevendo a obrigação dos Estados-membro assegurarem “... que as comunidades de energia renovável estejam em condições de participar nos regimes de apoio disponíveis, em pé de igualdade com outros grandes participantes”.

Em 2019, a Comissão Europeia lançou o Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*)⁴ com um conjunto de políticas e estratégias a fim de combater a ameaça global e alcançar uma redução das emissões líquidas de gases com efeito de estufa de, pelo menos, 55% até 2030, em comparação com os níveis de 1990, estabelecendo um caminho para uma economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, assegurando uma transição socialmente justa, de forma a não deixar ninguém, nem nenhuma região para trás.

Assim, em 2021, foi apresentado o pacote “Fit for 55”⁵, que consiste num conjunto de propostas destinadas a rever e a atualizar a legislação da União Europeia e a criar novas iniciativas com o objetivo de assegurar que as políticas estejam em consonância para alcançar a meta de reduzir as emissões de CO₂ em pelo menos 55%, até 2030, e a neutralidade carbónica até 2050.

Por sua vez, em março de 2022, no seguimento da invasão russa na Ucrânia, foi criado o REPowerEU⁶, uma ação conjunta para uma energia mais acessível, segura e sustentável, que visa tornar a Europa independente dos combustíveis fósseis provenientes da Rússia antes de 2030, com o intuito de aumentar a resiliência e a diversificação de fontes e fornecedores, bem como promover a utilização de biometano e hidrogénio renovável.

Em linha com as diretivas e ambições europeias, Portugal assumiu ambiciosos compromissos em matéria de descarbonização e transição energética

3 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=LV>

4 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

5 <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/>

6 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511

e tem vindo a desenvolver um conjunto de iniciativas com vista à aceleração destes desígnios, também pela necessidade imperiosa de alcançar uma maior segurança de abastecimento associada a uma crescente independência energética, fruto quer das oscilações dos preços da energia no mercado no seguimento da pandemia COVID-19, quer pela crise energética sentida por toda a Europa no seguimento da guerra na Ucrânia.

Assim, o Estado Português, empenhado na revolução do sistema energético e na aceleração da transição energética,

sendo indutor de inovação, investigação e desenvolvimento do setor, atua e deverá continuar a atuar no desenvolvimento de políticas públicas, abertas à participação ativa e contributo de todos os interessados, capazes de dar resposta às necessidades dos cidadãos, famílias e empresas, tais como:

- Na criação de legislação com a identificação de um enquadramento regulamentar e regulatório, claro e objetivo nos requisitos, ao mesmo tempo que confere liberdade, dinamismo e criatividade para o desenvolvimento e integração de soluções e tecnologias inovadoras, com potencial para fomentar o surgimento de novos mercados com vista à transformação do sistema elétrico atual, num sistema elétrico inteligente, mais digitalizado, descarbonizado e democratizado;
- No desenvolvimento de sistemas de incentivo, ao alcance de todos, nomeadamente, das entidades públicas, das empresas e dos cidadãos, incluindo os economicamente mais vulneráveis e sem capacidade de investimento inicial, para que a transição energética ocorra de forma justa, democrática e coesa. A este nível, há que destacar o Plano de Recuperação e Resiliência⁷, com foco na transição climática, através da aposta na reabilitação dos edifícios para assegurar maiores condições de habitabilidade e um maior desempenho energético e ambiental, com incorporação de soluções que promovam o conforto térmico, a eficiência energética e a produção local de energia a partir de fontes renováveis, em linha com a Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE), aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 8-A/2021, de 3 de fevereiro. Ao mesmo tempo, estimula o tecido empresarial, com especial incidência na indústria portuguesa, a descarbonizar-se e a produzir a sua própria energia assegurando, assim, a sua crescente autonomia energética e competitividade no mercado global;

⁷ <https://recuperarportugal.gov.pt/?lang=en>

- No reforço de meios e capacitação das entidades públicas estratégicas que possibilitam a existência de projetos que contribuem para acelerar a transição energética, em especial, a entidade licenciadora, bem como uma cada vez maior orquestração, sinergia e cooperação entre as demais entidades intervenientes no Sistema Elétrico Nacional (SEN), incluindo as que atuam em matéria de energia, ambiente, conservação da natureza, ordenamento e gestão do território, assim como com os municípios, os operadores de rede, os operadores de mercado, etc. para que sejam os verdadeiros impulsionadores da sua concretização de forma ágil, com respostas e licenciamentos rápidos, sem constrangimentos, barreiras ou entraves;

- Na elaboração e promoção dos instrumentos de política pública estratégicos em matéria de energia e clima, reveladores da determinação de Portugal para estar na vanguarda da transição energética rumo a um futuro neutro em carbono, materializando-se em metas ambiciosas para 2030 e 2050, patentes no Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho⁸, e no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho⁹, respetivamente, bem como na Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 63/2020¹⁰. Destaca-se o objetivo de integrar cerca de 47% no consumo final de energia, em 2030, exigindo que, no mínimo, 80% da eletricidade seja produzida a partir de fontes renováveis.

No âmbito do PNEC, merece particular relevância a produção local e descentralizada de energia a partir de fontes renováveis, para alcançar o objetivo de redução da dependência energética do país, quer por via do autoconsumo, individual e coletivo, quer pelo desenvolvimento de CER, onde é possível produzir e gerir energia, partilhando custos e benefícios com os seus membros.

Na ótica da transição energética, as CER apresentam um enorme potencial para se constituírem como laboratórios vivos e incubadoras para testar novas abordagens e soluções, tecnologias disruptivas, aliando a transição energética à transição digital, com potencial para gerar novos modelos de

8 <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

9 <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/107-2019-122777644>

10 <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/63-2020-140346286>

negócio e fomentar a criação de novos mercados, nomeadamente, os mercados locais de energia, de flexibilidade, de inércia, de capacidade, entre outros.

Neste âmbito, terá particular relevância a cooperação entre diversos agentes representativos da sociedade, destacando-se as organizações públicas, o sistema científico e tecnológico, as empresas e os cidadãos.

Em concreto, as CER têm por objetivo principal propiciar aos membros benefícios ambientais, económicos e sociais, tendo a faculdade de produzir energia a partir de fontes renováveis, consumir, armazenar, comprar e vender energia com os seus membros ou com terceiros, bem como partilhar e comercializar entre os seus membros a energia renovável produzida localmente e, ainda, aceder a todos os mercados de energia, incluindo de serviços de sistema, tanto diretamente como através de agregação e de forma não discriminatória.

Para o efeito, é essencial encarar a transição energética assente em 4 pilares fundamentais para que seja possível uma incorporação eficaz das CER no SEN: a descarbonização, que se prende com a redução das emissões de gases com efeito de estufa, alcançada, entre outras vias, pelo aumento da eficiência energética, pela redução do uso de combustíveis fósseis e pelo incremento da incorporação de fontes de energia renováveis; a descentralização e a democratização, pela evolução de consumidores passivos, incluindo os economicamente mais vulneráveis, para agentes ativos, capazes de, por um lado, consumir e flexibilizar o consumo em resposta a estímulos, nomeadamente, a sinais de preço, ou outros, por via direta ou de forma agregada, por outro, armazenar o excedente de produção quer numa bateria ou num veículo elétrico, e produzir energia a partir de fontes renováveis localmente, podendo, ainda, partilhar ou transacionar a energia produzida no seio da sua comunidade sem a presença de terceiros (i.e., *P2P – Peer-to-peer*), minimizando custos e maximizando proveitos para os seus membros, sendo possível otimizar o uso de energia, interagir com a rede e a esta providenciar serviços de sistema e de flexibilidade para a sua melhor operação, robustez e resiliência; a digitalização, através da aposta nas novas tecnologias de informação e comunicação, com recurso a soluções compostas por múltiplos sensores, atuadores e sistemas conectados e interoperáveis, coordenados com recurso a algoritmos e sistemas operativos sofisticados que incorporam inteligência artificial e outras tecnologias emergentes, capazes de monitorizar, realizar o tratamento de grande quantidade de dados num curto espaço de tempo, possibilitando às CER uma gestão dinâmica,

inteligente e segura dos seus ativos de energia distribuída (i.e., unidades de produção de base renovável, baterias, veículos elétricos, equipamentos de climatização e outros, com ou sem flexibilidade) para uma maior otimização de fluxos energéticos, permitindo que os seus membros beneficiem de energia limpa a preços baixos e sem sujeição às flutuações de mercado.

As CER reforçam o papel do cidadão enquanto agente ativo na descarbonização e na transição energética, impulsionam uma transição justa e democrática da sociedade, fomentam uma maior coesão social e territorial, criando condições equitativas para todos, contribuindo para a redução das desigualdades, nomeadamente através do acesso e participação em serviços energéticos essenciais, sendo estes instrumentos cruciais para combater a pobreza energética.

As CER não são apenas uma oportunidade para os cidadãos, mas também para as empresas, incluindo a indústria nacional, que poderá, por um lado, descarbonizar-se, através do autoconsumo de base renovável, reduzindo a sua pegada ecológica e, por outro lado, aumentar a sua competitividade, pela redução significativa dos custos com a energia associados ao autoconsumo e à gestão otimizada dos fluxos energéticos, cujos excedentes poderão ser partilhados com a comunidade envolvente, bem como pela participação ativa no sistema elétrico nacional com o fornecimento de flexibilidade e outros serviços de sistema relevantes à rede.

Importa, por isso, assegurar as condições necessárias para a evolução progressiva do SEN, assente num modelo integrado que combine diversas abordagens e soluções, com especial foco nos sistemas descentralizados, que possibilite às CER e aos seus membros uma participação ativa nos mercados, atuar como clusters ativos pela capacidade de gerir e otimizar os fluxos energéticos, bem como pelo fornecimento de serviços de produção local de energia, serviços de flexibilidade de recursos distribuídos e armazenamento, serviços de resposta da procura, entre outros, incluindo abordagens inovadoras com o uso de veículos elétricos, tais como o V2G (*Vehicle to Grid*). A este respeito, em concreto, considera-se essencial uma revisão do Decreto-Lei n.º 39/2010, de 26 de abril, na sua redação atual, relativo à organização, acesso e exercício de atividades de mobilidade elétrica, tendo em consideração a inovação e evolução dos mercados, das soluções e pela necessidade da sua crescente integração com o SEN, em especial no que às CER diz respeito, para que seja possível almejar uma abordagem integrada e holística, em linha com o mais recente Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de

janeiro¹¹, que estabelece a organização e o funcionamento do SEN, transpondo a Diretiva (UE) 2019/944 e a Diretiva (UE) 2018/2001.

O diploma assegurou a mudança de paradigma do SEN, com transformações profundas, bem como com inúmeros desafios e, com estes, oportunidades, possibilitando a sua evolução de um sistema assente em produção centralizada para um modelo descentralizado, que incluía a produção distribuída, o autoconsumo, as CER, a gestão dinâmica de redes inteligentes e que assegure a participação ativa dos consumidores, na produção e nos mercados. Neste contexto, importa destacar a necessidade de os operadores recorrerem a mecanismos de recurso à contratação, em mercado, de flexibilidade de recursos distribuídos, tais como o armazenamento, as medidas de resposta da procura e da produção de eletricidade, entre outros.

Assim, o diploma vem dar resposta a um conjunto de necessidades e desafios, colocados pelos principais instrumentos estratégicos que orientam a política energética, e procedeu à revisão do enquadramento legal do autoconsumo e das CER, na sequência da experiência adquirida no âmbito da concretização de projetos desenvolvidos ao abrigo do Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro, bem como no seguimento dos vários contributos efetuados pelos diversos agentes de mercado ao abrigo da consulta pública¹² promovida pelo Governo e que mereceu uma participação ativa e alargada, tendo, seguramente, contribuído para robustecer o diploma então aprovado e publicado, sendo esta uma prática de extrema importância na construção de políticas públicas capazes de dar respostas concretas aos reais desafios e necessidades.

No âmbito do autoconsumo e das CER, o referido diploma vem clarificar aspetos relevantes e introduzir melhorias que visam promover, por um lado, a inovação do setor, por outro, impulsionar uma maior agilização e eficiência nos processos de licenciamento, como por exemplo: no próprio conceito de CER, dando relevância à flexibilidade do consumo e cargas, ao armazenamento e à produção local, definiu de forma mais precisa o conceito de proximidade, incluindo aspetos técnicos e elétricos, e não apenas físicos, conferindo, assim, uma maior amplitude à expansão das CER, mantendo-se o grau de liberdade e discricionariedade, mediante apreciação caso a caso por parte da entidade licenciadora.

¹¹ <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>

¹² <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/energia/detalhe/nova-legislacao-do-sistema-eletrico-aprovada-apos-consulta-publica-com-mais-de-150-participacoes>

As CER usufruem de tratamento diferenciado e favorável, também no que diz respeito às tarifas de acesso às redes e, neste âmbito, foi proporcionada uma discriminação positiva para a indústria consumidora intensiva de energia, sempre que não seja possível assegurar a instalação de fontes de energia renováveis na proximidade das instalações de consumo. A este respeito, há que destacar a publicação da Portaria n.º 112/2022, de 14 de março¹³, que regula o estatuto do cliente eletrointensivo dedicado às instalações de consumo intensivo de energia, que beneficia da isenção da aplicação dos critérios de proximidade entre as unidades de produção e a localização da instalação de consumo, bem como da isenção total de encargos correspondentes com os custos de política energética, de sustentabilidade e de interesse económico geral (CIEG) que incidem sobre a tarifa de uso global do sistema, na componente de energia elétrica autoconsumida.

Consagra-se, também, um maior dinamismo, quer nos contratos de fornecimento a preços dinâmicos, diferenciados entre períodos horários, com vista a influenciar o perfil do consumo, promovendo a flexibilidade, quer na partilha de energia entre os membros, através de abordagens de gestão dinâmica, não só pela definição de coeficientes, fixos e/ou variáveis, mas também pela integração de sistemas específicos de gestão dinâmica, capazes de assegurar a interoperabilidade com os sistemas do operador de rede para efeitos de partilha e contagem, onde se pretende um maior dinamismo e a incorporação de soluções inteligentes e interoperáveis capazes de gerir os recursos nas CER de forma ativa, em estreita cooperação com os sistemas do operador de rede e, com eficiência, otimizar os fluxos de eletricidade entre os membros da CER, incentivando o surgimento de novas áreas de prestação destes serviços inovadores. Há, a este respeito, a necessidade desta interoperabilidade ser objeto de regulamentação da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), bem como de uma nova atualização ao Regulamento do Autoconsumo, aprovado pelo Regulamento n.º 373/2021, de 5 de maio¹⁴, a fim de acomodar as demais inovações ao abrigo da legislação em vigor.

No referido diploma, foram clarificados aspetos administrativos e técnicos para que o promotor possa proceder à implementação das CER com maior eficácia, menor incerteza e a custos inferiores, assente numa cada vez maior simplificação e agilização de processos, sendo, inclusive, em determinadas circunstâncias, dispensada a pronúncia do operador da Rede Elétrica de

¹³ <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/112-2022-180398375>

¹⁴ https://www.erse.pt/media/zthbik1e/regulamento-n-373_2021.pdf

Serviço Público (RESP). O diploma possibilita, ainda, a conversão de unidades de pequena produção, de microprodução e de miniprodução em unidades de produção para autoconsumo, bem como o reequipamento, conferindo um acréscimo de 20% na potência de ligação, remunerada a preço livremente praticado em mercado, de forma simplificada.

Com a crescente eletrificação de consumos, incluindo a mobilidade elétrica, há que integrar as CER numa pluralidade de soluções, que, numa lógica de complementaridade, auxiliam numa eficaz gestão do sistema elétrico, capaz de providenciar serviços de sistema e de flexibilidade, permitindo uma maior integração de fontes de energia renováveis, ao mesmo tempo que garante uma maior estabilidade, segurança e qualidade de abastecimento, possibilitando a acomodação dos diversos recursos, incluindo os intermitentes e variáveis do sistema.

Com o novo enquadramento legal, é evidente a aposta e compromisso de Portugal numa trajetória de crescimento sustentável, assente na descarbonização e na transição energética, com especial destaque no autoconsumo e nas CER, no cidadão enquanto agente ativo e de mudança para o surgimento de novos mercados de energia, bem como em reduzir a diferença de horizontes temporais muitas vezes existentes entre o Estado, as empresas e os cidadãos.

Desta forma, é possível impulsionar a inovação nas empresas e demais entidades interessadas, com o envolvimento do cidadão e com o apoio imprescindível do Estado, permitindo ainda a revitalização social do território com a dinamização de novas relações entre instituições, empresas e a comunidade, fomentando o desenvolvimento social e económico numa lógica de complementaridade com o sistema elétrico nacional, de modo a assegurar o cumprimento das metas e objetivos de Portugal em matéria de energia e clima.

4. O envolvimento dos cidadãos para a redução de emissões

Lurdes Ferreira

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.5>

A atual geração de Europeus vai na segunda transição energética da sua vida. Primeiro, assistiu ao processo de liberalização do mercado de energia, com a desverticalização (*unbundling*) dos grandes grupos do sector, nas décadas de 1980 a 2000. Agora, cidadãos e comunidades são chamados a uma participação inédita, direta, e que se apresenta como decisiva, na nova

prioridade que é a descarbonização da economia da UE, face à pressão das alterações climáticas.

Duas diretivas europeias, da Energia Renovável (2018) e do Mercado de Eletricidade (2019), dão corpo legal a esse desígnio. Instituem duas novas entidades jurídicas, que são as CER (Comunidade de Energia Renovável)¹ e as comunidades de cidadãos para a energia (CCE)², para estarem no “centro do futuro sistema de energia”, fazendo de cidadãos e comunidades autoconsumidores e coproprietários [1].

Esta nova categoria de atores do setor energético, consagrada pela primeira vez na lei europeia, trata do consumidor “empoderado” ou “prosumidor”³, em que é simultaneamente consumidor, produtor, armazenador, coproprietário de unidades de energia renovável e participante em comunidades de energia [2]. Este consumidor participa ativamente na comunidade e no mercado de energia, decidindo a forma e a produção de energia, com um foco fortemente local na tomada de decisão, na partilha de energia e na redistribuição de benefícios.

As duas diretivas são semelhantes em três pontos fundamentais de governança das comunidades. Regem-se por uma participação aberta e voluntária dos seus membros, devem procurar o benefício social, económico e ambiental em vez do lucro financeiro, e estabelecer regras de controlo efetivo. Já quanto às diferenças, as CER só tratam de energia renovável, de escala local, de comunidades organizadas na “proximidade” dos seus projetos, com

1 Diretiva para a Promoção da Energia Renovável, Art. 14.º, n.º 16: «CER»: uma entidade jurídica que a) de acordo com o direito nacional aplicável, tem por base uma participação aberta e voluntária, é autónoma e é efetivamente controlada por acionistas ou membros que estão localizados na proximidade dos projetos de energia renovável os quais são propriedade dessa entidade jurídica e por esta desenvolvidos, b) cujos acionistas ou membros são pessoas singulares, PME ou autoridades locais, incluindo municípios, c) cujo objetivo principal é propiciar aos seus acionistas ou membros ou às localidades onde opera benefícios ambientais, económicos e sociais em vez de lucros financeiros”.

2 Diretiva para o Mercado Interno da Eletricidade, Art. 2.º, n.º11: «Comunidade de cidadãos para a energia», uma entidade jurídica: a) com base numa participação aberta e voluntária, que seja efetivamente controlada pelos seus membros ou pelos titulares de participações sociais que são pessoas singulares, autoridades locais, incluindo municípios, ou pequenas empresas, b) cujo principal objetivo é proporcionar benefícios ambientais, económicos ou sociais aos seus membros ou titulares de participações sociais ou às zonas locais onde operam e não gerar lucros financeiros, e c) pode participar em atividades de produção, inclusive de energia de fontes renováveis, de distribuição, de comercialização, de consumo, de agregação, de armazenamento de energia, de prestação de serviços de eficiência energética, ou de serviços de carregamento para veículos elétricos ou prestar outros serviços energéticos aos seus membros ou aos titulares de participações sociais.

3 Na língua inglesa, “prosumer” produz e consome, e o “prosumage” acontece quando envolve também o armazenamento de energia.

participação de autoridades locais e PME, enquanto as CCE abrangem todas as origens de eletricidade e extravasam o âmbito local. Estas comunidades podem tomar várias formas: cooperativas, associações, parcerias, organizações não-lucrativas e também como pequenas e médias empresas.

A esta governação da energia, descentralizada, democrática, baseada em comunidades, uns chamam energia cívica, outros cidadania energética ou ainda democracia da energia. É uma nova realidade que vai emergindo em coexistência com os sistemas dominantes centralizados e de larga escala, das grandes redes de transporte e de distribuição de energia.

É das CER que se espera mais, pelo seu contributo direto para as metas de redução das emissões de GEE dos estados-membros da UE. A política manifesta uma forte expectativa sobre o “potencial” de mudança com a CER, e a ciência tem-no estudado: é o potencial de descarbonização, de eficiência e de inovação do sistema elétrico; mais o potencial de descentralização, de democratização e de justiça. Do ponto de vista técnico, deseja-se que as CER acrescentem eficiência, valor, tecnologia e complexidade ao sistema. Do ponto de vista ético, são vistas como bom ponto de partida para uma transição justa para os que são mais afetados pelas alterações climáticas, mais vulneráveis e que menos contribuíram para elas, seja pela geografia, rendimento, género ou outro. É das CER que importa falar aqui.

Da base da sociedade para o topo

No movimento global de atenção à base da sociedade, que se verifica em tantas áreas e políticas, a cimeira de Paris, em 2015, foi um dos seus pontos altos, ao declarar incontornável a inclusão da base da organização social, como as comunidades de energia, na governação do clima e a partir delas (*bottom-up*) articuladas com os outros níveis de maior escala. Perante o fracasso da política climática coordenada ao nível global e nacional (*top-down*), os decisores renderam-se à realidade que Ostrom [3] estudara décadas atrás, ao demonstrar a capacidade de as comunidades terem sucesso no cuidado dos recursos comuns quando as políticas centrais falham. Ostrom narrou casos de sucesso de apropriação, auto-organização e auto-governação de recursos comuns ao nível das comunidades, valorizando o papel destes utilizadores de recursos comuns em pequena escala.

A investigação de Ostrom [4] explica a importância das comunidades. Primeiro, as soluções globais negociadas à escala global demoram demasiado

tempo e não têm garantia de resultar sem o apoio de uma série de esforços ao nível nacional, regional e local. A ação coletiva de pequena escala é a base da de grande escala. Em segundo, a cooperação nos grupos de pequena e média escala perante problemas de ação coletiva relacionada com problemas ambientais é mais forte do que a não cooperação e do que os “oportunistas” (*free riders*). Em terceiro, os governos locais e as comunidades reconheceram que as ações ao nível local são uma grande fonte de emissões de carbono e que é necessário enfrentá-las localmente. O crescente “esforço verde” ao nível local, com as cidades a prometerem reduções das suas emissões de GEE até à neutralidade carbónica, tem-se apoiado em alianças intercontinentais como a C-40. Em quarto, as políticas governamentais precisam da adesão dos seus cidadãos e a confiança na objetividade, eficácia e justiça dos responsáveis governamentais é mais importante para viabilizar uma política do que o uso da força.

Enquanto os planos globais e nacionais vão falhando as metas de redução da concentração de GEE na atmosfera, como alertam crescentemente os relatórios do IPCC [5], os níveis nacionais, regionais, locais e de comunidades encontram espaço para crescer e inovar. As CER são agora chamadas a contribuir para fechar o gap.

Onde crescem as CER

A diretiva das energias renováveis reconhece “o papel dos cidadãos na transição energética, na medida em que estes se apropriam dela, tiram proveito das novas tecnologias para reduzir a sua fatura energética e participam ativamente no mercado”.

O fenómeno emergente das CER na Europa observa-se nos países com fortes incentivos às energias renováveis (tarifas feed-in e incentivos fiscais), e de maior tradição de ação comunitária, sobretudo de tipo cooperativo, abrangendo mais a Alemanha, Dinamarca, Países Baixos e Reino Unido e não será por acaso. Está estudada a correlação entre incentivos, comunidades de energia e tradição de propriedade cidadã à escala local [6][7]. O padrão mais forte tem sido o modelo cooperativo, para a produção de energia, sendo que as iniciativas mais recentes abrangem também fornecimento de energia, eficiência energética e mobilidade elétrica⁴.

⁴ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119433>

São diversos os projetos de comunidades de energia solar e eólica, em edifícios escolares, rurais e residenciais na UE, sobretudo na Alemanha e na Dinamarca [8]. Exemplos: produção de energia solar, eólica e hídrica para venda à rede, venda ou revenda de eletricidade e gás, partilha local de energia entre membros, distribuição de eletricidade, calor e biogás, serviços de energia, como eficiência energética e poupança, flexibilidade, armazenamento, integração em redes inteligentes, gestão de energia, *car-sharing*, operação e gestão de postos de carregamento, serviços de consultoria para o desenvolvimento de iniciativas de comunidades de energia, de lançamento de campanhas de sensibilização e de medidas contra a pobreza energética.

Pode-se definir a experiência concreta da governação democrática da energia na UE por uma paleta de tons, desde a clara democracia nas comunidades que se sustenta no próprio investimento comunitário, às soluções cinzentas, híbridas, “expansionistas”, de comunidades com stakeholders privados e semipúblicos, de “investidores” com objetivos de lucro, em relação às quais se questiona se a democracia da energia se mantém intacta (casos observados no Reino Unido e nos Países Baixos).

Vários inquéritos às motivações dos participantes nas comunidades de energia têm resultados coerentes entre si. A consciência ambiental e a independência em relação aos produtores de energia estão no topo das razões, identificadas em respostas como “preocupações acerca dos impactos das tecnologias de energia tradicionais”, “participação na transição de energia”, “interesse na produção de eletricidade e calor verde”, “propriedade de infraestruturas locais de energia” [9]. As motivações económicas, relacionadas com custos de energia e rendimento, são menos expressivas, sendo ainda menor a importância dada à segurança do abastecimento e à autosuficiência.

Apesar destes exemplos, são ainda escassos os dados da história cidadã do sistema energético europeu. Há dados nacionais como da Alemanha, onde em 2016 os cidadãos detinham 42% da capacidade total de energia renovável instalada⁵, e onde a energia renovável representa 19,3% do consumo final de energia⁶. Em 2019, mais de 1750 iniciativas de CER estavam ativas na Alemanha, mais de 700 na Dinamarca [10] e entre 150 e 500 nos Países Baixos, consoante os autores [11]. Calcula-se em 3500 o número de cooperativas de energias renováveis na Europa [12], sem contar com outras

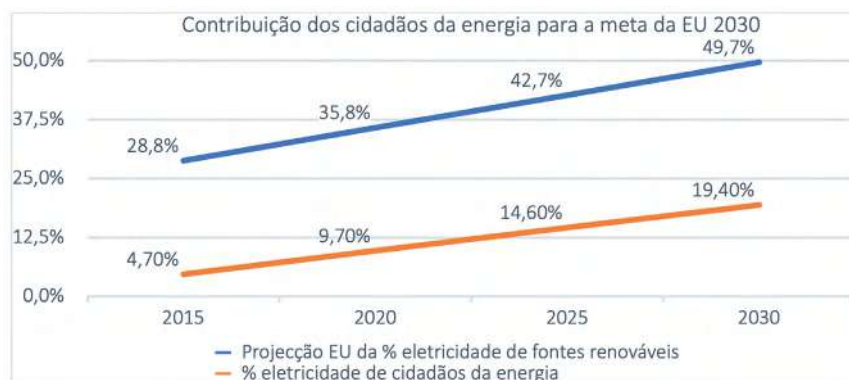
5 <https://www.unendlich-viel-energie.de/media-library/charts-and-data/infographic-dossier-renewable-energy-in-the-hands-of-the-people>

6 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics

cooperativas de energia (por exemplo, calor), concentrando-se também nos países do Norte e Centro da Europa.

Envolver os cidadãos

Com base nestes dados, desenham-se dois retratos para a UE das comunidades de energia renovável, o da Europa com experiência e tradição e o da outra Europa sem esse conhecimento e prática. Portugal é um exemplo, não sendo o único, deste segundo retrato, sendo um país onde só a partir da primeira transposição da diretiva europeia se possibilita e se fomenta o autoconsumo individual (já se permitia) e coletivo (novo) e a constituição de comunidades de energia (novo) [13], e onde não consta o registo oficial de uma comunidade de energia à data de 2017 [14]⁷.



Fonte: CE Delft 2016.

Projeções gerais para 2030 [14] indicam que as comunidades de energia poderão ser detentoras de cerca de 17% da capacidade instalada de eólica e 21% de solar na Europa. Por volta de 2050, quase metade dos europeus produzirão a sua energia renovável [15] e 37% dela virá das comunidades de energia. Por essa altura, Portugal prevê que as famílias e pequenos produtores com comunidades e cooperativas contribuam com mais de 20% da produção total de eletricidade de fonte renovável. São metas que têm também em vista os compromissos da União Europeia para a neutralidade carbónica.

⁷ <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

Falta agora ver o impacto da nova lei das CER na vida dos europeus. A diversidade de tipos de CER que se desenvolveram em vários países, ao longo de anos, são sinal de que as comunidades locais estão “ansiosas por promover a produção de energia sustentável e serem uma alternativa de governança democrática da produção e fornecimento de energia” [14]. E as principais motivações de quem as governam, desde a preocupação climática ao interesse pelo poder de “produzir”, não podiam estar mais alinhadas com os objetivos de política, sendo-lhes conferido um papel impulsionador na governança climática, pela importância que o fenómeno emergente atingiu [16].

Mas não chega. As iniciativas das comunidades de energia, o seu papel e a sua motivação dependem fortemente do contexto institucional e político. A capacitação de novos atores que atenda a diferentes realidades é provavelmente o fator mais crítico para que haja envolvimento dos cidadãos em comunidades. Estudos mostram [17] que, para garantir que a intenção da diretiva da energia renovável é preservada, é importante que os decisores políticos deem prioridade à capacitação técnica, política e institucional dos membros das CER, em especial quando a experiência é tão desigual entre os países.

Portugal até foi um dos primeiros países do mundo a ter uma lei sobre cooperativismo, no séc. XIX, mas a sua história de políticas mais ou menos contraditórias e de um centralismo crescente deu-lhe uma representação que é hoje residual, embora importante no ramo agrícola [18]. Em 1999 o setor cooperativo absorvia 1,1% do emprego do país⁸. A necessidade de capacitação no cooperativismo português chegou a ser reconhecida no final dos anos de 1970, com a criação do Instituto António Sérgio do Sector Cooperativo (INSCOOP, hoje CASES), em que um dos seus objetivos era dotar o movimento de dirigentes, cooperadores e quadros técnicos habilitados - uma preocupação que se manteve.

Um outro aspeto da capacitação é a promoção do “localismo” em países de prática centralista, sendo que o envolvimento local é fundamental nas CER [19]. As autoridades locais e os municípios, sobretudo os que assinaram o Pacto dos Autarcas, têm responsabilidades acrescidas na sua dinamização, especialmente para combater a pobreza energética. Um exemplo é o município de Londres que apoia as suas comunidades, com a criação de projetos de energia renovável para os cidadãos que passam a coproprietários, e com intervenção do Fundo municipal de Energia para a Comunidade. Os governos e autoridades locais são dinamizadores e beneficiários das

⁸ Faltam dados mais recentes.

comunidades de energia; são facilitadores de políticas e de projetos; e são operadores de infraestruturas, com exemplos por várias cidades europeias do Reino Unido, França, Alemanha, Hungria, Áustria, Bélgica, Croácia, entre outros.

Para que o envolvimento dos cidadãos dos países com fraca experiência em iniciativas como estas aconteça, são necessários programas desenhados à medida das suas diferenças e que correspondam à ambição do que lhes é pedido. A diversidade de experiências não permite uma solução única, tal qual o problema climático. As alterações climáticas são ao mesmo tempo, um problema global (o nível de emissões de GEE distribui-se uniformemente na atmosfera) e um problema local (o impacto das alterações climáticas sente-se de forma diferenciada, consoante a geografia, as condições económicas e ecológicas, adaptação a eventos extremos e investimentos realizados) [20].

Dois outros fatores críticos para o envolvimento dos cidadãos são a adequação das infraestruturas e a regulamentação. A adequação das infraestruturas a um sistema descentralizado, flexível, inteligente, com as CER e, por isso, tecnologicamente mais exigente significa acomodar uma fatia crescente de centrais de energia renovável com fluxos de eletricidade nos dois sentidos (através de interfaces com inversores). Sem a digitalização integral do sistema, baseada nos princípios de interoperabilidade e de proteção de dados, será difícil tirar partido do potencial dos novos atores e das novas tecnologias, e implementar adequadamente novas funcionalidades.

No que se refere a regulamentação que transponha efetivamente a nova lei europeia das CER, todos os Estados-membros deverão ter identificado, nos seus planos nacionais de energia e clima, medidas concretas para implementar os novos direitos dos cidadãos e das comunidades⁹, evitando as barreiras que os impeçam de uma participação plena, a começar por pontos que as diretivas deixaram em aberto para a subsidiariedade, como a definição do critério de proximidade/área local [21], que é complexo. Os critérios não podem ser os mesmos quando falamos de comunidades urbanas ou rurais, pelo que alguns países optaram por decidir caso a caso a relação de vizinhança próxima ou a proximidade do projeto, pressupondo a continuidade física e geográfica do projeto e respetivos autoconsumidores ou participantes da CER¹⁰.

9 <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119433>

10 DL162/2019 de 25 de outubro.

Referências

- [1] European Commission, SWD (2015) 141 *Final: Best Practices on Renewable Energy Self-Consumption*, European Commission, Brussels.
- [2] Van Der Schoor, T.; Van Lente, H.; Scholtens, B.; and Peine, A. (2016) Challenging Obduracy: How Local Communities Transform the Energy System, *Energy Research and Social Science*, Vol. 13, No. 2016, 2016, pp. 94–105.
- [3] E. Ostrom (1990) *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press, 1990.
- [4] Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. In *Global Environmental Change* (pp. 550-557). Elsevier.
- [5] IPCC, Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- [6] Hewitt, R.J.; N. Bradley, Compagnucci, A.B.; Barlagne, C.; Ceglarz, A.; Cremades, R.; McKeen, M.; Otto, I.M. and Slee, B. (2019) Social Innovation in Community Energy in Europe: A Review of the Evidence, *Frontiers in Energy Research*, Vol. 7, No. APR, 2019.
- [7] Curtin, J.; McInerney, C. and Johannsdottir, L. (2018) How Can Financial Incentives Promote Local Ownership of Onshore Wind and Solar Projects? Case Study Evidence from Germany, Denmark, the UK and Ontario, *Local Economy*, Vol. 33, No. 1, 2018, pp. 40–62.
- [8] Caramizaru, A. and Uihlein, A. (2020). *Energy communities: an overview of energy and social innovation* (Vol. 30083). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [9] Soeiro, S. and Dias, M. F. (2020). Renewable energy community and the European energy market: Main motivations. *Heliyon*, 6(7), e04511.
- [10] Aramizaru, E. and Uihlein, A. (2020) *Energy communities: an overview of energy and social innovation*. JRC Science for Policy Report. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC119433/energy_communities_report_final.pdf
- [11] Dóci, G.; Vasileiadou, E. and Petersen, A. C. (2015). Exploring the transition potential of renewable energy communities. *Futures*, 66, 85-95.
- [12] REScoop MECISE (2019) Mobilising European Citizens to Invest in Sustainable Energy, Clean Energy for All Europeans, Final Results Oriented Report of the RESCOOP MECISE Horizon 2020 Project.
- [13] Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro; Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030). <https://files.dre.pt/1s/2020/07/13300/0000200158.pdf>
- [14] Kampman, B.; Blommerde, J. and Afma, M. (2016) The Potential of Energy Citizens in the European Union [Report Commissioned by Greenpeace], 2016.

[15] Van Der Schoor, T.; Van Lente, H.; Scholtens, B. and Peine, A. (2016) Challenging Obduracy: How Local Communities Transform the Energy System, *Energy Research and Social Science*, Vol. 13, No. 2016, pp. 94–105.

[16] Van Der Schoor, T. and Scholtens, B. (2015) Power to the people: Local community initiatives and the transition to sustainable energy. *Renewable and sustainable energy reviews*, 43, 666–675.

[17] Berka, A.L. and Creamer, E. (2018) Taking stock of the local impacts of community owned renewable energy: a review and research agenda. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 82, 3400–3419. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.050>

[18] O Sector Cooperativo em Portugal: aspectos económicos (2005). <http://www.ci.esapl.pt/jcms/materiais/Org%20Gestao%20Coops/OSectorCooperativoEmPortugalAspectosEconomicos.pdf>

[19] Boon, F. P. and Dieperink, C. (2014) Local civil society based renewable energy organisations in the Netherlands: Exploring the factors that stimulate their emergence and development. *Energy Policy*, 69, 297–307.

[20] Ostrom, E. (2010) Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. In *Global Environmental Change* (pp. 550–557). Elsevier.

[21] Hoicka, C. E.; Lowitzsch, J.; Brisbois, M. C.; Kumar, A., and Camargo, L. R. (2021) Implementing a just renewable energy transition: Policy advice for transposing the new European rules for renewable energy communities. *Energy Policy*, 156, 112435.

5. Coordenação com o sistema energético

José Villar

João Mello

João Peças Lopes

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.6>

Enquadramento regulatório

O autoconsumo, quer individual quer coletivo, está a mudar o papel dos atores no modelo tradicional de produção e fornecimento de energia. É, portanto, esclarecedor começar pela revisão desse modelo tradicional e do novo modelo no âmbito do autoconsumo.

Atores e responsabilidades

A Figura 1 representa, de maneira simplificada, os principais atores e o seu relacionamento no modelo tradicional de produção e fornecimento de energia.

Neste contexto podemos identificar:

- Os *consumidores*, que têm um papel fundamentalmente passivo, contratam o fornecimento com um comercializador no mercado livre ou a tarifa regulada (de último recurso), e consomem com base nas suas necessidades e recursos. Os pagamentos dos consumidores pelo fornecimento de energia são feitos aos comercializadores com quem contrataram esse fornecimento, e incluem, basicamente, o custo da energia fornecida e as tarifas de acesso à rede.
- Os *comercializadores*, que compram a energia no mercado grossista para satisfazer o consumo esperado do seu portfólio de clientes, sendo responsáveis pelos desvios que provocam no sistema quando a energia comprada é diferente da energia finalmente fornecida. Os comercializadores faturam aos seus clientes pelos custos totais do fornecimento, e passam aos operadores de rede (quer de distribuição, ORD, quer de transporte, ORT) as tarifas de acesso pagas pelos consumidores pelo uso das redes.
- Os *produtores*, que vendem a sua energia no mercado grossista aos comercializadores e aos grandes clientes (não representados na Figura 1) que são aqueles com capacidade de operar diretamente nestes mercados.
- O *operador da rede de distribuição* (ORD), responsável pela entrega física da energia ao cliente final mediante a operação e manutenção das redes de distribuição e contagem da energia entregue.
- O *operador da rede de transporte* (ORT), responsável pela entrega física da energia desde os produtores ligados à rede de transporte até as redes de distribuição dos ORD mediante a operação e manutenção da rede de transporte e contagem da energia entregue na rede de transporte.

A descentralização do sistema energético e o autoconsumo estão a mudar o papel desses atores principais e a criar espaço para novos atores. A Figura 2 representa um primeiro passo nesta evolução.

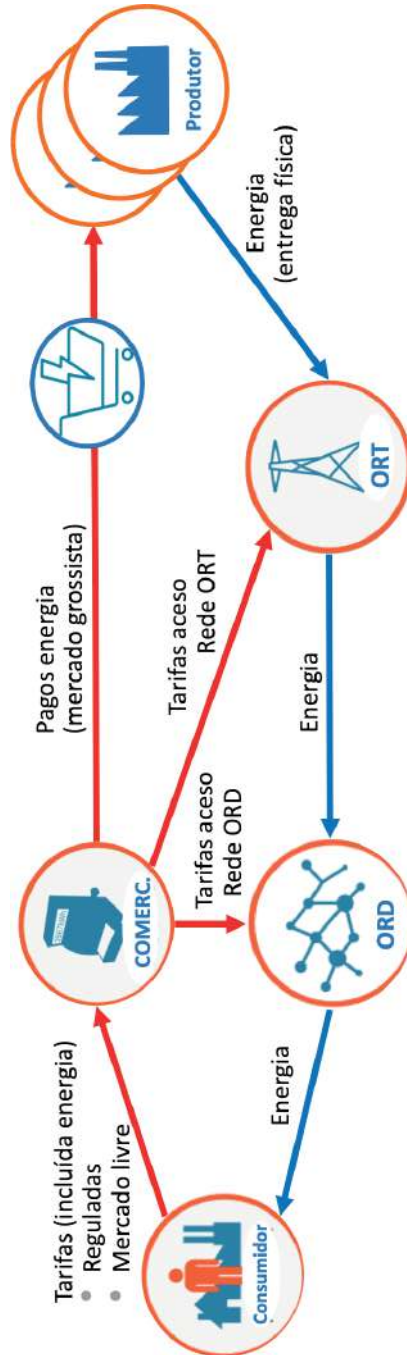


Figura 1 Relacionamento tradicional entre os principais atores do setor energético, elaboração própria.

Com este novo relacionamento, os consumidores adotam o papel de *prosumidores*, agentes que, além de consumir, têm capacidade de produzir energia localmente, e, em determinadas condições, de gerir o seu próprio perfil de consumo com base aos sinais económicos recebidos. Além desse papel ativo individual baseado no *Autoconsumo Individual* (ACI), também podem agrupar-se em *Autoconsumos Coletivos* (ACC) ou *Comunidades de Energia Renovável* (CER), com a possibilidade de partilhar a energia renovável produzida localmente com outros membros do grupo de ACC ou da CER (ACC/CER), e de injetar o excedente final na rede mediante um contrato com um *agregador*. Mediante as regras de partilha de energia determinam-se os *coeficientes de alocação* que permitem ao ORD calcular, a partir dos consumos medidos dos membros de um ACC/CER, qual é a parte fornecida pelos comercializadores e qual a parte autoconsumida a partir da produção local, pelas quais pagam tarifas de acesso diferentes. Com efeito, a energia autoconsumida localmente só paga as tarifas da rede que usa, e pode também beneficiar-se de descontos ou subsídios adicionais como incentivos da política energética.

Na regulação portuguesa aparece a figura da *Entidade Gestora do Autoconsumo Coletivo* (EGAC) como responsável pelo relacionamento do ACC/CER com os restantes agentes, sem que os membros do ACC/CER percam direitos como consumidores, podendo ainda escolher o seu próprio comercializador de energia. Não obstante, o excedente dum ACC/CER resulta da soma dos excedentes individuais e é gerido pela EGAC, que o pode vender diretamente ao *mercado grossista* (MG) ou vender à nova figura do *agregador*, que intermedia a geração local com o MG.

Outro passo evolutivo neste relacionamento é o fornecimento de flexibilidade pelos recursos distribuídos, que será de grande importância para uma melhor operação do sistema, num contexto onde as grandes centrais de gás e carvão, tradicionais fornecedores dessa flexibilidade, estão a ser progressivamente substituídas pela geração baseada em fontes renováveis. A *flexibilidade* define-se como a capacidade de um agente para responder com modificações no seu consumo ou na sua produção como reação a uma solicitação externa. Neste caso, o *agregador* é também o agente que agrega a flexibilidade dos recursos locais e a oferta nos mercados de flexibilidade grossistas, quer os *intradiários* (onde os agentes de mercado podem gerir os seus portfólios para minimizar os desvios), quer os mercados de flexibilidade do ORT (para o balanceamento global do sistema ou para a resolução de restrições na rede de transporte), quer num futuro próximo, os mercados de flexibilidade local dos ORD (para a resolução de restrições nas redes de distribuição).

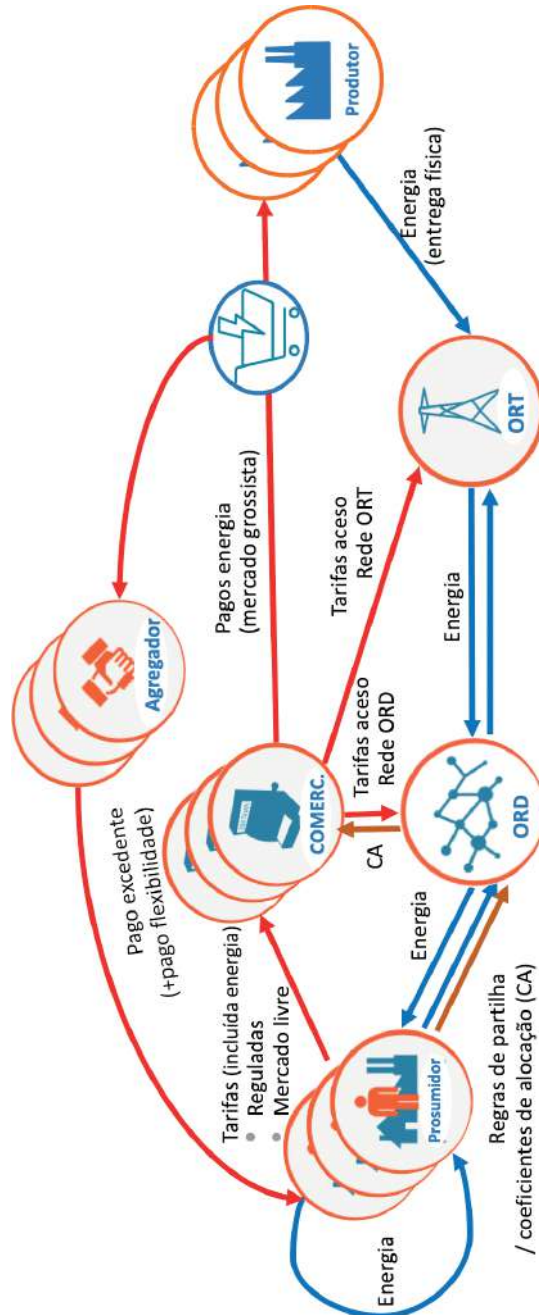


Figura 2 Novo relacionamento entre os principais atores do setor energético, elaboração própria.

Regras básicas do autoconsumo

No contexto português a legislação atual vigente sobre o autoconsumo está no novo decreto lei DL15/2022 [1] que substitui o anterior DL162/2019 [2] no que à parte de autoconsumo diz respeito. Isto faz com que, transitoriamente, exista um vazio legal porque a regulamentação atual que define as regras concretas do autoconsumo, elaborada pela ERSE, baseia-se no DL162/2019 enquanto não for publicada a nova regulamentação da ERSE devidamente ajustada ao novo DL15/2022.

O *autoconsumo* é definido como o consumo fornecido por uma ou mais UPAC (unidade de produção de energia renovável para autoconsumo) e realizado por um ou mais autoconsumidores de energia renovável. Por sua vez, um *autoconsumidor* é um consumidor final que produz energia renovável para consumo próprio, sempre que isso não constitua a sua principal atividade comercial ou profissional. Os autoconsumidores podem exercer esta atividade em *autoconsumo individual* (ACI, Figura 3), ou em *autoconsumo coletivo* (ACC, Figura 4). As regulações dos diferentes países definem, tipicamente, os requisitos para a instalação e licenciamento das UPAC, assim como os *critérios de proximidade* que os membros de um ACC/CER devem verificar, e que dependem habitualmente dos pontos de ligação à rede e dos níveis de tensão onde estão ligados, para poder constituir-se em ACC/CER.

Regras básicas do autoconsumo individual

A Figura 3 mostra os elementos básicos de um ACI, além dos requisitos para o licenciamento das UPAC e o critério de proximidade exigido (que se aplicam ambos também aos ACC/CER). A produção da UPAC pode ser entregue à *instalação de utilização*, ou IU, usando a rede pública (RESP) com o pagamento das tarifas correspondentes ao nível de tensão da rede usada e um desconto de 50% dos Custos de Interesse Económico Geral (CIEG), ou usando uma rede interna e, portanto, sem pagamento de tarifas pelo uso da RESP. No caso em que o consumo é maior do que a produção, o comercializador fornece a diferença mediante um contrato de fornecimento com a IU. No caso de a produção ser maior, o excedente pode ser vendido a um agregador, existindo o direito de contratar um agregador de último recurso que compra a energia a uma tarifa *feed-in* regulada e indexada ao preço mensal da energia.

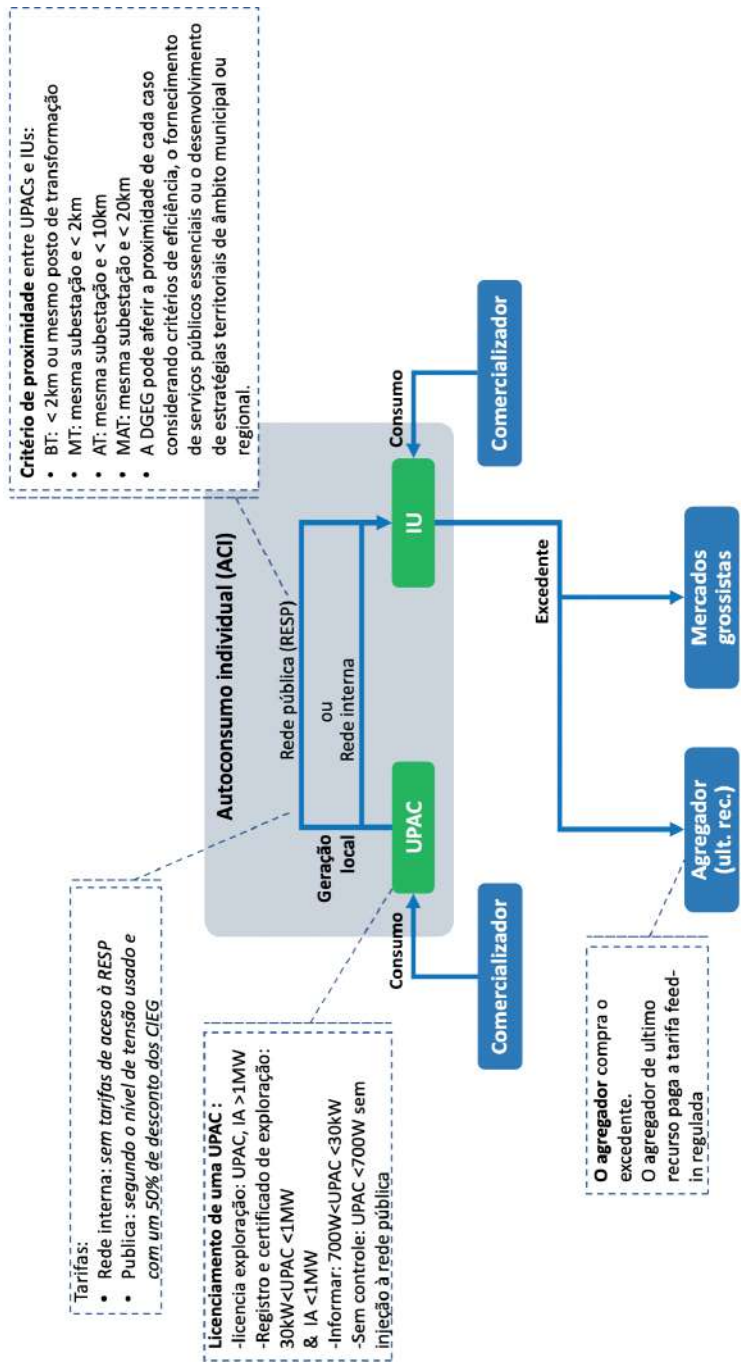


Figura 3 Elementos básicos do autoconsumo individual, elaboração própria.

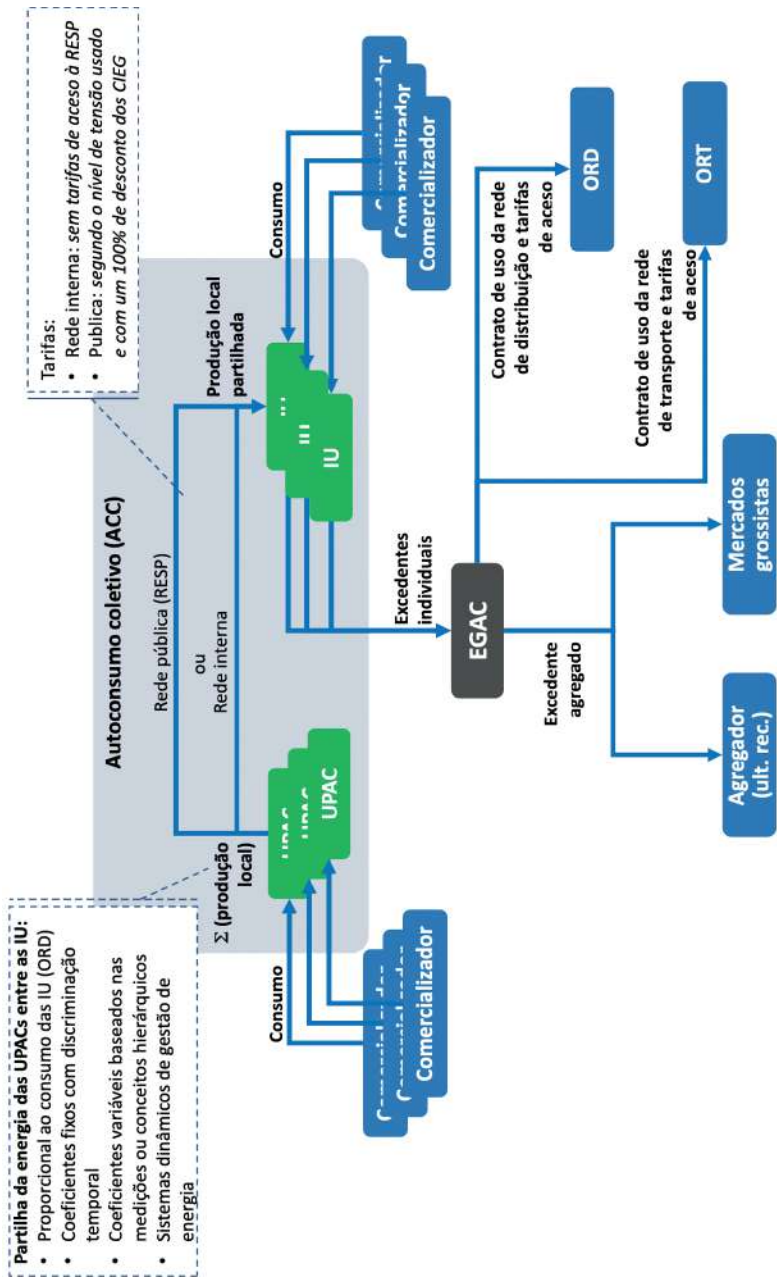


Figura 4 Elementos básicos do autoconsumo coletivo, elaboração própria.

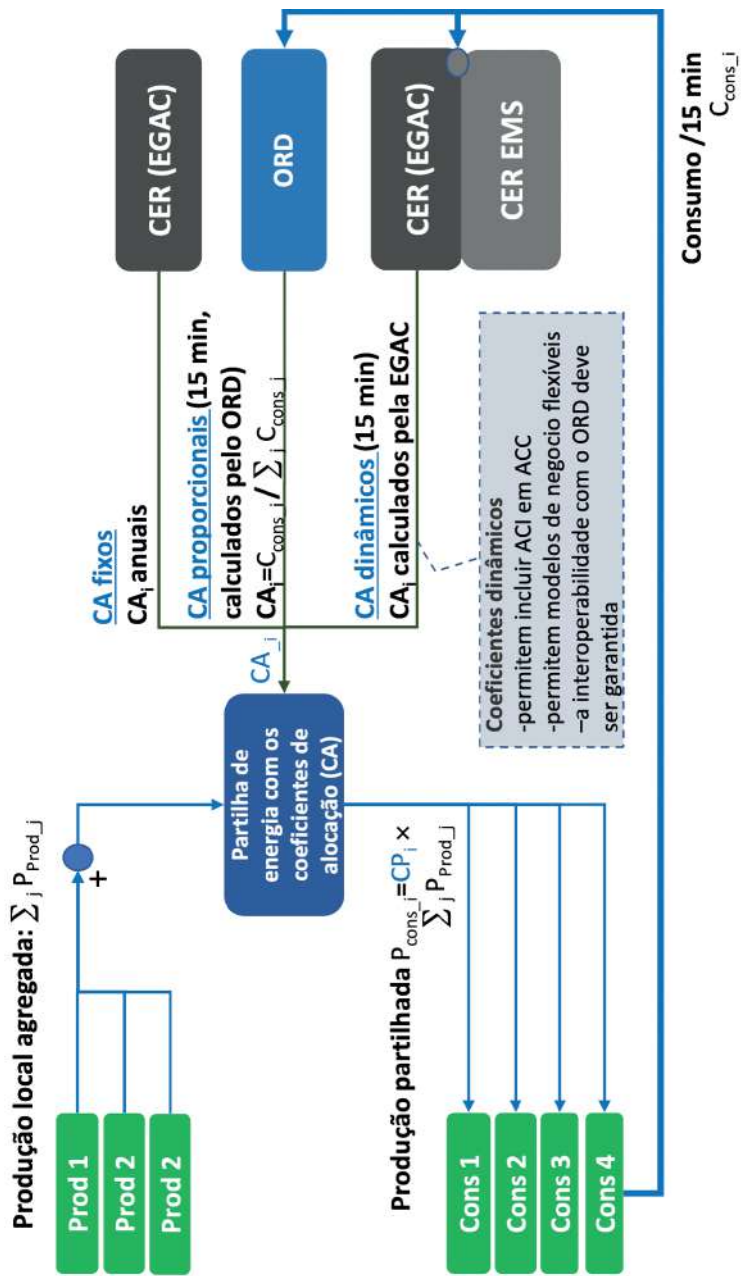


Figura 5 Elementos básicos do autoconsumo coletivo, elaboração própria.

Regras básicas do autoconsumo coletivo e partilha de energia

A Figura 4 mostra os elementos básicos do ACC. Os critérios de licenciamento das UPAC e os critérios de proximidade entre as UPAC e as IU são os mesmos que para um ACI e não estão aqui representados. No ACC, as tarifas a adotar para a energia que é partilhada usando a rede pública tem um desconto adicional de 100% nos CIEG. O ACC deve ser gerido por uma EGAC que agrega os excedentes individuais e os vende diretamente no mercado grossista ou através de um agregador. Esta figura resume também os possíveis mecanismos de partilha de energia, que são a seguir explicados.

O mecanismo para a partilha de energia foi atualizado na *última* legislação portuguesa, o DL15/2022, que substitui o anterior DL162/2019, e podem ser representados conforme descrito na Figura 5.

Estes mecanismos de partilha são os seguintes:

- No caso de não se dispor de outros coeficientes (por não ter sido definidos ou enviados pela EGAC), o ORD aplica *coeficientes de alocação (CA) proporcionais* ao seu consumo para partilhar a energia gerada localmente entre as IU. Terá que ser a Entidade Reguladora dos Sistemas Energéticos (ERSE) a detalhar como estes coeficientes deverão ser calculados.
- Partilha baseada em *coeficientes fixos*, que podem ter discriminação temporal e ser diferentes dependendo dos tipos de dias ou estações do ano. Estes coeficientes só podem mudar-se quando existirem mudanças na estrutura do ACC que assim o requeiram.
- Partilha baseada em *coeficientes variáveis* pode ser definida com base em critérios de hierarquização em combinação ou não com outros coeficientes. Terá de ser a ERSE a concretizar os procedimentos para o envio destes coeficientes ao ORD.
- Partilha efetuada com base a *sistemas específicos de gestão dinâmica*, que possibilitem a monitorização, controlo e gestão dinâmica de energia, em tempo real, com vista à otimização dos fluxos energéticos, culminando no envio de *coeficientes dinâmicos* ao ORD.

Os coeficientes variáveis e os sistemas de gestão dinâmica de energia são melhorias do DL15/2022 face ao DL162/2019 há muito esperadas, já que possibilitam o desenvolvimento de autoconsumos mais eficientes,

permitindo considerar a partilha dos meios de produção locais, e o desenvolvimento de novos e mais avançados modelos de negócio de partilha de energia.

Serviços energéticos oferecidos pelas comunidades de energia

Visão geral dos serviços

As CER podem ter a capacidade de oferecer um conjunto de serviços energéticos aos seus membros que facilitam a participação e o papel ativo dos consumidores finais no sistema energético. Os trabalhos da USEF ([3] [4]) são de especial interesse na caracterização e descrição destes serviços. Com base nessas referências, a Figura 6 (adaptada de [3]) mostra uma classificação desses serviços, que são descritos de seguida.

- *Serviços de informação e sensibilização:* as CER, que são definidas pela regulação como estruturas organizativas com fins ambientais, sociais e económicos (mas sem fins lucrativos), podem fornecer serviços orientados a potenciar esses objetivos [5]. Alguns deles são, por exemplo:
 - Informar sobre as possibilidades energéticas sustentáveis.
 - Informar sobre o potencial dos recursos distribuídos energéticos em concordância com os serviços de financiamento.
 - Fornecer dados dos comportamentos energéticos individuais, assim como de comportamentos energéticos de referência baseados nos outros membros da CER, para incentivar comportamentos energéticos mais eficientes e alinhados com as necessidades do sistema.
 - Fornecer diagnósticos energéticos de comportamentos e instalações dos membros para potenciar melhorias.
 - Criar foros internos de estímulo para o conhecimento e atitudes energéticas sustentáveis.
- *Serviços de financiamento e manutenção de ativos:* as CER, com melhor capacidade de negociação de financiamento que os membros individuais, podem contribuir para oferecer com os seguintes serviços:

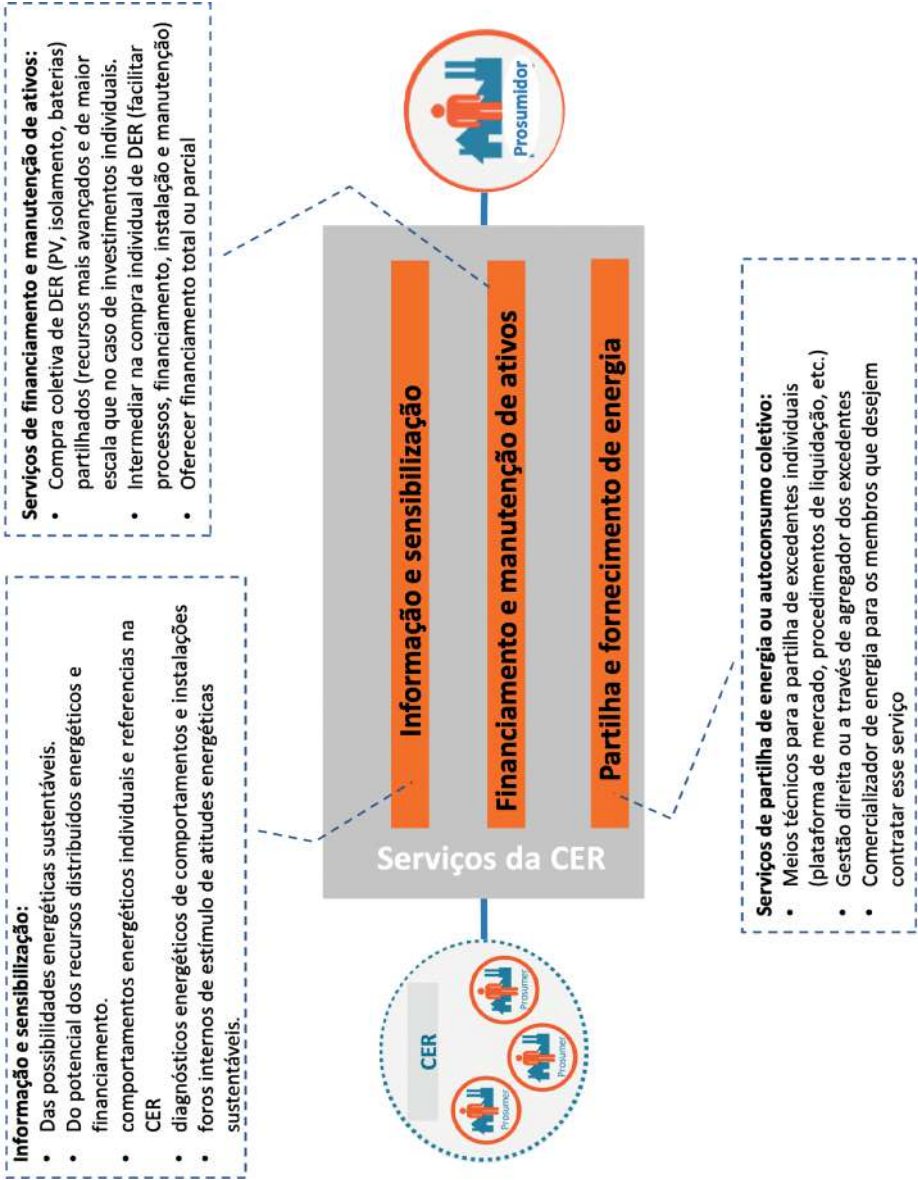


Figura 6 Serviços energéticos das comunidades de energia renovável, adaptado de [4].

- Compra coletiva de recursos para o autoconsumo (painéis solares, materiais para isolamento, baterias, etc.) para recursos partilhados. O investimento coletivo mediante a partilha dos recursos permite investir em recursos mais avançados e de maior capacidade que os investimentos individuais.
- Intermediação na compra individual de recursos para o autoconsumo, facilitando os processos de negociação com os fornecedores para a obtenção de melhores condições de financiamento, instalação e manutenção dos ativos.
- Financiamento total ou parcial das despesas iniciais, complementado com esquemas de reembolso que podem estar integrados no modelo de negócio da própria CER.
- *Serviços de partilha e fornecimento de energia:*
 - Um dos serviços principais é a partilha de energia gerada localmente entre os membros da CER. Assim, os excedentes de energia individuais dos membros de uma CER podem ser partilhados e negociados com o resto dos membros, fomentando um melhor balanceamento entre a procura e a produção local. A CER pode fornecer os meios técnicos (plataforma de mercado, procedimentos de liquidação, etc.) para essas partilhas e potenciais mercados locais, ou intermediar com os fornecedores desses sistemas.
 - A CER, responsável pela gestão do excedente local, pode também funcionar como agregador e vender esses excedentes nos mercados, ou contratar e vender esses excedentes a agregadores que os vendam nos mercados.
 - A CER poderia também adotar o papel de comercializador para os seus membros, substituindo os comercializadores tradicionais, mas com obrigações semelhantes.

Serviços de flexibilidade

As CER podem ter um contributo importante para a descarbonização progressiva do sistema energético. Por um lado, promovem o uso de energias renováveis descentralizadas reduzindo a dependência energética de fontes não renováveis. Por outro, promovem um papel mais ativo dos

consumidores finais no sistema energético, incentivando a autoprodução, mas também a gestão mais eficiente do consumo que, ajustando-se à produção local, ajuda ao balanceamento geral do sistema.

Este papel ativo no balanceamento e contribuição para o bom funcionamento do sistema energético pode ter lugar mediante o fornecimento de flexibilidade ao sistema, como já foi explicado brevemente na secção 1.1. A flexibilidade, definida habitualmente como a possibilidade de alterar os padrões de geração ou consumo como reação a sinais externos (preço ou sinais de ativação), é um contributo importante para a estabilidade e bom funcionamento do sistema [6].

A Figura 7 mostra os diferentes serviços de flexibilidade que uma CER pode oferecer aos seus membros e aos outros atores do sistema energético.

A *flexibilidade implícita* é o resultado da otimização, habitualmente feita pelas empresas de serviços energéticos (ESCO na terminologia inglesa), dos comportamentos dos membros da CER face aos preços da energia e às tarifas pelo uso das redes. No caso considerado, a própria CER poderia fornecer esses serviços energéticos aos seus membros com base no conhecimento detalhado dos seus comportamentos e as suas sinergias com os dados dos consumos e geração no seio da CER. Essa otimização poderá maximizar o autoconsumo individual e coletivo, reduzir o custo energético total, reduzir as pontas de potência consumida e possivelmente a potência contratada, ou gerir os recursos locais de geração e armazenamento para fornecimento de energia em situações de emergência com funcionamento em ilha sem ligação à rede pública.

A *flexibilidade explícita* pode ser ofertada nos mercados, diretamente pela CER assumindo o papel de agregador ou contratando esse serviço a um agregador externo, e ativada no caso de ser selecionada. Considerando que a CER poderia participar nos mercados como comercializador ou como agregador, o que implica um compromisso de entrega (quer de consumo quer de geração) e responsabilidade pelo desvio incorrido, a flexibilidade disponível poderia ser usada para compensar internamente os desvios estimados aos agentes de mercado mediante a participação nos mercados intradiários de forma a otimizarem os seus portfólios e minimizar os seus desvios. A flexibilidade poderia ser também fornecida aos operadores de rede para serviços de sistema [7] “only the conventional power generation resources connected to the transmission grids were allowed to provide these ASs managed by the transmission system operators (TSOs)”. No caso do ORT, essa flexibilidade poderia ser agregada e oferecida nos mercados de

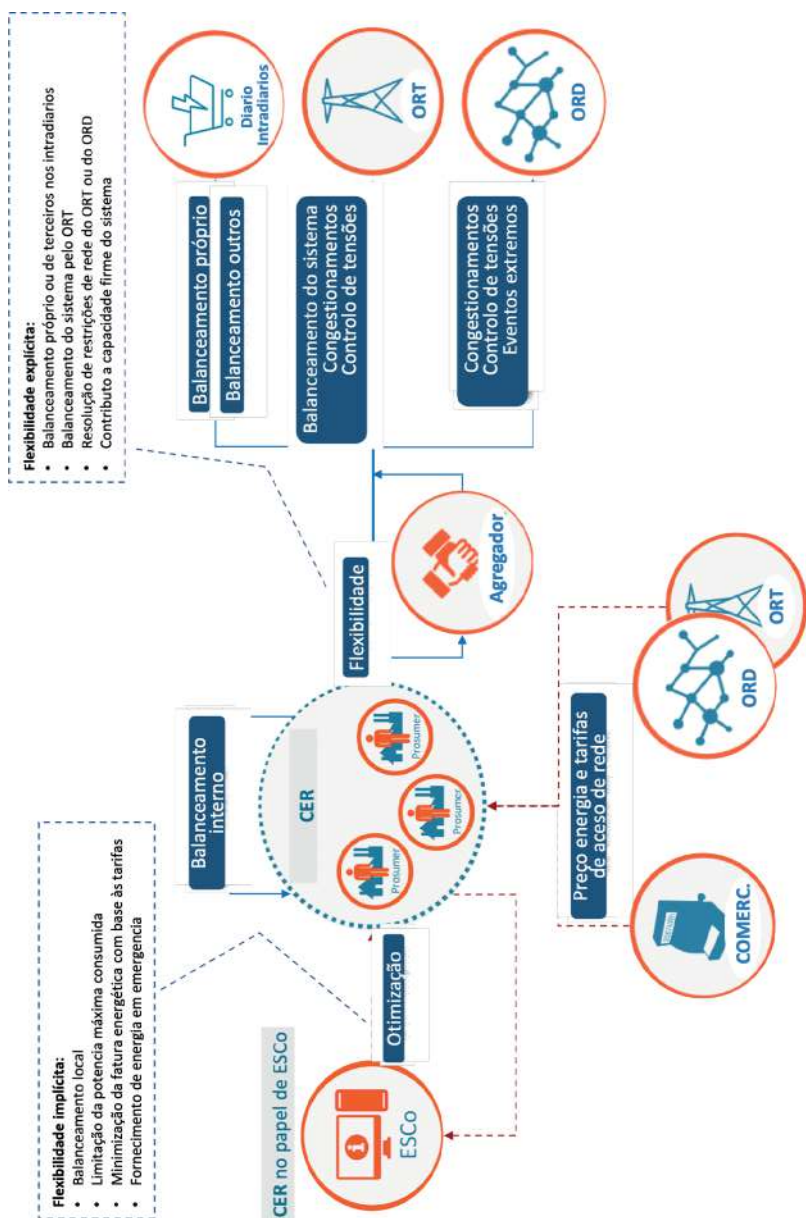


Figura 7 Serviços de flexibilidade das CER, elaboração própria.

reserva de ativação manual para o balanceamento do sistema, ou para a resolução das restrições da rede de transporte (problemas de tensão ou congestionamento das linhas), ou em mercados para garantir a segurança do abastecimento (como ocorre por exemplo em França, onde quer os produtores quer os comercializadores podem participar neste serviço [8]). Não obstante, aferir a capacidade firme que os recursos distribuídos podem fornecer para a adequação do sistema é ainda um problema complexo. A atual regulamentação portuguesa só permite que participem nestes serviços as unidades de geração convencionais (térmicas, hídricas e bombagem), embora algum projeto piloto tenham experimentado fazer o fornecimento de flexibilidade de parte do consumo para a reserva manual [9]. Por último, é espetável que se desenvolvam os mercados de flexibilidade local para dar serviço aos ORD para a resolução das restrições das suas redes, um melhor planeamento futuro das redes onde a flexibilidade disponível pode contribuir para adiar ou evitar investimentos desnecessários, ou mesmo no caso de situações de emergência com funcionamento em ilhas, contribuir para a segurança do abastecimento local.

Gestão energética das comunidades de energia e coordenação com o sistema energético

A gestão interna das CER pode basear-se em mecanismos de gestão centralizados (com base em despachos ótimos dos recursos flexíveis) ou em mecanismos mais descentralizados baseados em mercados locais. Seja com base num sistema de gestão e coordenação centralizado, seja com base em mecanismos de mercado, é preciso depois recorrer a um processo de liquidação que determine os coeficientes de alocação e as compensações financeiras internas com base nas regras internas de partilha e negociação de energia da CER.

O dimensionamento dos recursos individuais ou partilhados dependerá do modelo de negócio e regras de partilha da CER que determinam a sua operação e liquidação financeira.

Gestão centralizada

A gestão de energia centralizada numa CER pode basear-se numa arquitetura semelhante à representada na Figura 8.

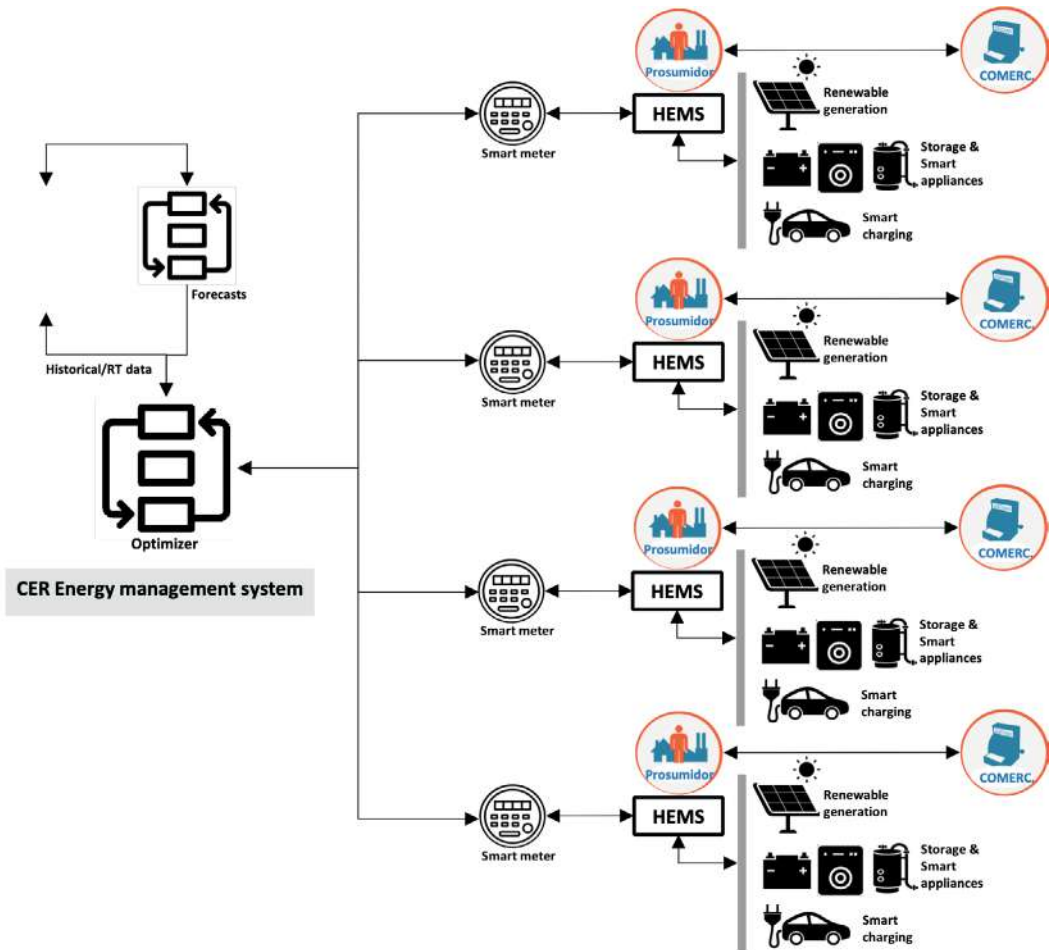


Figura 8 Arquitetura centralizada de gestão de energia, elaboração própria.

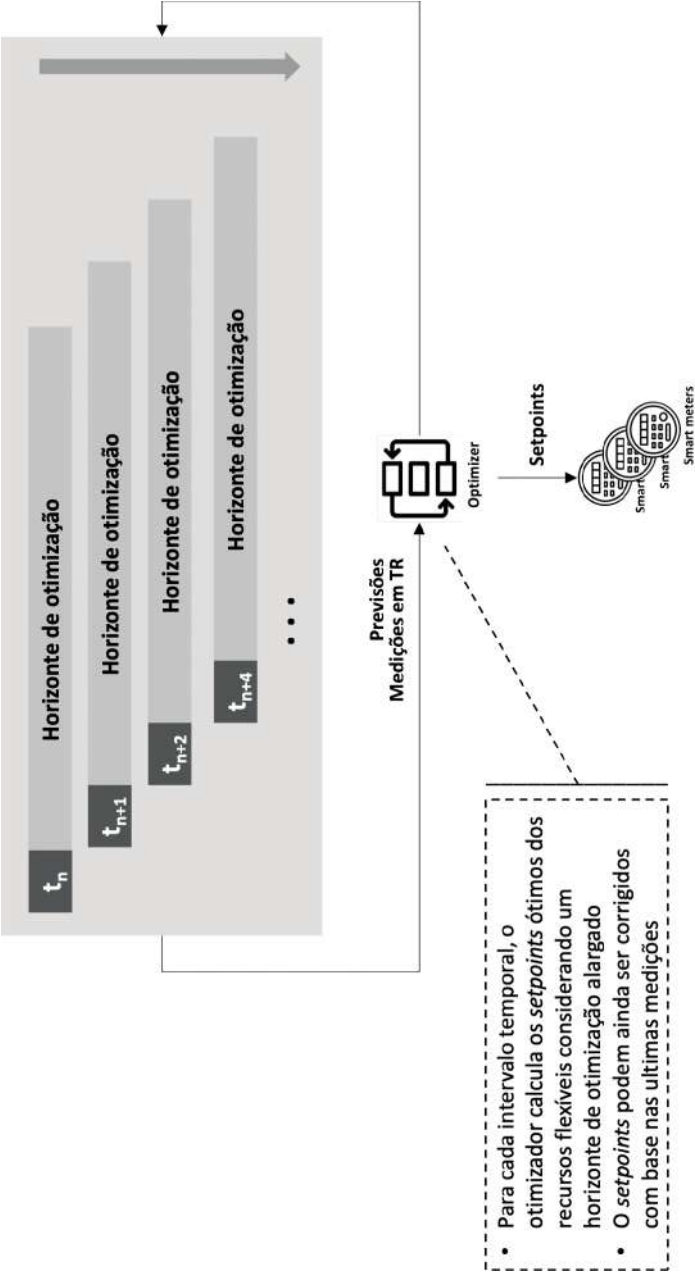


Figura 9 Controlo preditivo com janela deslizante, elaboração própria.

Cada membro da CER tem um contador inteligente para recolher, em tempo real, as medições do consumo líquido (consumo menos geração) com a frequência escolhida. Essas medições são usadas para o cálculo dos *setpoints* dos recursos controláveis (recursos flexíveis), e armazenadas para o ajuste dos algoritmos de estimação e para os processos de *settlement* da CER. A frequência mais comum (e a que a regulação portuguesa considera) é a correspondente a um período de amostragem de 15 min. O contador inteligente está ligado aos sistemas de gestão de energia dos prosumidores (*home energy management system* ou HEMS na literatura anglo-saxónica) que controlam, por sua vez, os dispositivos controláveis do prosumidor (baterias, eletrodomésticos inteligentes, termoacumuladores, veículos elétricos com controlo de carregamento, etc).

A gestão centralizada é feita mediante uma otimização contínua sobre uma janela temporal deslizante, como se mostra na Figura 9, com uma estratégia de controlo preditivo.

O controlo preditivo estima, para cada intervalo temporal (t_i na Figura 9) os *setpoints* ótimos para os recursos controláveis (recursos flexíveis) considerando as previsões de consumo e geração dos diferentes dispositivos existentes, assim como os preços e tarifas da energia fornecida externamente pelos respetivos comercializadores e da energia partilhada internamente. A otimização é feita para um horizonte alargado, por exemplo 24 horas, e é executada sempre antes da aplicação dos *setpoints* do próximo intervalo temporal para usar sempre os dados mais atualizados. O objetivo da otimização depende do modelo de negócio de funcionamento da CER, mas, por exemplo, um objetivo habitual pode ser a minimização da fatura energética conjunta dos membros da CER. Alguns trabalhos calculam os *setpoints* como resultado de várias otimizações sequenciais, como por exemplo em [10], onde o primeiro passo otimiza individualmente a fatura energética de cada prosumidor, o segundo minimiza o custo energético conjunto da CER garantindo que o benefício individual dos prosumidores só melhora com relação ao primeiro passo, e o terceiro tem por objetivo garantir a operação segura da rede de distribuição.

Mercados locais de energia

Como alternativa aos sistemas de gestão centralizada estão os mercados locais de energia (MLE), que possibilitam que prosumidores vizinhos transacionem energia entre si ao invés de a comprar ou vender aos seus

comercializadores e agregadores, os agentes responsáveis do seu balanceamento (*balancing responsible parties* ou BRP). O papel dos BRP é essencial para o balanceamento do sistema, que consiste em minimizar os desvios entre produção e consumo, e atribuir os custos por manter esse balanceamento aos responsáveis dos desvios. Como BRP, os comercializadores são responsáveis por garantir que a energia consumida pelos seus clientes seja igual à energia que comprou no MG, e, de maneira semelhante, os agregadores são responsáveis por assegurar que a energia que vendem no MG seja, por sua vez, a energia realmente entregue. Esta integração com o *settlement* do MG é fundamental, uma vez que as transferências locais podem impactar a posição dos BRP dos prosumidores, permitindo que só lhes seja faturado um volume de energia líquido das transações locais.

A Figura 10 [11] mostra um exemplo onde um prosumidor B tem um excedente medido de 200 kWh, vende 150kWh localmente (1), e entrega ao seu

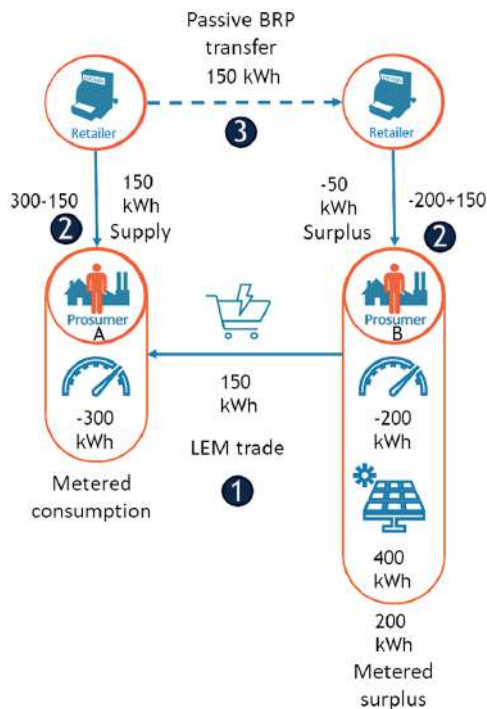


Figura 10 Impacto das transações locais no settlement grossista, [11].

agregador apenas os 50 kWh restantes (2). Um prosumidor A, que adquire esses 150 kWh vendidos por B, só precisa de comprar ao seu comercializador os 150 kWh restantes dos 300 kWh que consumiu (2). A transação local causa, portanto, uma transferência passiva de energia entre os BRP dos prosumidores no sentido oposto ao contrato local. Com efeito, o BRP do prosumidor A transfere indiretamente 150 kWh para o BRP do prosumidor B (3).

As regras do autoconsumo e dos CA, já explicadas acima, fornecem as bases para essa integração do *settlement* local com o MG. Uma vez que cada prosumidor mantém um contrato de fornecimento com um comercializador e (indiretamente) com um agregador, os CA que permitam considerar as transações locais repassam as transferências locais de energia para os respetivos BRP, como mostra a Figura 10.

Entretanto, devem vir a ser considerados ajustes na regulação atual, pois, apesar de estarem previstos no DL15/2022, a regulamentação atual da ERSE ainda não permite mercados locais e ainda não é flexível o suficiente na aplicação dos CA. Os seguintes pontos, especialmente o primeiro, são fundamentais para viabilização de MLE em Portugal considerado os fundamentos do ACC [12]:

1. Os CA devem poder ser dinâmicos, ou seja, devem poder ser definidos pela comunidade, a qual deve considerar transações locais. Como já explicado, o DL15/2022 parece já considerar esta possibilidade, mas terá de ser a ERSE a definir as regras concretas da sua aplicação.
2. Os CA devem poder assumir valores negativos, desde que a soma de todos os coeficientes iguale 1, o que permitiria que, ao invés de apenas receberem energia alocada pela comunidade, os prosumidores também aloquem energia para a comunidade. Isso permite aos prosumidores vender energia internamente proveniente do próprio comercializador sem necessariamente possuir excedente individual, o que contribui para a concorrência no mercado livre da comercialização.
3. A legislação deve definir outros aspetos fundamentais para legalizar o MLE, como regular a atividade de venda de energia entre pares, a sua tributação e integração no regulamento das relações comerciais.

Considerando esses ajustes, qualquer tipo de MLE constituído numa CER pode ser transformado em transações entre pares, como demonstrado na Figura 11, através dos CA (2) que o responsável da alocação de energia

(ARP) envia após a medição da energia consumida e produzida (1). Apenas depois de receber as medições e os CA é que o TSO calcula o desvio do sistema (4) e repassa os custos aos BRP (5).

Essa ordem significa que a CER possui tempo suficiente para enviar os CA e, portanto, pode permitir transações internas mesmo após a entrega da energia pelos prosumers. Isso significa que, além de MLE semelhantes aos grossistas, onde se negocia a energia que será entregue no futuro, os prosumidores podem negociar entre si, em mercados que chamamos post-delivery [12], a energia que já foi produzida e consumida, sem necessidade de previsões de carga ou geração, como já acontece habitualmente nos contratos que já tem com os seus comercializadores. Nestes mercados só é preciso ofertar os preços a que os participantes estão dispostos a vender ou comprar a energia, e a responsabilidade pelos desvios continua a ser dos respetivos BRP, que podem cobrar por esse serviço nos contratos individuais de fornecimento.

Liquidação financeira

A Figura 12 mostra o procedimento geral de liquidação financeira dos membros de uma CER, que, na prática, depende da regulação em vigor e do seu modelo de negócio e governança. O cálculo dos coeficientes de partilha permite determinar, para cada membro da CER, no caso de estar a consumir, qual é a parte da energia medida que é fornecida pelo seu comercializador e qual é a parte autoconsumida pela partilha interna (ver secção 1.2.2). O excedente que resulta da diferença entre a produção local das UPAC e dos sistemas de armazenamento que estejam a descarregar e do consumo local, é agregado e gerido pela EGAC, o que leva a uma renda que deve ser partilhada em concordância com as regras da CER, que tipicamente devem considerar as percentagens de propriedade dos membros sobre os recursos que estejam a produzir, assim como as negociações internas para valorizar a energia partilhada localmente. Estes processos são descritos na Figura 12, onde por simplicidade, só foram considerados coeficientes proporcionais ou dinâmicos. Como os coeficientes dinâmicos podem refletir com precisão as regras internas de partilha, a compensação interna limitar-se-á a determinar os pagamentos dos membros da CER que tenham autoconsumido e dos membros da CER que tenham produzido localmente, com base nos acordos financeiros entre eles. Quando a partilha é baseada nos coeficientes proporcionais, é o ORD (de acordo com a legislação atual) o responsável pelos seus cálculos. Neste caso, a EGAC tem de considerar que, para além

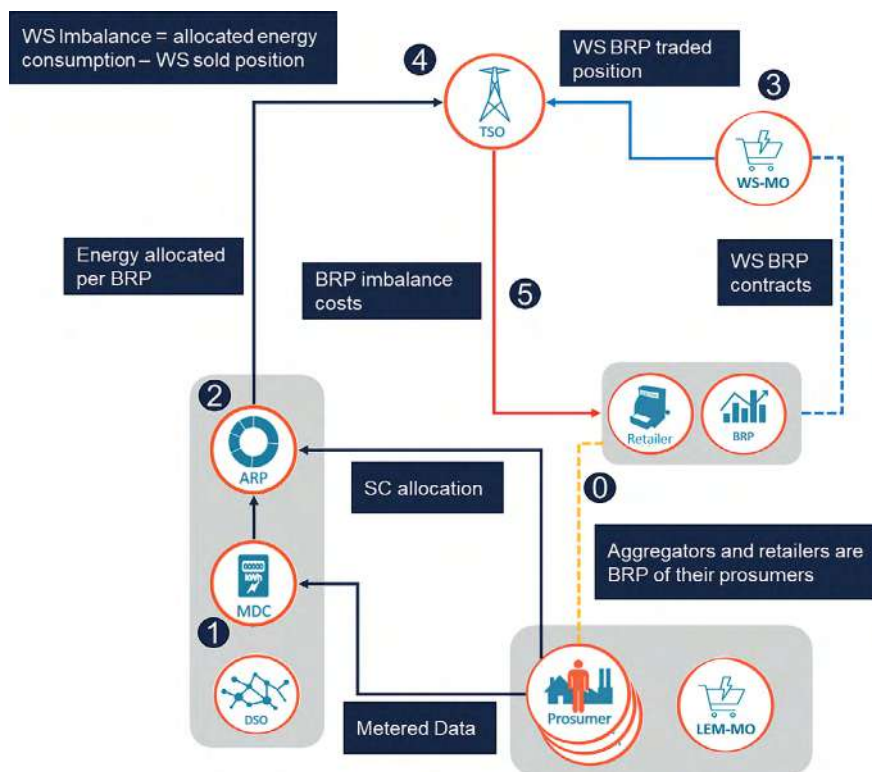


Figura 11 Integração dos CA e settlement do mercado grossista.

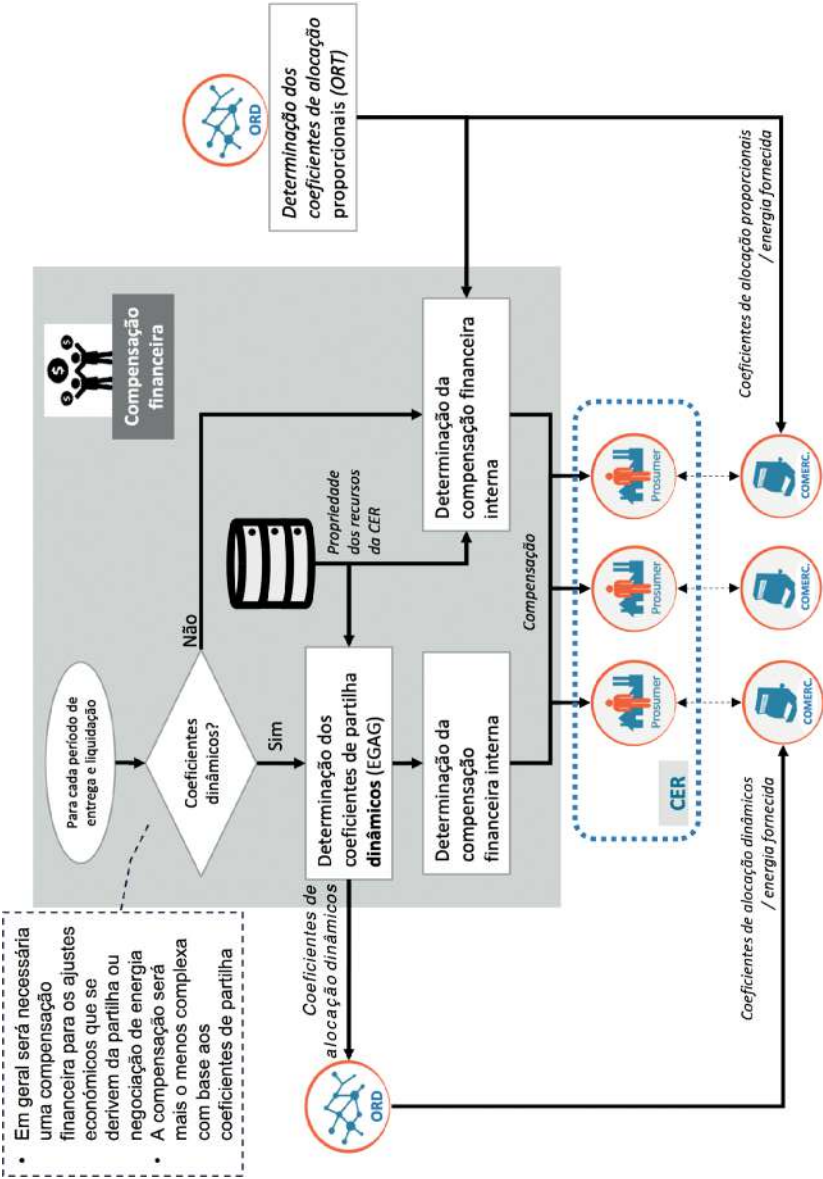


Figura 12 Compensação financeira dos membros de uma CER, elaboração própria.

dos acordos financeiros entre os membros da CER para a partilha interna, é preciso um ajuste para compensar cada membro pela diferença entre a energia alocada pelo ORD e a energia que realmente deveria ter sido alocada com base nas regras de partilha da CER e dos acordos financeiros entre seus membros.

Impacto na rede e mercados de flexibilidade

O incremento da geração renovável distribuída e as alterações nos padrões de comportamento dos prosumidores podem ter um impacto positivo na rede, embora em algumas circunstâncias possa também ser negativo. Com efeito, um comportamento mais ativo para autoproduzir e ajustar o consumo à produção local terá, em geral, um contributo positivo no uso das redes, localizando a geração próxima ao consumo e balanceando melhor consumo com procura, além da contribuição na descarbonização do sistema energético.

No caso dos mercados para os serviços de flexibilidade para a operação do sistema pelo ORD (ver secção 2.2), o progressivo descomissionamento das centrais térmicas, tradicionais fornecedores dessa flexibilidade, exige também a integração progressiva dos recursos distribuídos nesses mercados, em concordância com as diretivas europeias. Essa integração deverá ser, especialmente para os recursos pequenos, através da figura dos agregadores que, ao incluí-los nas suas carteiras, consigam atingir volumes de flexibilidade significativos para os serviços considerados, contribuindo para os serviços de reservas e para o balanceamento do sistema, ou localmente para a resolução de restrições de rede.

Não obstante, estes novos comportamentos implicam também alterações no uso local das redes, com frequência desenhadas de acordo com os antigos modos de funcionamento, que devem agora ser supervisionadas e geridas pelos respetivos operadores dessas redes. No âmbito das CER, os ORD devem ainda atualizar os seus sistemas de previsão com base nestes novos comportamentos, e desenhar as estratégias necessárias para um melhor planeamento e operação dessas redes. Neste contexto, a tradicional estratégia de reforço das linhas pode ser substituída por uma estratégia onde a flexibilidade emergente é integrada nos processos de planeamento e operação das redes. As CER podem contribuir para essa melhor gestão das redes mediante o fornecimento de serviços ao ORD (ver secção 2.2), quer com o fornecimento de flexibilidade para a resolução de congestionamentos ou de problemas de tensão, quer mediante o fornecimento de dados

para a melhoria dos algoritmos de estimação do ORD. Ambos os serviços podem ser monetizados e fornecer um valor adicional à participação ativa nas CER, por exemplo mediante a sua negociação em mercados de flexibilidade. Estes mercados de flexibilidade, no âmbito dos DSO, ainda estão numa fase de investigação e experimentação e não há mercados reais a funcionar além de experiências piloto, muitas como resultado de projetos de investigação financiados a nível europeu. Os reguladores parecem, portanto, ainda à espera de adquirir um melhor conhecimento sobre como deveriam ser reguladas estas CER. Não obstante, espera-se que as CER venham a ser nos próximos anos uma ferramenta essencial para a operação das redes de distribuição neste novo contexto.

Referências

- [1] Gov Portugal (2022), “Decreto-Lei n.º 15/2022, organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional”. Accessed: Feb. 05, 2022. [Online]. Available: <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/decreto-lei/2022-177634029>
- [2] “Decreto-Lei n.º 162/2019 | DRE.” <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/162-2019-125692189> (accessed Jan. 20, 2022).
- [3] USEF (2019) USEF White Paper: Energy and Flexibility Services for Citizens Energy Communities, Feb. 2019. Accessed: Jan. 31, 2021. [Online]. Available: <https://www.usef.energy/app/uploads/2019/02/USEF-White-Paper-Energy-and-Flexibility-Services-for-Citizens-Energy-Communities-final-CM.pdf>
- [4] USEF (2018) USEF White Paper: Flexibility Value Chain, 2018. Accessed: Mar. 08, 2021. [Online]. Available: https://www.usef.energy/app/uploads/2018/11/USEF-White-paper-Flexibility-Value-Chain-2018-version-1.0_Oct18.pdf
- [5] R. Rocha, J. Villar, and R. J. Bessa (2019) Business models for Peer-to-Peer Energy Markets, in *16th International Conference on the European Energy Market (EEM)*, Sep. 2019, pp. 1–6. doi: 10/gjq3jb.
- [6] J. Villar, R. Bessa, and M. Matos (2018) Flexibility products and markets: Literature review, *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 154, pp. 329–340, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.epsr.2017.09.005.
- [7] R. Silva, E. Alves, R. Ferreira, J. Villar, and C. Gouveia (2021) Characterization of TSO and DSO Grid System Services and TSO-DSO Basic Coordination Mechanisms in the Current Decarbonization Context, *Energies*, vol. 14, no. 15, Art. no. 15, Jan. 2021, doi: 10.3390/en14154451.
- [8] “French Capacity Market, Report accompanying the draft rules,” Apr. 2014.
- [9] DRE: Diretiva n.º 6/2020, *Diário da República Eletrónico*. <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/decreto-lei/2022-177634029> (accessed Feb. 24, 2022).
- [10] R. Rocha, F. Retorta, J. Mello, R. Silva, C. Gouveia, and J. Villar (2022) Grid flexibility services from local energy markets: a three-stage model, presented at the ICEE – Energy & Environment: Bringing together Economics and Engineering, Jun. 2022. [Online]. Available: <https://icee2022.fep.up.pt/>
- [11] J. Mello and J. Villar (2022) Integrating flexibility and energy local markets with wholesale balancing responsibilities in the context of renewable energy communities (invited paper for special session), presented at the ICEE – Energy & Environment: Bringing together Economics and Engineering, Jun. 2022. [Online]. Available: <https://icee2022.fep.up.pt/>
- [12] J. Mello, J. Villar, and J. T. Saraiva (2022) Conciliating the settlement of local energy markets with self-consumption regulations,” Submitted to a Journal review.

6. O papel das CER no âmbito do sistema elétrico: digitalização/plataforma/enabler

José Basílio Simões

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.7>

Digitalização e as Redes Elétricas do Futuro

Evolução da rede tradicional para smart grid/digital grid

Os sistemas de transporte e distribuição de eletricidade foram projetados há mais de 100 anos e, desde então, foram sendo expandidos e melhorados apenas de uma forma incremental. Trata-se de sistemas verticalmente integrados, com a geração centralizada, e que serviram bem os tempos em que

a eficiência e a resiliência eram menos importantes, e em que não havia o recurso a fontes de energia renováveis.

Todavia, para o cumprimento das metas de descarbonização é fundamental alterar finalmente este modelo, evoluindo para redes elétricas mais complexas, multidirecionais, preparadas para a integração de fontes de energia renovável de forma distribuída (*DER – Distributed Energy Resources*) e para uma crescente eletrificação de todos os sectores da economia.

As Comunidades de Energia Renovável, que têm como um dos princípios orientadores o equilíbrio entre a quantidade de eletricidade produzida e consumida numa zona geograficamente limitada, trazendo, portanto, a geração para muito mais perto do consumo, contribuem decisivamente para a gestão da rede elétrica, tornando-a potencialmente mais estável, segura e eficiente, com menores perdas - dada a inerente redução dos fluxos globais - e com a possibilidade de introdução de camadas de comando e controlo local, possibilitando uma otimização e gestão inteligente dos diversos recursos integrados.

De facto, conforme mais adiante se aprofundará, as Comunidades de Energia Renovável promovem uma gestão descentralizada da rede elétrica, resolvendo local e antecipadamente desequilíbrios cujas consequências poderiam de outra forma ser fortemente ampliadas. Se na zona de Coimbra tivermos uma maior concentração de veículos elétricos num determinado dia, a plataforma de gestão das Comunidades locais de Energia deverá atuar de acordo com esse evento, de forma distinta da plataforma de gestão da rede local na Guarda, onde uma menor intensidade associada à mobilidade elétrica, mas um maior consumo associado ao aquecimento possa existir. A digitalização permitirá uma gestão descentralizada da rede, suportando decisões locais desde que comunicadas antecipadamente aos sistemas centrais de gestão.

Esta evolução transformacional das redes elétricas, iniciada nos últimos 20 anos, apenas é possível com a integração de tecnologias de informação e comunicação, fazendo evoluir o modelo clássico de distribuição para um modelo de redes inteligentes (*smart grids*) as quais terão de continuar a evoluir para uma verdadeira rede digital (*digital grid*).

A rede digital corresponde à digitalização das redes elétricas usando tecnologias avançadas permitindo comunicação bidirecional entre a rede, os consumidores, os produtores e as várias entidades envolvidas na sua operação e manutenção: *Transmission System Operator* (TSO), *Distribution System*

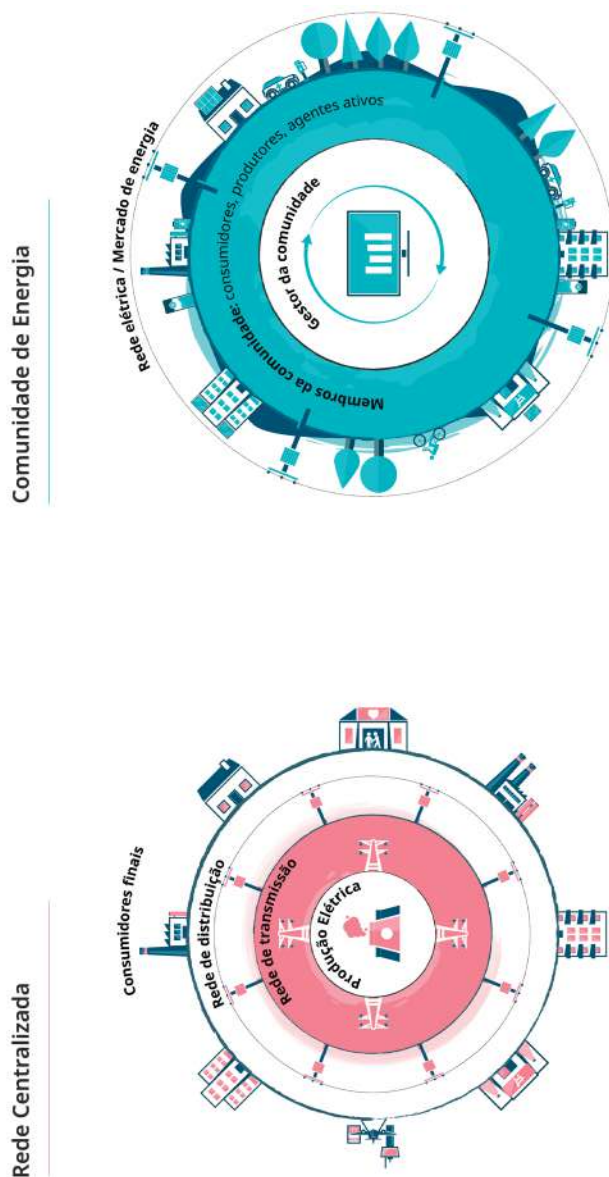


Figura 1 Evolução da rede tradicional, centralizada, para a nova rede elétrica digital, descentralizada e focada em Comunidades Locais de Energia.

Operator (DSO) e o Comercializador, entre outros agentes de mercado, como sejam o Agregador, a Entidade Gestora do Autoconsumo Coletivo (EGAC) e das Comunidades de Energia ou o operador de postos de carregamento (OPC) de veículos elétricos, sempre que estejam presentes.

A digitalização da rede torna possível a sua monitorização e controlo em tempo real, permitindo aos DSOs aumentar a qualidade, disponibilidade e eficiência da rede. A rede digital é o conceito que pretende conectar a geração descentralizada proveniente das renováveis, os sistemas de armazenamento, as micro-redes e as VPPs (*Virtual Power Plants*) com os sistemas tradicionais de geração centralizada, aproveitando o potencial das casas e edifícios inteligentes e da Internet das Coisas (IoT - *Internet of the Things*), para tornar as atuais redes mais confiáveis e inteligentes, capazes de detetar e remediar automaticamente situações de interrupção de fornecimento de eletricidade, encontrando caminhos alternativos quando for necessário.

O conceito da Rede Digital inter-relaciona o sistema elétrico com as redes de telecomunicações e será cada vez mais importante para as redes elétricas do futuro, à medida que as renováveis e o armazenamento se tornam cada vez mais distribuídos em micro-redes de grandes edifícios e instalações industriais, mas também nas Comunidades de Energia.

Resiliência e segurança da rede elétrica

Modelização das redes elétricas em face dos novos comportamentos dinâmicos

A dinâmica das redes elétricas clássicas é determinada por geradores síncronos com grande inércia, normalmente representados e modelizados linearmente como sendo um grupo de osciladores interagindo entre si [1]. Todavia, a introdução de elementos com comportamento altamente não linear e com muito menor inércia exige novos modelos dinâmicos para a modelização do comportamento das redes elétricas do futuro, de forma a avaliar corretamente a sua estabilidade e sincronização ou, genericamente, os seus riscos e limitações [2].

De facto, a rede elétrica é uma das infraestruturas críticas que tem de ser protegida. Para tal, um aspeto fundamental é garantir a sua resiliência beneficiando das capacidades que a integração de novas tecnologias na rede pode trazer. Um dos elementos chave para o aumento da resiliência e segurança da rede é o seu grau de digitalização e monitorização, associado

à introdução de um sistema de automação que permita a sua modificação, para o que as micro-redes e nano-redes poderão desempenhar um papel fundamental. Estas redes deverão ser o mais possível autossuficientes em termos de capacidade de geração e serão elementos chave para a resiliência da rede global.

A utilização de dispositivos e protocolos IoT, a aquisição e troca de maiores quantidades de dados e o desenvolvimento de algoritmos e ferramentas de avaliação de risco adequadas, permitem melhorar o planeamento, deteção, atuação/mitigação e recuperação da rede, beneficiando de conhecimento e informações prévias, prevendo as zonas vulneráveis da rede e antecipando e preparando a resposta para essas disrupções. Numa palavra, a digitalização aumenta a resiliência das redes elétricas.

Sector *coupling* e a gestão inteligente de cargas

Não há ainda uma definição acordada universalmente para *sector coupling* que, tratando-se de um termo relativamente novo, refere-se a um conceito explorado desde há décadas. Na perspetiva da IRENA (International Renewable Energy Agency), *sector coupling* pode ser definido como o processo de interconetar o sector da geração de eletricidade com o sector da energia de uma forma mais lata (como por exemplo o calor, o gás ou a mobilidade). Foi primeiramente aplicado na Alemanha para sublinhar a importância da aplicação dos excedentes de energia solar e eólica em sectores como os transportes, a indústria, os edifícios e o aquecimento, os quais de outra forma seriam desperdiçados [3]. Se forem simultaneamente utilizadas soluções de gestão da procura o *sector coupling* terá benefícios ainda mais relevantes, sendo a digitalização e a introdução de sistemas inteligentes nas redes elétricas determinante para esse efeito.

Se forem introduzidos os benefícios económicos adequados, por exemplo através de tarifários dinâmicos e da monetização da flexibilidade energética, será possível obter contributos muito relevantes para as operações globais do sistema e para atingir as metas de descarbonização de uma forma economicamente mais eficaz¹.

¹ https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Oct/IRENA_Sector_Coupling_in_Cities_2021.pdf

The International Renewable Energy Agency (IRENA) serves as the principal platform for international co-operation, a centre of excellence, a repository of policy, technology, resource and financial knowledge, and a driver of action on the ground to advance the transformation of the global energy

O caso da mobilidade elétrica é talvez aquele que maior impacto terá nas redes na próxima década pelo que um acoplamento eficiente e promotor de flexibilidade energética entre os sectores elétrico e dos transportes exige a implementação de sistemas inteligentes de gestão de carregamentos, para além de reformas regulatórias que promovam os serviços de sistema, bem como de plataformas inovadoras de gestão e da promoção de novos modelos de negócio.

Como adiante se aprofundará, as Comunidades de Energia podem constituir-se como autênticos laboratórios vivos que permitirão testar estas plataformas em ambiente real, local e controlado, gerando a experiência necessária para a transição da rede tradicional para uma rede inteligente, passando por uma fase de rede híbrida em que ambas deverão co-existir.

Na verdade, a tecnologia tem quebrado tabus: temos hoje a possibilidade de armazenar energia térmica e elétrica de forma eficiente e economicamente viável. A digitalização, a granularidade da chamada Internet das Coisas (IoT) e os sistemas de controlo remoto possibilitam controlar a procura de energia, explorando a flexibilidade associada à inércia dos sistemas de aquecimento/arrefecimento ou de outros processos interruptíveis, quebrando também o tabu da inelasticidade da energia [4].

Ou seja, a tecnologia hoje ao nosso dispor possibilita uma gestão dinâmica, inteligente e segura dos ativos de energia distribuída (i.e., unidades de produção de base renovável, baterias, veículos elétricos, equipamentos de climatização e outros) podendo controlar a procura de uma forma inteligente e assim contribuir para a manutenção do equilíbrio entre a oferta e a procura na rede elétrica mesmo em cenários de geração intermitente.

Efetivamente, as técnicas de gestão da procura (DSM - *Demand side management*) através do controlo ativo de cargas, são hoje vistas como uma estratégia efetiva para a integração de energias renováveis nas redes elétricas, controlando os perfis de consumo através da utilização de sistemas inteligentes de gestão e controlo capazes de diferir temporalmente a utilização de determinadas cargas.

system. An intergovernmental organisation established in 2011, IRENA promotes the widespread adoption and sustainable use of all forms of renewable energy, including bioenergy, geothermal, hydropower, ocean, solar and wind energy, in the pursuit of sustainable development, energy access, energy security and low carbon economic growth and prosperity.

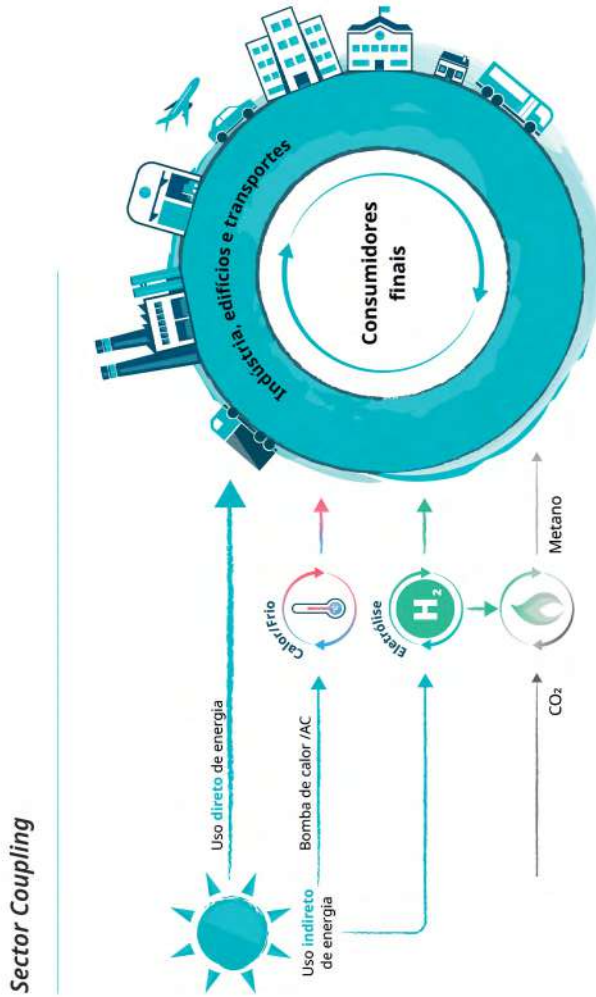


Figura 2 Ilustração da utilização direta e indireta de energia. A flexibilidade energética associada ao *sector coupling* é fundamental para a estabilidade e resiliência das redes elétricas modernas.

A digitalização e a interoperabilidade serão fundamentais para que esta flexibilidade de cargas possa ocorrer e contribuir para a gestão do sistema elétrico e para a otimização dos mercados de energia. Várias teses e artigos científicos têm sido escritos na última década sobre esta evolução do sistema elétrico. Por exemplo em [5] foi desenvolvido para esse efeito o conceito de *Energy Box Aggregator* de forma a assegurar a interface entre os sistemas individuais de gestão de energia / gestão de cargas, e o operador da rede elétrica, num contexto de redes inteligentes.

O agregador deverá usar a flexibilidade disponibilizada por cada utilizador individual, agregado num cluster local, sendo para o efeito a Comunidade de Energia a entidade natural, de forma a satisfazer os requisitos de controlo da procura exigidos pelo operador de serviços de sistema, de forma a equilibrar a oferta e a procura.

Num contexto de introdução de fontes de geração renovável com intermitência, esta aproximação é economicamente atrativa, evitando maiores investimentos do lado da oferta para suprir necessidades pontuais.

Um exemplo real do impacto da flexibilidade energética foi o sucedido há poucos meses quando o Sistema Elétrico Francês sofreu um episódio de falta de potência elétrica para enfrentar a ponta de consumo do dia (70 GW). Embora o seu parque gerador disponha de 130 GW, um grande número de reatores nucleares encontrava-se em manutenção. O sistema sobreviveu graças à contratação de 11 GW de apoio aos países periféricos e à ativação com o nível laranja do Sistema “Ecowatt”. O site www.monecowatt.fr, foi lançado pelo operador de rede francês e constitui um importante instrumento para reduzir riscos de corte nos períodos de forte consumo ou de deficiência de energia, recorrendo exclusivamente a medidas comportamentais. Contém informação em tempo real sobre o estado da rede elétrica, com cores que vão do verde ao vermelho e com aconselhamento sobre qual o melhor comportamento dos cidadãos, quer em casa, quer no local de trabalho. Quando a procura excede a oferta, em vez de um corte cego, é pedido aos consumidores que moderem o seu consumo através de ecogestos simples que podem ir do desligar uma lâmpada, não carregar o telemóvel, não por em funcionamento a máquina de lavar, ou interromper o carregamento do veículo elétrico.

Digital Twins: juntando a digitalização, IoT e a ciência dos dados para a gestão das redes inteligentes

O conceito de *Digital Twins* foi introduzido pela primeira vez há mais de 30 anos por David Gelernter, professor de ciências de computação na Universidade de Yale, na sua obra *Mirror Worlds*. Foi já considerada uma das *Top Trending Emerging Technologies* da Gartner e está em fase crescente de adoção desde as áreas da produção de máquinas industriais, passando pela aviação e transportes em geral, até às cidades e redes inteligentes.

Trata-se de criar réplicas digitais de objetos, processos ou cenários reais complexos, criando um paralelismo entre o mundo físico e o virtual para análise de todas as perspetivas e simulação de cenários em que a gestão e controlo remoto sejam possíveis, ou simplesmente para efetuar manutenção preditiva.

A tecnologia dos *Digital Twins* abarca a digitalização, IoT e *Data Science* e tem uma aplicação muito grande nas *smart cities* por se tratar de ambientes extremamente complexos, com imensas dimensões, desde a mobilidade, ao consumo e gestão da água e às *smart grids*. Um exemplo dado frequentemente é a cidade de Boston que está a utilizar *Digital Twins* para o planeamento e construção de edifícios, tendo em consideração a exposição solar, as infraestruturas existentes e a previsão de custos de construção, mas também na análise de cenários preditivos de cheias, com base no histórico e nas previsões atmosféricas.

Ciber-segurança e tolerância a falhas

Antes de concluir esta introdução sobre as tecnologias associadas à digitalização e sobre o seu estado de desenvolvimento e disponibilidade nas redes elétricas, em especial da Europa, importa não esquecer também os riscos associados.

Na verdade, e como já referido e mais adiante se demonstrará, a digitalização da energia tem o potencial para melhorar o desempenho do sistema elétrico de diversas formas, técnica e economicamente, por exemplo aumentando o número e volume das fontes de flexibilidade e criando as condições para a implementação de novos tipos de transações e modelos de negócio. Ou seja, a digitalização não só é determinante para a descentralização e descarbonização como é o *enabler* da democratização da

energia! Todavia, a profusão de pontos de contacto com a rede através da instalação dos dispositivos IoT e da criação da chamada Internet da Energia (IoE - *Internet of the Energy*), encerra riscos semelhantes ao da internet, como sejam os ciberataques, devendo, portanto, ser tidas em consideração as medidas de segurança quer a nível físico quer dos protocolos de comunicação. Por outro lado, também a nível lógico e algorítmico deve ser assegurado que o sistema exibe tolerância a falhas, identificando os estados de segurança e impedindo que falhas técnicas ou humanas possam gerar situações críticas. Por exemplo, sendo possível que múltiplos agentes tenham acesso ao mesmo dispositivo, podendo emitir sinais de controlo contraditórios, é necessário impedir a nível do projeto que essas ordens possam ocorrer. Ou seja, devemos limitar as possibilidades infinitas proporcionadas pela digitalização apenas àquelas que sejam compatíveis com a segurança do sistema.

Transição energética em movimento

O funcionamento normal da nossa sociedade pressupõe um bom equilíbrio entre a procura e a oferta. Todos sentimos recentemente, no início da pandemia COVID-19, como a ocorrência de fenómenos inesperados podem alterar esse equilíbrio com consequências muito nefastas. A oferta de papel higiénico, máscaras e ventiladores, por exemplo, demorou várias semanas até se ajustar à procura. Noutros casos, como os componentes eletrónicos e outros materiais, passaram-se já muitos meses e ainda não foi encontrado um novo equilíbrio.

Nas redes elétricas, esses desequilíbrios não podem ocorrer por mais do que breves instantes, caso contrário as consequências poderão ser muito nefastas, gerando apagões como os sucedidos no Texas em fevereiro de 2021, num inverno anormalmente frio, em que 2 milhões de casas ficaram sem fornecimento de eletricidade durante vários dias causando mais de 200 mortes e perdas económicas estimadas em mais de 130 milhares de milhões de dólares. Outros desequilíbrios semelhantes entre a oferta e o consumo elétrico provocaram apagões em cascata em agosto de 2003 no norte dos EUA e no Canadá, em julho de 2012 na Índia e em março de 2019 na Venezuela.

Estes episódios até agora raros vão quase certamente tornar-se muito mais frequentes em consequência dos efeitos das alterações climáticas e do que podemos apelidar de transição energética “*em movimento*” para ilustrar a

mudança de paradigma e transformação das redes elétricas em curso. Na verdade, a introdução de fontes de geração renovável com variabilidade inerente, ao mesmo tempo que a descarbonização exige a eletrificação dos consumos nos edifícios, dos meios de transporte, dos sistemas de aquecimento e arrefecimento, bem como de outros sectores de atividade económica, estão a aumentar grandemente a procura de eletricidade quando em simultâneo as centrais convencionais a carvão e nucleares estão a ser desligadas da rede.

A solução para corrigir estes desequilíbrios pode passar pelo investimento em infraestruturas centralizadas de armazenamento, como as baterias *grid-scale* ou as instalações hidro-elétricas com bombagem para armazenar a produção renovável excedente, aproximação que está a ser liderada pela China e que implica investimentos massivos difíceis de aprovar e justificar no mundo ocidental, ou a introdução de mecanismos inteligentes de controlo da procura (*Demand Side Management*) e a gestão da rede a partir de micro-redes e Comunidades de Energia, como os Estados Unidos e a Europa estão a privilegiar.

É esta segunda via que acreditamos ser a mais eficaz e economicamente viável, e para a qual uma efetiva digitalização das redes é fundamental. As Comunidades de Energia, como temos vindo a defender, ajudam a garantir o balanceamento da rede, numa abordagem *bottom-up*, estabelecendo um novo nível de gestão e controlo local capaz de acomodar movimentos imprevisíveis como a compra de um novo veículo elétrico, de uma bomba de calor, e de um novo sistema solar de um dia para o outro num mesmo bairro, promovendo uma verdadeira e democrática transição energética “*em movimento*” sem prejudicar a segurança e resiliência das redes elétricas existentes.

Digitalização e interoperabilidade

Esta transição energética em movimento exigida pelas metas de descarbonização, no âmbito da qual observamos a evolução de um sistema baseado em poucos atores chave para um novo paradigma com milhões de elementos ativos e dinâmicos conectados, sejam eles unidades de geração, armazenamento ou apenas de consumo, não pode mais ser gerido sem uma profunda digitalização do sistema elétrico, conforme ficou já bem patente nas teses que o autor acima foi defendendo.

A digitalização, com recurso a tecnologias de informação e comunicação e a soluções compostas por múltiplos sensores, atuadores e sistemas conectados e interoperáveis, coordenados com recurso a algoritmos e sistemas operativos sofisticados que incorporam inteligência artificial, e outras tecnologias emergentes, deverá permitir monitorizar, realizar o tratamento e tomar decisões com base numa grande quantidade de dados num curto espaço de tempo. Todavia, a digitalização e a introdução de novas tecnologias nas redes elétricas não bastam. É imperioso assegurar interoperabilidade.

A interoperabilidade, permitindo a comunicação e cooperação entre os diversos sistemas é vital para a troca de dados necessária ao funcionamento e gestão dos sistemas, pelo que a adoção de *standards* abertos ou *de facto standards* terá de ser assegurada. Na verdade, apesar da disponibilidade e maturidade da tecnologia, e da existência de empresas inovadoras e competentes para a sua aplicação, a digitalização das redes elétricas está ainda muito longe de ser uma realidade. Os contadores inteligentes (*smart meters*), cuja instalação se iniciou há mais de 20 anos em alguns países europeus, continuam com uma penetração inferior a 50% na Europa, a ser instalados muito lentamente e sem que os respetivos dados estejam disponíveis em tempo real como se impõe para uma eficaz gestão das redes elétricas. A interoperabilidade, ou a falta dela, entre os diversos sistemas e plataformas é a principal razão para este *status quo*. Não se atingirão as metas de descarbonização sem uma verdadeira revolução a nível da interoperabilidade. Os chamados contadores inteligentes, já instalados aos milhões em quase todos os países europeus, na verdade não têm tornado as redes elétricas nem inteligentes nem digitais. Na verdade, estes *smart meters* quase sempre ou não comunicam entre si, ou comunicam muito deficientemente. São necessárias normas e plataformas de gestão com *web services* que assegurem a interoperabilidade e a comunicação em tempo real!

Em oposição a esta evolução lenta da digitalização da energia e como evidência do efeito alavancador que a interoperabilidade pode trazer à expansão e utilidade dos sistemas, veja-se o exemplo do GSM, tecnologia introduzida em 1991 e que em menos de 6 anos tornou-se disponível em mais de 100 países e um *de facto standard* na Europa e Ásia. O GSM, apesar de não ser considerado uma melhor opção técnica do que a tecnologia CDMA utilizada nos EUA, tornou-se dominante graças à normalização e ao *roaming* (interoperabilidade) entre as redes dos vários países.

A Digitalização do Sistema Elétrico e a Reforma dos Mercados de Energia

O Reino Unido, talvez por ser uma ilha e, portanto, ter mais dificuldade com as interconexões e ter de garantir a sua independência energética, foi pioneiro na Europa na liberalização dos mercados de energia há cerca de 30 anos. É também no Reino Unido que se começa agora a discutir de uma forma mais determinada a reformatação dos mercados de energia e a assumir a digitalização como determinante para fazer face à crescente complexidade inerente à descarbonização e à eletrificação da economia.

Na verdade, em maio de 2021, numa ação conjunta do governo, da entidade reguladora Ofgem e do Innovate UK, foi lançada uma *Taskforce* para a Digitalização da Energia que em curto espaço de tempo determinou que a digitalização deverá estar presente a todos os níveis no sistema energético e publicou a Estratégia para a Digitalização da Energia bem como uma atualização do Plano para a Flexibilidade.

Esta Estratégia assenta em 4 pilares fundamentais: gerar mais valor para os consumidores, acelerar a descarbonização, manter a estabilidade, segurança e resiliência do sistema elétrico, e otimizar os investimentos e a operação global do sistema.

Sem entrar em detalhes sobre cada uma destas recomendações, parece evidente que uma organização do sistema com base em Comunidades Locais de Energia, cuja Plataforma de Gestão assegure a nível local esses equilíbrios e, simultaneamente, comunique com uma camada superior de previsões e gestão de médio e longo prazo, ou seja, um modelo baseado numa plataforma unificadora de plataformas locais, será, de facto, muito mais eficaz para cumprir os objetivos delineados do que o atual paradigma de gestão centralizada da rede elétrica.

Mais recentemente, e como consequência da guerra da Ucrânia, a União Europeia produziu a chamada Declaração de Versailles (em 11/03/2022): “é necessário acelerar a independência dos combustíveis fósseis, aumentando a velocidade de implementação de fontes de energia renovável, aumentando a eficiência energética e promovendo uma maior circularidade na indústria e nos padrões de consumo”.

Na verdade, o atual mercado europeu de energia foi criado em 1990 com o objetivo de reduzir o preço da energia, mas, agora, temos dois objetivos *maiores*: a descarbonização e, fruto da guerra, a independência energética.

Para endereçar estes objetivos é imprescindível uma integração completa do Sistema Elétrico e a existência de uma Plataforma digital adequada, que facilite a integração “horizontal” do sistema de energia, em oposição à tradicional integração “vertical” na qual apenas existia a preocupação de transportar a energia para os consumidores [4].

Por outro lado, a descentralização assume uma crescente e incontornável relevância nos sistemas elétricos europeus. Cerca de 95% da nova capacidade de geração tem sido ligada às redes de distribuição de baixa e média tensão, com origem em fontes renováveis (fotovoltaica, eólica e biomassa). Na Alemanha temos já 1.3 milhões de geradores ligados nas redes de baixa-tensão, o que corresponde a 23GW ou 10% da capacidade total de geração instalada no país, ao que se somam 61.000 centrais de geração ligadas à média-tensão, totalizando 51.7 GW e 23% da capacidade total. Em Itália, 913.000 geradores fotovoltaicos estão ligados às redes de baixa tensão, o que corresponde a 7% do total de geração instalada no país².

Ou seja, como corolário desta realidade, torna-se evidente a necessidade absoluta de uma abordagem *bottom-up* em que as plataformas locais de gestão das Comunidades de Energia Renovável deverão ser consideradas como peças fundamentais para a gestão das redes elétricas, em articulação com os sistemas nacionais e transnacionais atualmente existentes.

Plataforma de Gestão da Comunidade de Energia

As Comunidades de Energia, para serem geridas eficazmente, necessitam de plataformas digitais, mais ou menos sofisticadas. Idealmente a Plataforma deverá implementar modelos de otimização multiobjetivo que tenham em conta as variáveis de entrada (geração e consumo estimados, disponibilidade de cargas flexíveis e de sistemas de armazenamento), as necessidades do operador de sistema para o balanceamento da rede e os custos envolvidos para pagamento da ativação da flexibilidade energética aos detentores de cargas flexíveis. Este é um campo onde algoritmos de inteligência artificial e autoaprendizagem são absolutamente pertinentes para garantir a robustez do sistema ao mesmo tempo que é feita a adequação ao perfil comportamental do utilizador.

² GSE, Solare fotovoltaico – rapporto statistico 2020, Pg. 11 https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Solare%20Fotovoltaico%20-%20Rapporto%20Statistico%20GSE%202020.pdf

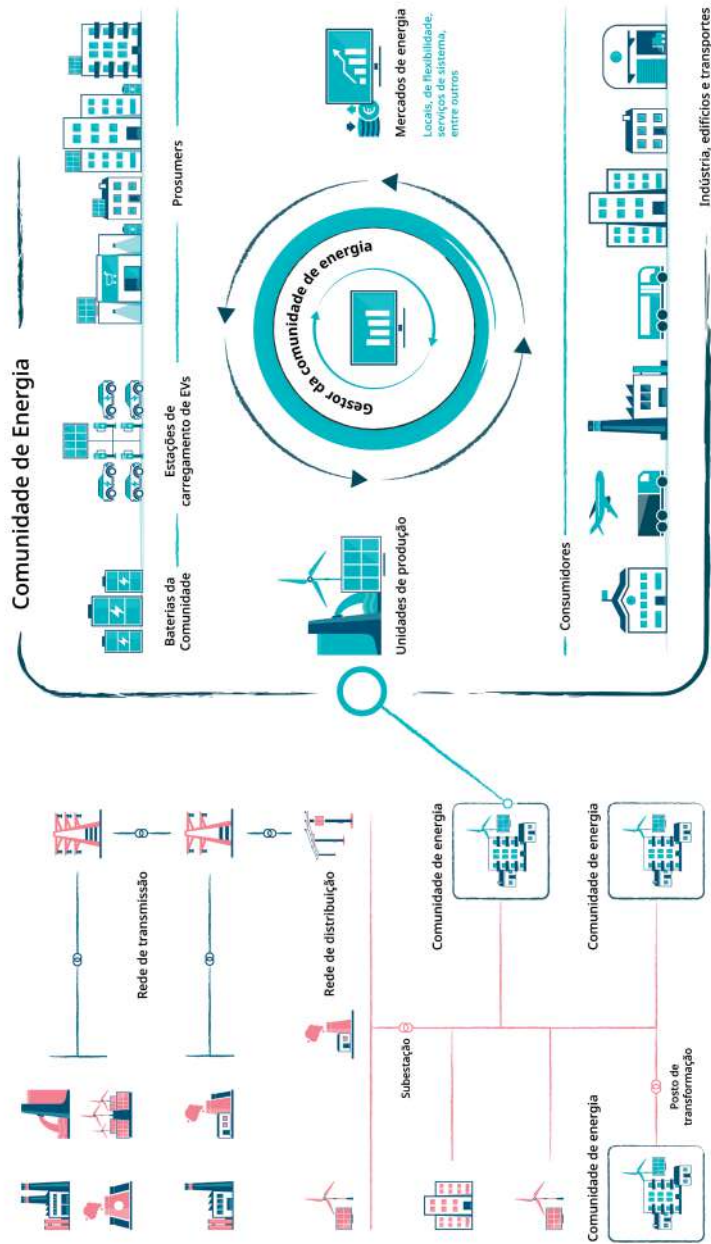


Figura 3 Ilustração da Plataforma de Gestão de Comunidades de Energia.

Esta Plataforma está esquematicamente representada na figura seguinte e responde ao espírito patente no Decreto Lei n.º 15/2022 (Sistema Elétrico Nacional) no que diz respeito aos sistemas específicos de gestão dinâmica, sendo que, para funcionar, necessita dos regulamentos da ERSE e da interoperabilidade com o Sistema Operacional.

Como já referido anteriormente, descarbonizar implica produzir eletricidade limpa e eletrificar a economia através de uma abordagem multisectorial envolvendo os sistemas de transportes, de aquecimento e arrefecimento, bem como a substituição de todos os processos que recorram a gás e outros combustíveis fósseis, por recursos de base renovável.

Tendo em conta os desenvolvimentos tecnológicos das últimas décadas, como sejam a disponibilidade de bombas de calor, de carros elétricos ou de painéis fotovoltaicos suficientemente baratos e eficientes para que sejam adquiridos e utilizados no sector residencial e das pequenas empresas, esta transição energética é iminentemente uma transição local, centrada no utilizador/ consumidor, e não mais nas grandes centrais de produção ou na rede de transporte de energia. Trata-se, portanto, de uma transição iminentemente democrática, que se desenvolve numa abordagem *bottom-up* e cujo ritmo de evolução, tal como o de várias revoluções sociais recentes, será impossível de pré-definir ou controlar.

As Comunidades de Energia, pelo seu carácter local e de envolvimento dos cidadãos, sejam eles consumidores “passivos” ou “ativos”, como sejam os *prosumers*, os detentores de veículos elétricos, com ou sem sistema de injeção na rede (V2G – *Vehicle to Grid*), ou os detentores de sistemas de armazenamento de energia e de sistemas de controlo da flexibilidade energética, são, portanto, entidades com um papel decisivo a desempenhar no equilíbrio da rede elétrica e no novo paradigma do Sistema Elétrico, para o qual a digitalização e a interoperabilidade são determinantes.

As plataformas de gestão das Comunidades de Energia são, pois, não apenas fundamentais para a gestão da nova rede elétrica digital como enablers determinantes da transição energética.

Estas plataformas devem combinar características de competição e cooperação, sempre com o consumidor no seu foco, e devem otimizar os recursos e minimizar as perdas, numa lógica de economia circular. Terão, por outro lado, de garantir interoperabilidade e comunicação com as camadas superiores de agregação, passando de um modelo de mercado único de energia para um modelo baseado numa plataforma unificadora de plataformas locais.

Tal como recomendado em [4], estas plataformas deverão ter 2 faces: uma relativa à infraestrutura física e outra à superestrutura transacional. As duas faces deverão ser inseparáveis, tal como o são as duas faces de uma moeda. Não só devem estar preparadas para suportar a instalação de mais dispositivos consumidores e de mais ativos de geração na rede local, permitindo novas transações e novos modelos de negócio, como devem ser capazes de funcionar assentes nas atuais redes de distribuição de eletricidade, proporcionando a tal transição energética “em movimento” que mais acima se referia.

Novos mercados de energia emergentes das redes digitais

Nos novos mercados de comercialização de energia, emergentes das redes elétricas digitais, o preço deixa de ser o fator determinante na escolha de uma comercializadora, que evoluirá de uma atividade de simples compra e venda com baixas margens (*trading*), para uma atividade agregadora de maior valor acrescentado como sejam a flexibilidade energética ou os novos modelos de negócio associados à economia da partilha e as transações *peer-to-peer* no seio de uma Comunidade de Energia.

Uma vez mais, a digitalização e a IoT serão determinantes para que este novo paradigma se materialize e se torne um dos pilares fundamentais da descarbonização.

Apesar de ser hoje tecnologicamente possível, tendo em conta a digitalização e a chamada Internet das Coisas (IoT), a exploração comercial da flexibilidade energética (DSM – *Demand Side Management*) tem evoluído muito lentamente na Europa, a um ritmo que não é suficiente para atingir as metas de descarbonização de 2030³. A monetização de mecanismos de flexibilidade no seio das CERs será uma forma de acelerar este caminho sem esperar por decisões complexas e demoradas dos reguladores nacionais, e tornará evidente não só a viabilidade económica destes modelos como mais uma vantagem das Comunidades de Energia e da inevitabilidade de um movimento *bottom-up* na construção de um novo paradigma das redes elétricas digitais e descarbonizadas.

Para garantir uma efetiva coordenação de todo o sistema é necessário promover uma efetiva troca de informação e coordenação entre as várias camadas de gestão e estabelecer procedimentos de controlo bem definidos,

³ <https://smarten.eu/position-paper-a-network-code-for-demand-side-flexibility/> SmartEn is the European business association for digital and decentralised energy solutions.

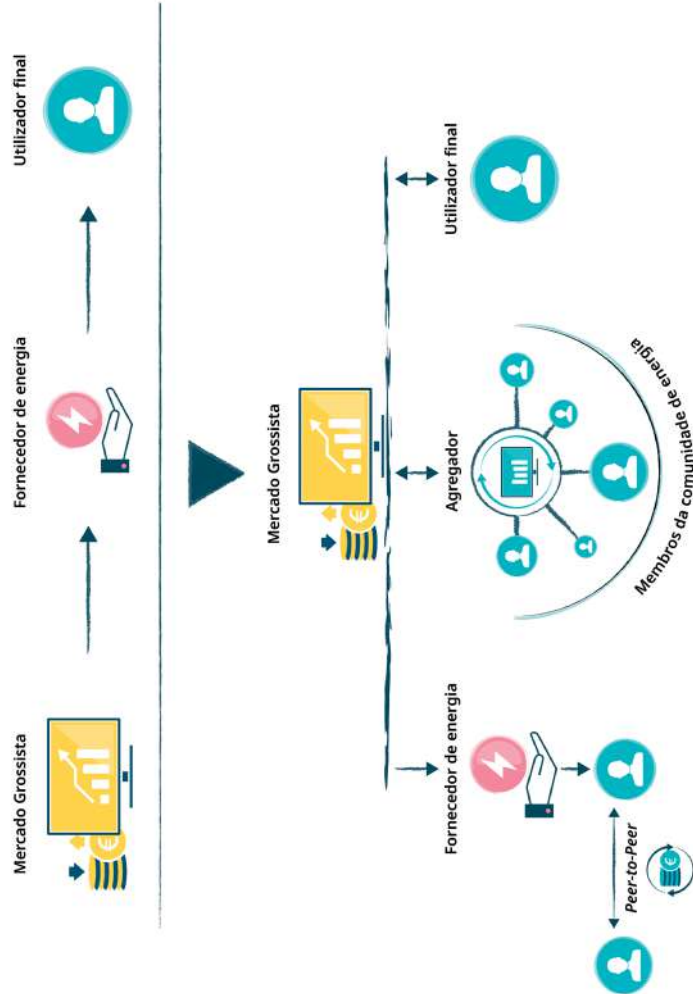


Figura 4 Evolução dos Mercados de Energia, acomodando novos modelos de negócio e Comunidades de Energia.

quer para as condições normais de funcionamento quer para as situações “anormais”.

Projetos demonstradores

A demonstração da possibilidade de utilizar Comunidades de Energia como ambientes reais, mas controlados para implementação e estudo de novos modelos de negócio, mostrando o poder da internet e promovendo a economia da partilha e a flexibilidade energética, tem sido efetuada em Portugal pelo menos desde 2018 [6] [7].

Estes estudos centraram-se no utilizador, incentivando as transações membro a membro (P2P - *peer-to-peer*) de excedentes de geração fotovoltaica e despertando as consciências para comportamentos energeticamente eficientes, transformando consumidores passivos e desmotivados em agentes ativos e voluntariosos. Trata-se de exemplos claros dos benefícios e do alcance que a democratização da energia poderá ter num novo sistema elétrico digital e descarbonizado, e do papel fundamental que uma plataforma local bem concebida pode desempenhar. De relevar ainda o facto de estas iniciativas, no âmbito de Comunidades de Energia, se poderem implementar sem que os enquadramentos regulatórios tenham de previamente ser alterados. Pelo contrário, eles servem de provas de conceito e de validação de impacto, em ambiente real, de como esses regulamentos poderão evoluir.

Conclusão

Termina-se este capítulo com a clara convicção do papel determinante que a Digitalização e as Comunidades de Energia, por definição locais, descentralizadas e focadas nos consumidores, irão desempenhar na próxima década na transição energética, no projeto de novas arquiteturas e na quebra definitiva de monopólios no mercado da energia. As Comunidades democratizam não só o acesso e a geração de eletricidade, mas também as ferramentas de gestão da rede, trazendo a possibilidade de pequenas e médias empresas tecnológicas implementarem em ambientes reais as suas plataformas inovadoras, as quais irão prevalecer e crescer no mercado apenas em função dos seus méritos, do valor acrescentado junto dos consumidores, e não por serem impostas por alguma entidade central, distante e anónima.

A digitalização e as tecnologias de informação e de comunicação são ferramentas já hoje disponíveis no mercado e que tornam esta revolução possível. As metas de descarbonização e da independência energética tornam-na inevitável. Sejam os governos, os reguladores e os operadores facilitadores e não bloqueadores, ainda que involuntariamente, desta verdadeira, indispensável e democrática revolução energética.

Referências

- [1] Yufeng Guo *et al.* (2021) Overviews on the applications of the Kuramoto model in modern power system analysis, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 129, 106804. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106804>
- [2] N. Hatziaargyriou *et al.* (2021) Definition and Classification of Power System Stability – Revisited & Extended, *IEEE Transactions on Power Systems* 36(4), 3271 (2021).
<https://doi.org/10.1109/TPWRS.2020.3041774>
- [3] Van Nuffel, L. (2018) *Sector coupling: How can it be enhanced in the EU to foster grid stability and decarbonise?* European Parliament, Brussels, [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/626091/IPOL_STU\(2018\)626091_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/626091/IPOL_STU(2018)626091_EN.pdf)
- [4] J. Vasconcelos, EU electricity reform, May 2022. Disponível na página do Instituto Universitário Europeu https://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/2022/05/eu_electricity_reform_may2022.pdf
- [5] Carreiro, A.M.; Oliveira, C.; Antunes, C.H.; Jorge, H.M. (2015) An Energy Management System Aggregator Based on an Integrated Evolutionary and Differential Evolution Approach. In: Mora A., Squillero G. (eds) *Applications of Evolutionary Computation*. EvoApplications 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol. 9028, 252-264. Springer, Cham.
- [6] Lurian Pires Klein, Aleksandra Krivoglazova, Luisa Matos, Jorge Landeck and Manuel Azevedo (2019) *A Novel Peer-To-Peer Energy Sharing Business Model for the Portuguese Energy Market*.
- [7] Lurian Pires Klein, Luisa Matos (2020) A pragmatic approach towards end-user engagement in the context of peer-to-peer energy sharing, Energy June 2020. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118001>

7. Mercados locais de energia

Luísa Matos

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.8>

Assim como se tem observado uma grande transformação na configuração tradicional das redes elétricas, também é claro que estamos a assistir ao início da transformação dos mercados de energia elétrica com a criação dos *mercados locais de energia*. Estes mercados para além de facilitarem o acesso a energia renovável a menores preços, permitem a participação

direta de pequenos produtores, podendo estes aceder a novas receitas para os seus investimentos em energia renovável. Apresentam ainda um forte potencial para aliviar estrangimentos nas redes de transmissão e distribuição, especialmente em períodos de pico aliviando problemas de congestionamento [1].

Os principais fatores que impulsionaram a criação dos mercados locais de energia têm vindo a ser observáveis nos últimos anos, designadamente relativos à:

1. Liberalização dos mercados de energia
2. Evolução das tecnologias de produção renovável
3. Aumento da procura de sistemas de produção descentralizada
4. Evolução do enquadramento legal e regulatório, designadamente, por via da Diretiva das Energias Renováveis (RED II)
5. Inovação nos modelos de negócio e surgimento de novos atores de mercado
6. Evolução das plataformas digitais de gestão de energia, controlo remoto e inteligência incorporada com o uso de algoritmos, por exemplo de previsão.

A evolução do mercado de energia

Há pouco mais de uma década e meia, os mercados de energia estavam desenhados para uma configuração tradicional da rede elétrica bem mais simples do que existe hoje. Nessa configuração tradicional a rede elétrica estava desenhada para transportar e distribuir eletricidade de um pequeno número de produtores para um grande número de consumidores, tanto industriais quanto residenciais [2].

O processo de liberalização do mercado europeu de eletricidade começou há mais de 20 anos, tendo como principal objetivo organizar o funcionamento e o fornecimento de eletricidade e gás de forma mais eficiente. A existência de um mercado livre, cria mais concorrência o que possibilita um estímulo para as empresas investirem em tecnologias inovadoras para redução de custos e, assim, atingirem maior eficiência. Uma maior eficiência permite a redução de preços ao consumidor, sendo esse um dos grandes

objetivos do processo de liberalização [3]. Em 2007 foi dado um importante passo com a criação do Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL)¹, iniciativa conjunta entre os Governos de Portugal e de Espanha, com vista ao lançamento de um modelo de liberalização do sector elétrico que veio permitir a existência de mercados organizados, enquanto plataformas de negociação tendencialmente independentes dos agentes tradicionais que atuam nas atividades de produção e de comercialização de eletricidade. Este importante passo permitiu o surgimento de novos atores no mercado para a comercialização de energia, com o objetivo de beneficiar os consumidores finais, na medida em que poderiam adquirir energia em regime de livre concorrência a qualquer produtor ou comercializador, e assegurar o acesso de todos os agentes ao mercado em condições de igualdade de tratamento, transparência e de objetividade, num quadro jurídico estável e em linha com a legislação e regulamentação europeia [4].

O modelo de mercado tradicional e os seus mecanismos de criação de preço apresentam, no entanto, uma grande vulnerabilidade face a condicionantes externas causando uma grande volatilidade de preços como reação a situações extremas e conduzindo ao aumento da incerteza para os seus atores. São exemplo, o aumento significativo dos preços de energia nos mercados grossistas desde o final do verão de 2021, causado pelo aumento da procura mundial após o fim dos períodos de confinamento em múltiplos países e da tentativa de retoma da atividade económica e dos níveis de produção pré-pandemia. Esse aumento de preços teve um impacto significativo na sobrevivência de muitos comercializadores de energia, que se viram sem meios financeiros para manter contratos de fornecimento de energia, acabando muitos por desaparecer e/ou transferir clientes para empresas a operar em mercado regulado. Também a guerra na Ucrânia no início de 2022, evidenciou uma vulnerabilidade associada à grande dependência do gás natural fornecido pela Rússia na Europa, tendo agravado ainda mais o impacto no aumento dos preços da energia levando a uma crise energética geral. As limitações dos mercados de energia centralizados vieram, assim, acelerar a transformação do sector energético, em particular dando mais visibilidade às alternativas, designadamente as que pretendem ser de base renovável e que enderecem em paralelo os problemas associados à pobreza energética bem como à independência energética e segurança do abastecimento.

Atualmente, assistimos a uma disrupção dos modelos de mercado de energia mais maduros com o surgimento de mercados de energia locais. Essa

1 https://www.mibel.com/en/home_en/

mudança nos mercados está a ser também impulsionada pela evolução da tecnologia, nomeadamente, pela evolução das tecnologias digitais e comunicações conforme apresentado no capítulo dedicado à *Digitalização e as Redes Elétricas do Futuro*, e tecnologias de produção e armazenamento. A evolução do desempenho energético dos painéis fotovoltaicos e redução do seu custo tem sido notória [5], bem como pelo aumento da procura de sistemas de produção descentralizada de energia, nomeadamente solar fotovoltaica distribuída, estando previsto que cresça 250% entre 2007 e 2024, atingindo 530 GW de produção anual, possibilitando a redução significativa de emissões de gases com efeito de estufa [6].

O modelo tradicional de pequeno número de produtores de energia centralizados está, assim, a dar lugar a um grande número de pequenos produtores descentralizados de energia a partir de fontes renováveis. O papel tradicional dos consumidores está, pois, a evoluir, estando muitas vezes a atuar simultaneamente como consumidores e produtores, os designados prosumidores, que usufruem da energia produzida localmente para autoconsumo, injetando o seu excedente na rede elétrica, passando progressivamente de um papel de consumidor passivo para um papel ativo no sistema elétrico, o que abre um leque de novas oportunidades e novas opções em relação ao seu contributo na gestão das redes e na gestão dos seus custos energéticos.

Em paralelo o enquadramento legal e regulatório está também a evoluir, tal como detalhado no capítulo da *Dimensão Estado*. Os legisladores e reguladores estão a trabalhar nos novos enquadramentos legais para promover futuros modelos de mercados de energia com o objetivo de os usar como ferramentas que irão contribuir para as ambiciosas metas de mitigação das alterações climáticas. Como exemplo, temos o pacote legislativo de Energia Limpa para todos os Europeus da EU, de 22 maio de 2019 [7], que introduziu duas novas definições no nível da UE para comunidades de energia: (i) Comunidade de Energias Renováveis (CER) e (ii) Comunidade de Cidadãos para a Energia (CCE), e consequente enquadramento jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável e à atividade de produção associada, bem como o enquadramento jurídico aplicável às comunidades de energia, e ao conceito do direito de partilha da energia, com transposição parcial em Portugal com a Diretiva UE 2018/2001, de 11 de dezembro. As comunidades de energia apresentam assim o enquadramento perfeito para se iniciar uma transformação dos mercados de energia, com um grande potencial de disrupção do paradigma tradicional de mercado e papéis predominantes e incumbentes, superando as limitações de estruturas

rígidas e em alguns casos, ainda monopolizadas e verticalmente integradas, do mercado de energia [7].

A dimensão externa e interna dos mercados locais de energia

A criação dos mercados locais de energia está a ser impulsionada por múltiplos fatores associados tanto à sua dimensão externa como interna, tal como identificado na Figura 1.

No que diz respeito à *dimensão externa*, em termos macroeconómicos, os estímulos para a criação dos mercados locais têm vindo a intensificar-se, influenciando fortemente os fatores de decisão dos atores de mercado para a adesão às comunidades de energia. Estes fatores macroeconómicos têm a sua origem nas esferas: ambiental, política, legal, sectorial, tecnológica, económica e social.

Do ponto de vista ambiental com a crescente urgência na adoção de medidas capazes relativas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, que por sua vez influenciam a evolução das políticas públicas e novos enquadramentos legais, designadamente, com o reforço de políticas de neutralidade carbónica, políticas sociais de combate a pobreza energética e políticas de recuperação económica decorrentes da crise económica. Também a evolução dos sectores energético e industrial têm uma grande influência, pois verifica-se uma crescente tendência para o aumento da eletrificação do consumo e aumento da procura de soluções de mobilidade elétrica com impacto na estabilidade do sistema e, consequentes desafios na gestão das redes e segurança no abastecimento. Estas dinâmicas de âmbito sectorial têm vindo, por sua vez, a ser influenciadas pela forte evolução tecnológica, registando-se um aumento progressivo do desempenho das tecnologias de produção renovável, de armazenamento, tecnologias digitais de controlo e gestão remota e consequente redução de custos. Finalmente, também os fatores económico-sociais contribuem para estimular a criação dos mercados locais de energia, com o aumento significativo dos preços da energia, o aumento da inflação e a crescente instabilidade económica.

No que diz respeito à *dimensão interna*, os estímulos para a criação dos mercados locais derivam da inovação registada ao nível dos novos modelos de negócio, que facilitam e simplificam a participação de consumidores e pequenos produtores nas comunidades com metodologias de transação de energia entre pares [transações P2P], novos mecanismos de aquisição dos

ativos energéticos com inovação nos mecanismos de financiamento, bem como com a criação de novos serviços associados à gestão inteligente dos ativos gerando mais poupanças e receitas para os membros da comunidade. É assim evidente o surgimento de novos atores de mercado com papéis críticos no estímulo dos mercados locais, designadamente, a entidade gestora das comunidades de energia e do autoconsumo coletivo (EGAC), os membros-chave produtores-consumidores com grande excedente para partilhar e os agregadores/facilitadores de mercado que poderão participar nos mercados grossistas e/ou de flexibilidade para gerar mais valor para as comunidades. Também a conectividade com novos ativos energéticos, que para além dos ativos de produção e armazenamento descentralizados, será possível contar também com cargas flexíveis, como veículos elétricos, bombas de calor, sistemas de aquecimento e arrefecimento, entre outras, para a otimização da gestão de energia das comunidades e aumento dos seus benefícios para os seus membros e demais partes interessadas. Finalmente, o surgimento de novos ecossistemas locais tem o potencial de acelerar e simplificar a criação dos mercados locais, com as novas dinâmicas de agentes locais para criação de comunidades, bem como, inovadores modelos de partilha de benefícios com a sociedade local.

Na essência, um mercado local de energia é o termo usado para descrever as iniciativas locais que pretendem coordenar as relações entre produção, venda, armazenamento, distribuição, partilha e consumo de energia a partir de recursos energéticos distribuídos (por exemplo, produção renovável, armazenamento e fornecedores de flexibilidade energética) dentro de uma área geográfica confinada assente em critérios de proximidade física e energética [9]. Podendo estas novas dinâmicas serem estudadas à luz do fenómeno de criação de novos mercados.

O fenómeno da criação de novos mercados, os *nascent markets*

O fenómeno dos *nascent markets*, como designado na literatura internacional, retrata as principais características da criação de um novo mercado numa fase inicial. Nesse estágio inicial da sua formação não estão ainda bem definidos os seus elementos caracterizantes, nomeadamente, no que diz respeito aos seus atores, regras de transações, metodologias de criação de preço, produtos e serviços a prestar, entre outras variáveis que definem um mercado.

O lançamento de uma nova tecnologia ou a combinação de múltiplas tecnologias raramente dão origem a produtos prontos para entrar no mercado

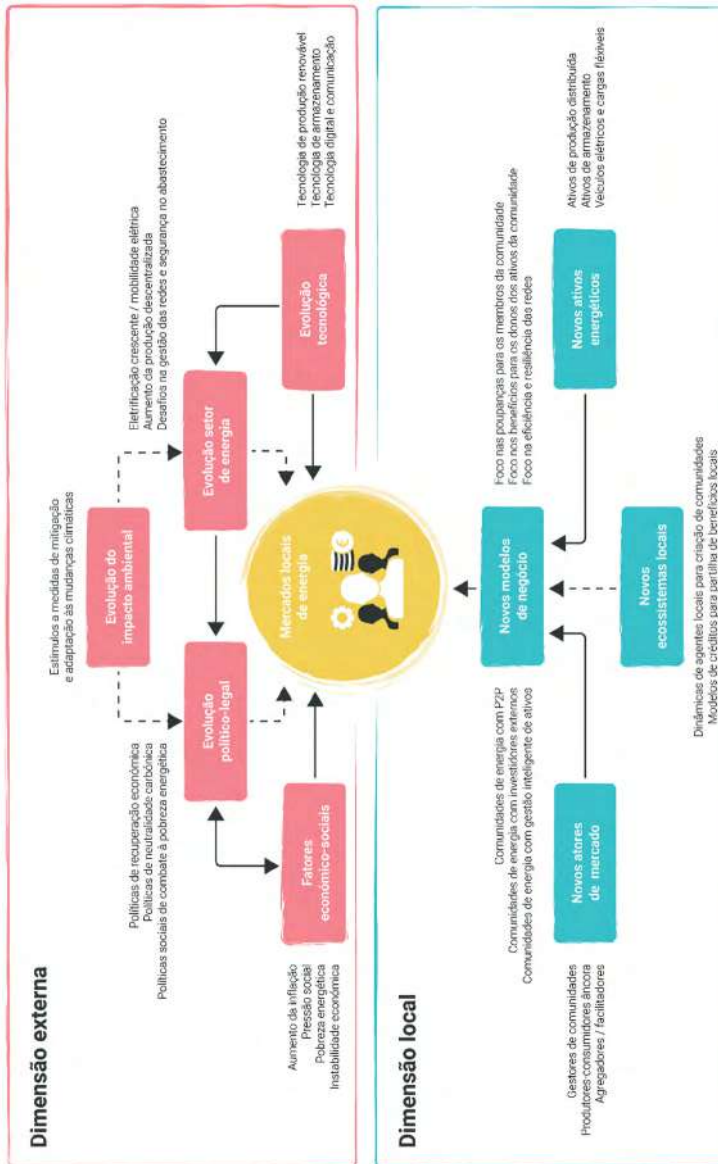


Figura 1 Dimensões externas e internas dos mercados locais de energia.

desde o momento inicial. Os consumidores, por seu lado, podem desconhecer as vantagens que as novas tecnologias possibilitam, sendo por isso difícil definirem claramente um novo produto e o seu mercado alvo. Este ambiente indefinido cria um nível elevado de incerteza para os participantes, o que pode atrasar o desenvolvimento do novo mercado e muitas vezes dar origem a uma multiplicidade de ofertas, produtos e serviços. Tal torna difícil caracterizar e definir exactamente as fronteiras de um novo mercado, no entanto, este processo faz parte do fenómeno de criação de um novo mercado [10].

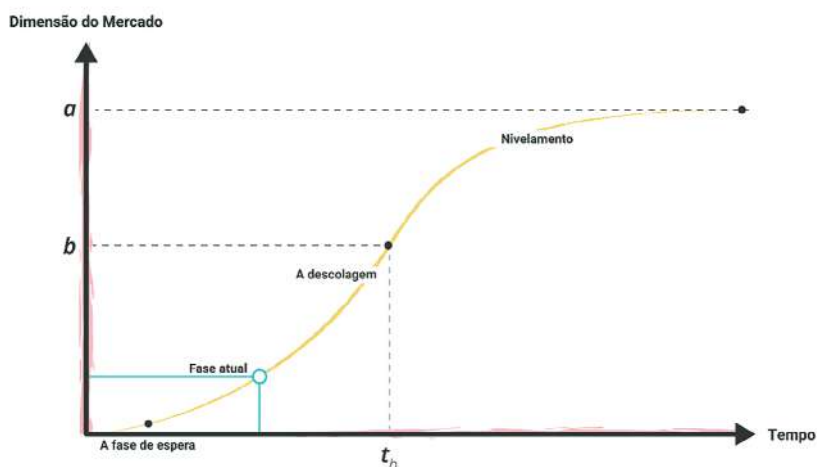


Figura 2 S-Curve novo mercado local de energia (adaptado de P. Geroski, 2003).

Este fenómeno verifica-se com a criação dos novos mercados locais de energia. Tendo em conta a s-curve da Figura 2, é possível projetar onde se localiza a fase atual da evolução deste mercado, em particular analisando o caso de Portugal, verifica-se que a “fase de espera” já foi ultrapassada. Empresas como a Cleanwatts² têm vindo a criar programas e iniciativas de lançamento de comunidades de energia que estão a ganhar escala e a demonstrar o potencial e benefícios para a sociedade dos mercados locais de energia. Considera-se assim, que a “fase atual” já demonstra um avanço na criação destes mercados. Trata-se de uma fase com uma dimensão de mercado ainda pequena, onde ainda são detetadas múltiplas barreiras ao seu crescimento rápido, não havendo um “desenho dominante” dos produtos,

² www.cleanwatts.energy

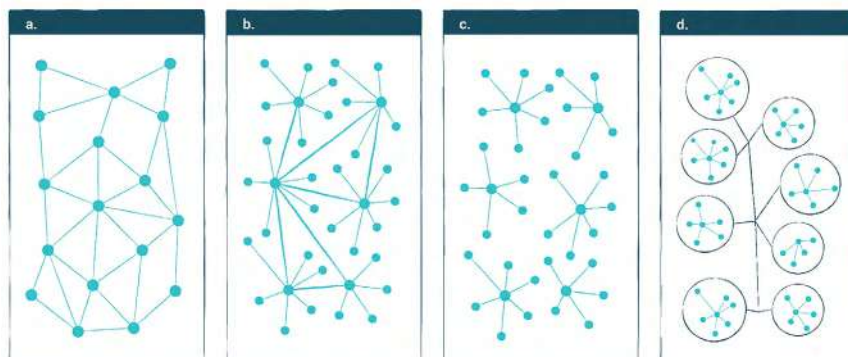


Figura 3 Atributos estruturais de três mercados de prosumidores (adaptado de Parag e Sovacool, 2016).

serviços, mecanismos e regras para as transações e contratos entre os diferentes atores, mas onde cada vez mais partes interessadas procuram participar, sejam enquanto promotores, produtores ou consumidores.

De acordo com a evolução normal dos mercados [10], depois de uma fase de grande diversidade de atores, serviços, plataformas e modelos de negócio, tendencialmente, estabiliza-se num mercado com um “desenho dominante”. Da análise da literatura, vários modelos de mercado têm vindo a ser desenhados, entre os quais se destacam os modelos associados às trocas de energia entre prosumidores e consumidores. Os três principais mercados de prosumidores, descritos por Parag e Sovacool, conforme consta na Figura 3, são relevantes para entender como os atuais mecanismos de mercado podem ser adaptados ao atual enquadramento legal. Esses mercados estão relacionados com a) *modelos peer-to-peer*; b) c) *modelo de rede-de-prosumidores* e d) *comunidades organizadas de prosumidores* [11]:

a. Modelos *peer-to-peer*, nos quais os prosumidores se ligam diretamente entre si, comprando e vendendo serviços de energia. Os modelos *peer-to-peer* são orgânicos e envolvem redes *peer-to-peer* descentralizadas, mais autónomas e flexíveis que surgem quase inteiramente de iniciativas individuais de cada consumidor e prosumidor. Este modelo foi inspirado no conceito de economia partilhada que conta com a participação de múltiplos agentes. Nesse modelo, a rede de distribuição recebe uma taxa de administração e uma tarifa variável, em função do tipo e quantidade de energia, bem como da distância entre produtores e consumidores. Os mercados *peer-to-peer* podem envolver inúmeras relações contratuais de longo prazo

ou *ad hoc* entre os agentes contratantes (por exemplo, um agente gera eletricidade que é armazenada por outro) ou entre produtores individuais e consumidores (por exemplo, um agente que vende eletricidade a outro). Este modelo tem vindo a ser apenas parcialmente implementado devido a limitações ainda existentes relativas, por um lado, à falta de enquadramento legal e regulatório para o efeito, por outro, às barreiras técnicas do lado das redes de distribuição.

b.c. Modelo de rede-de-prosumidores, são modelos mais estruturados envolvendo prosumidores ligados numa micro-rede. Neste mercado os prosumidores podem fornecer energia para a micro-rede que poderá estar ligada a uma rede maior (b), ou uma micro-rede de prosumidores desenhada em modo de ilha, dentro da qual os prosumidores transacionam energia entre si de forma independente e autónoma das redes públicas (c). Concetualmente, cada modalidade apresenta diferentes benefícios para os prosumidores. Se a micro-rede estiver ligada a uma rede pública, existirá um estímulo para que os prosumidores produzam o máximo de eletricidade possível, dado que todos os excedentes poderão ser vendidos. Por outro, se a rede estiver desenhada em modo de ilha, os recursos energéticos terão de ser otimizados ao nível da micro-rede e o excedente será apenas vantajoso até ao limite de disponibilidade de armazenamento e de deslocação de cargas de consumo. A possibilidade de venda de excedentes e flexibilidade neste modelo de mercado irá alterar as preferências de gestão de energia e as configurações dos “edifícios inteligentes”, que hoje operam de forma autónoma para otimizar o uso e o comportamento de energia internamente.

d. Modelos de comunidades organizadas de prosumidores, nos quais um grupo de prosumidores reúne recursos ou cria uma central de energia virtual (*Virtual Power Plant (VPP)*). Na Figura 3, os pontos representam agentes prosumidores, as linhas representam uma transação de energia e os círculos representam comunidades organizadas de prosumidores. Este modelo de mercado situa-se entre os dois modelos anteriores, no que diz respeito à sua estrutura e escala e comunidades organizadas de prosumidores. Trata-se de um modelo mais organizado que o modelo *peer-to-peer*, mas menos estruturado que o modelo de rede-de-prosumidores (b. e c.). Este modelo tem potencial de melhor responder à realidade de um mercado local de energia, permitindo que vários atores da comunidade de energia participem no mercado com um conjunto de diferentes modelos de negócios. Assim, será possível a participação nestes mercados por parte de organizações públicas ou privadas locais, de bairros ou indivíduos, na medida em que um operador da comunidade de energia possa gerir as necessidades energéticas de forma eficiente e dinâmica, considerando o balanço local

dos recursos energéticos e as necessidades das múltiplas partes interessadas, bem como outros serviços comunitários de energia disponíveis.

Um novo “desenho dominante” dos mercados locais de energia

O novo “desenho dominante” dos mercados locais de energia está naturalmente, parcialmente dependente do enquadramento legal, da definição do papel dos atores diretos e indiretos e do contributo e acesso aos ativos e atores complementares. A sua constituição e desenho decorre, pois, dos estímulos internos e externos anteriormente apresentados, bem como da definição da sua estrutura e organização das múltiplas interações entre todas as partes.

A cadeia de valor das comunidades de energia, permite identificar estes atores e ativos energéticos relevantes para o desenho de um mercado local de energia.

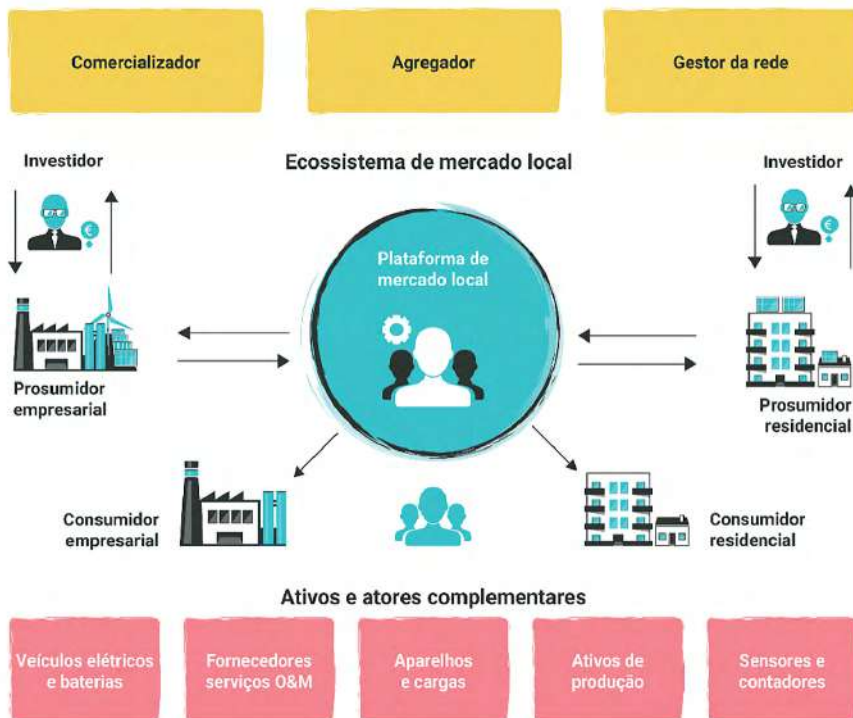


Figura 4 Cadeia de valor das comunidades de energia.

Do ponto de vista dos atores diretos, assinala-se a presença dos prosumidores empresariais e residenciais que terão interesse em vender os seus excedentes aos consumidores tanto empresariais como residenciais por via de uma plataforma de mercado local de energia gerida pelo gestor da comunidade. Os investidores surgem enquanto aceleradores para a implementação destes mercados, de forma a eliminar barreiras relacionadas com necessidades de tesouraria na fase de instalação dos ativos de produção, permitindo assim um acesso mais democratizado a este mercado para os participantes produtores. De seguida, destacam-se os ativos e atores complementares neste mercado, que apesar de não atuarem diretamente no mercado, são partes fundamentais para o seu funcionamento. Ativos de produção, sensores e contadores, equipamentos e cargas, plataformas de VPP com controlo remoto, veículos elétricos e baterias são fundamentais para o desenho de múltiplos serviços avançados neste mercado permitindo melhorar as receitas e as poupanças que derivam das interações entre as partes. Também, os atores indiretos como os comercializadores, agregadores e gestores de redes elétricas têm um papel relevante nestes mercados, podendo tanto ser promotores como beneficiar dos serviços disponibilizados por via da agregação e controlo inteligentes dos fluxos energéticos.

Para a identificação do “desenho dominante” do mercado local de energia é possível ir mais além com a introdução de tecnologia digital e inovação nos recursos energéticos distribuídos (RED). Com os avanços da digitalização e a inovação nos RED é possível adicionar mais valor ao mercado por via de serviços de flexibilidade e programas de otimização, usando sinais de preços para coordenar e automatizar a ativação de cargas para responder às necessidades do mercado local e dos gestores da rede. À medida que aumenta a penetração dos RED, aumenta a intermitência e a imprevisibilidade, o que leva à necessidade de alterar os modelos de previsões e otimização nas redes de distribuição e ativar novos mecanismos de gestão das redes. Os mercados locais de energia são muito importantes nesse contexto, dado que permitem aceder a um novo valor criado pelo uso dos ativos flexíveis, por via de novos serviços desenhados no âmbito dos mercados locais, gerando novas receitas para os atores diretos e novas fontes de flexibilidade para agregadores e gestores de redes elétricas. Estudos mostram que existe um impacto significativo na redução dos custos por kW dos RED instalados quando combinados com tecnologias digitais avançadas [12].

A teoria económica dos custos de transação favorece a base económica dos mercados locais de energia. Os sinais de preço que emergem das interações do mercado fornecem informações sobre as preferências e os custos

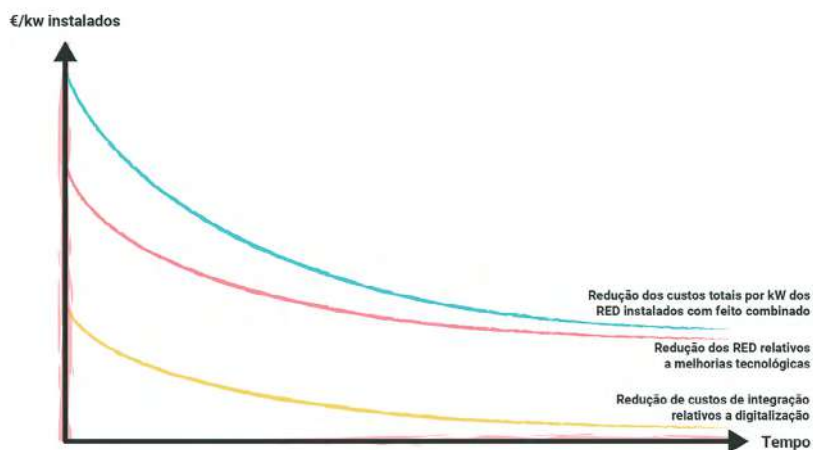


Figura 5 Efeito combinado da digitalização na redução dos custos dos RED (adaptado de L. L. Kiesling, 2021).

de oportunidade dos participantes do mercado, informações essas que de outra forma não seriam acessíveis. A inovação digital reduz, assim, os custos de transação e aumenta a quantidade de serviços disponíveis dentro de um mercado local de energia, bem como permite uma participação ativa de todos os seus intervenientes, criando mais valor social e económico a nível local, a par dos benefícios ambientais.

O “desenho dominante” dos mercados locais de energia terá assim de contemplar a ligação com o ecossistema de mercado e atores do sector energético, bem como com as interações dos atores e ativos complementares. No centro das plataformas tecnológicas, que permitem a criação dos mercados locais de energia de forma viável, estão as plataformas de VPP, que enquanto ativo complementar inovador viabilizam a transformação deste mercado [2], gerindo todos os fluxos e interações digitais no mercado. Na Figura 6, estão ainda representados os fluxos de energia e interações físicas, bem como os fluxos comerciais e interações de negócio entre os vários participantes de mercado.

Com o enquadramento das comunidades de energia e a criação dos mercados locais de energia é assim possível desenhar um conjunto de modelos de negócio para os vários atores. Do trabalho de investigação realizado [14] elencam-se diversos modelos de negócio, com poupanças monetárias e criação de valor para vários atores, nomeadamente:

- A. BM1 – Partilha de energia entre pares [P2P] dentro de uma comunidade de energia
 - 1. Caso 1 – P2P competitiva com propriedade dos RED distribuída
 - 2. Caso 2 – P2P de energia com propriedade dos RED centralizada
- B. BM2 – Partilha de energia entre pares [P2P] com otimização de ativos flexíveis
 - 1. Caso 1 – P2P competitiva com propriedade dos RED distribuída e ativos flexíveis
 - 2. Caso 2 – P2P de energia com propriedade dos RED centralizada e ativos flexíveis
- C. BM3 – Agregação de ativos flexíveis da comunidade para participação em mercado de flexibilidade
- D. BM4 – Comercializador com gestão de activos flexíveis da comunidade para otimização de portfolio

Da análise da evolução da transposição da diretiva RED II para as legislações nacionais, verifica-se que os modelos de negócio apresentados podem já ser implementados ou parcialmente implementados em alguns Estados-membros, oferecendo já oportunidades viáveis aos prosumidores, investidores e gestores das comunidades de energia.

Conclusão

Os mercados locais de energia, ainda que numa fase incipiente, apresentam um grande potencial para introduzir a disrupção necessária na transformação do sector energético alavancada pela evolução das tecnologias digitais, de forma a acelerar a integração de fontes de energia renováveis e responder aos desafios atuais inerentes à crise energética que se vive, tais como a pobreza energética, os elevados preços de energia, as alterações climáticas e segurança no abastecimento. Apresenta também grande potencial para facilitar o acesso a novos mecanismos de agregação de flexibilidade com vista ao apoio à gestão das redes que assistem a um crescente desafio com o aumento das renováveis e mobilidade elétrica. Estes mercados, para além de facilitarem o acesso a energia renovável a menores preços, gerando maiores poupanças para os consumidores, permitem a participação direta

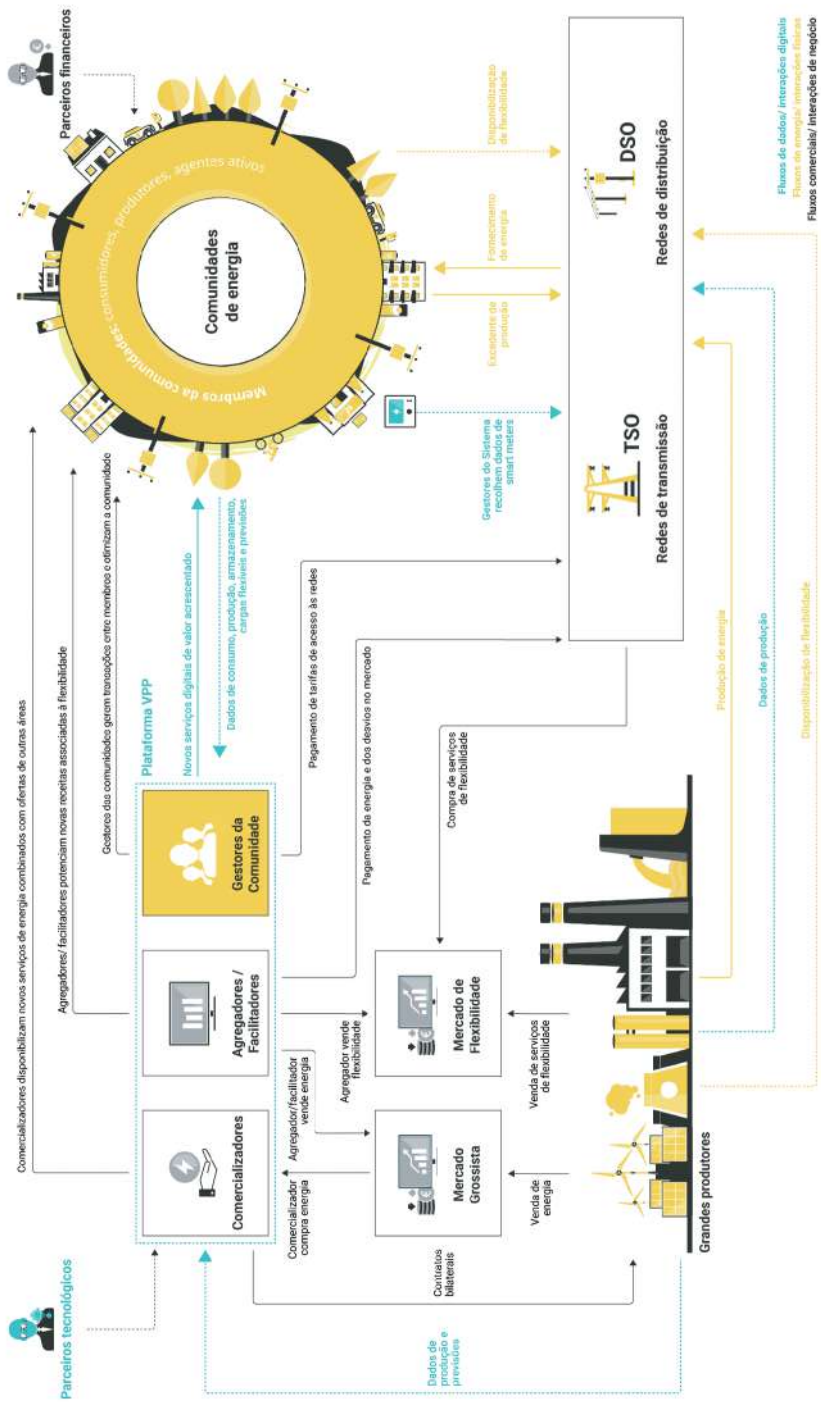


Figura 6 Desenho do novo mercado de energia.

de pequenos produtores e dos donos de ativos de flexibilidade, que podem aceder a novas receitas para os seus investimentos, promovendo assim uma maior distribuição do valor e democratização do sector energético.

As Comunidades de Energias são a resposta essencial para os desafios que o sector energético enfrenta, estimulam a participação ativa dos cidadãos na aceleração da descarbonização e da transição energética, de forma justa, democrática e coesa ao mesmo tempo que estimula ao aumento da competitividade das empresas e dos territórios dando um contributo imprescindível para o combate às alterações climáticas.

Referências

- [1] G. Mendes, S. Annala, B. R. I. Almeida, O. Kilkki, S. Repo, O. Abrishambaf, F. Lezama, P. Faria and Z. Vale (2020) D4.3 Simulation results of the local market components and models, DOMINOES Project, Grant Agreement No. 771066.
- [2] Navigant Inc. (2016) The Energy Cloud: Emerging Opportunities on the Decentralized Grid, Navigant, Inc.
- [3] G. Pepermans (2019) European energy market liberalization: experiences and challenges, *International Journal of Economic Policy Studies* volume, vol. 13, p. 3–26, 2019.
- [4] ERSE (2020) Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL), [Online]. Available: <https://www.erse.pt/eletricidade/funcionamento/mercado/>
- [5] IEA (2020) Evolution of solar PV module cost by data source, 1970-2020. [Online]. Available: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-solar-pv-module-cost-by-data-source-1970-2020>
- [6] IEA (2019) Distributed Solar PV. [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/renewables-2019/distributed-solar-pv>
- [7] European Union (2019) Clean Energy for All Europeans, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2019.
- [8] L. Pires Klein, A. Krivoglazova, L. Matos, J. Landeck and M. Azevedo (2020) A Novel Peer-To-Peer Energy Sharing Business Model for the Portuguese Energy Market, *Energies*, vol. 13, no. 125, pp. 1-20.
- [9] Catapult Energy Systems (2022) The policy and regulatory context for new Local Energy Markets. [Online]. Available: <https://es.catapult.org.uk/report/the-policy-and-regulatory-context-for-new-local-energy-markets/>
- [10] P. Geroski (2003) The Evolution of New Markets, Oxford: Oxford University Press.
- [11] Y. Parag and B. K. Sovacool (2016) Electricity market design for the prosumer era, *Nature Energy*, no. 16032, 2016.
- [12] L. L. Kiesling (2021) An economic analysis of market design: Local energy markets for energy and grid services, in *Local Electricity Markets*, Elsevier, pp. 279 - 293.
- [13] D. J. Teece (1986) Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy, *Research Policy*, vol. 15, no. 6, pp. 285-305.
- [14] L. Matos, C. Patrão, J. Duarte, D. Bessa, R. Ribeiro, B. Brandão, M. Gonçalves and N. S. P. Silva (2022) D3.3 – Business Models, Flexunity Project, Grant agreement No. 870146.

8. Economia de recursos e comunidades de energia

Cristina Sousa Rocha
Paulla Cayolla Trindade
Sofia G. Simões

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.9>

Economia de Recursos

A eletricidade renovável é imprescindível para melhorar a qualidade do ar, para a descarbonização e o combate às alterações climáticas - um dos maiores desafios com que a Humanidade se defronta. Neste quadro, as comunidades de energia têm um papel fundamental a desempenhar, contribuindo para a instalação e consumo eficientes de energia (renovável).

Recursos naturais para a produção de eletricidade renovável

Na nossa corrida rumo à descarbonização não nos podemos esquecer de que todas as tecnologias energéticas necessitam de recursos naturais de vários tipos e de diferentes formas. Nesta secção exploramos apenas os recursos relevantes para as tecnologias de produção de eletricidade renovável, nomeadamente:

- **Recursos geológicos raros e/ou críticos usados em pequenas quantidades nos seus diversos componentes**, como por exemplo o disprósio ou índio que são parte integrante de turbinas eólicas ou das células fotovoltaicas;
- **Recursos geológicos que ocorrem no planeta de forma abundante e usados em grandes quantidades em materiais de construção na infraestrutura de suporte de tecnologias renováveis**, como a dolomite, calcite ou aragonite, que integram o calcário necessário à produção de cimento, ou o ferro que é constituinte do aço, ou ainda a sílica necessária para a produção de vidro e betão. Todos estes materiais são fundamentais para, por exemplo, perfis de aço dos painéis solares, para as torres de betão das turbinas eólicas, para os painéis de vidro que cobrem as células fotovoltaicas ou mesmo para as fundações das diversas tecnologias em betão;
- **Recursos geológicos que ocorrem no planeta de forma relativamente menos abundante e usados em quantidade para fabricos de infraestrutura de transmissão/transporte e distribuição de eletricidade**, como o cobre para os diversos cabos elétricos;
- **Recursos hídricos**, vulgar “água” (superficial ou subterrânea), necessária não só para o fabrico das diversas tecnologias, mas também como fonte de energia primária (no caso da hidroeletricidade), para lavagens (ex. painéis fotovoltaicos) ou para arrefecimento de centrais termoelétricas, por exemplo de bioenergia;
- **Recurso “solo”**, uma vez que é necessário espaço para localizar unidades de produção de eletricidade renovável, as quais de uma forma geral requerem uma maior área por cada kWh gerado do que as tecnologias de base fóssil. A infraestrutura de transmissão (e distribuição) de eletricidade também ocupa espaço e tanto para a produção como para a transmissão de eletricidade têm surgido conflitos ao nível da ocupação do solo.

Esta lista de recursos naturais necessários não pretende ser exaustiva e apenas ilustrar alguns dos muitos tipos de recursos necessários de que dependemos para a produção de eletricidade renovável. Qualquer que seja a tecnologia que vamos usar, implica recorrer a exploração mineira, indústria transformadora e ao setor da construção. Estas atividades por si só consomem também energia e contribuem para as emissões de gases de efeito de estufa. A obtenção de recursos naturais para a eletricidade renovável (tal como para a eletricidade de base fóssil) interfere com os ecossistemas e aumenta a depleção do planeta.

Necessidade de mudança de paradigma

Como vimos anteriormente precisamos de recursos naturais para a produção de eletricidade renovável. A verdade é que todo o nosso sistema económico depende de recursos naturais e que estamos a alterar, muitas vezes de forma irreversível, a sua disponibilidade nos moldes como conhecemos até aos dias de hoje. A atividade humana e a nossa economia decorre dentro dos limites das nove fronteiras de serviços de ecossistema que nos são disponibilizadas pelo nosso planeta: depleção do ozono estratosférico, poluição química e por substâncias emergentes, uso de água doce e ciclo global da água, acidificação dos oceanos, aumento de aerossóis na atmosfera, perda de integridade da biosfera, alterações do uso do solo, fluxos biogeoquímicos e alterações climáticas. De acordo com a mais recente investigação, quatro destes nove limites planetários já foram ultrapassados, não havendo garantias de que possamos continuar a contar com eles da mesma forma para as gerações vindouras. É evidente que é impossível mantermos a funcionalidade do nosso sistema económico nos atuais moldes.

As comunidades de energia podem aqui ter um papel a desempenhar. Apesar de haver muito pouca ou nenhuma informação quantificada sobre o seu impacto (positivo ou negativo) ao nível das necessidades de recursos naturais, é plausível pensar que, por se tratarem de sistemas em que a produção está mais próxima do consumidor, se poderá melhorar o dimensionamento dos sistemas elétricos e reduzir as perdas com transporte de eletricidade a maiores distâncias. Comunidades de energia poderão recorrer mais a, por exemplo, painéis solares fotovoltaicos localizados em edifícios (coberturas, paredes, etc.) e necessitar de menos infraestrutura de transmissão/distribuição, minimizando os impactos ao nível do uso do solo. Além disso, algumas fontes científicas indicam que pelo facto de as unidades de produção estarem sob a alçada dos consumidores (ou mais próximas destes), há uma

maior consciencialização e maior tendência para adoção de tecnologias e comportamentos energeticamente eficientes.

Isto leva-nos a uma outra questão, fundamental para a economia de recursos: há muitas configurações diferentes que nos permitem chegar a sistemas energeticamente mais sustentáveis. A produção de eletricidade renovável é uma das partes essenciais nesta trajetória, mas importa nunca esquecer que a utilização mais eficiente de energia é ainda a frugalidade, ou seja, simplesmente prescindir de determinados serviços de energia, mesmo que sejam altamente eficientes. Um exemplo será uma pista de ski em países quentes alimentada com neve artificial ou esplanadas ao ar livre aquecidas no inverno... A suficiência é sempre a melhor opção do ponto de vista da economia de recursos.

Além desta opção mais drástica, existem outras abordagens que devem ser consideradas em complementaridade, as quais são abordadas nas duas secções seguintes: economia circular e compras sustentáveis.

Economia circular, comunidades de energia e solar fotovoltaico

A economia circular é um modelo económico que contraria o modelo linear de extrair, produzir, utilizar e descartar produtos e materiais, responsável pela insustentabilidade dos atuais padrões de produção e consumo. O pensamento circular dissocia a atividade económica do consumo de materiais e energia, através de fluxos em circuito fechado, em que os resíduos são minimizados ou mesmo eliminados e os recursos são mantidos na economia pelo máximo tempo possível, e no seu máximo valor.

A economia circular implica uma abordagem integrada e sistémica à eficiência de recursos, focada não apenas nos materiais, mas também na energia, em qualquer dos casos privilegiando recursos renováveis.

Numa economia circular, os resíduos são eliminados através da inovação de processos, produtos, serviços e modelos de negócio, onde o consumo de energia é extremamente eficiente e atendido através de fontes renováveis. As comunidades de energia renovável têm, assim, um papel muito importante ao contribuir para alimentar este modelo económico.

No entanto, numa perspetiva de ciclo de vida, é importante recordar que os equipamentos de produção de energia a partir de fontes renováveis implicam elevados consumos de materiais e geram resíduos em fim de vida,

conforme anteriormente referido. Diversos estudos apontam para potenciais situações de escassez de materiais (associados à fase de produção, de que se destacam algumas matérias-primas críticas) e para enormes fluxos de resíduos (associados à fase de desativação), por exemplo em parques solares^{1,2}. Ou seja, é essencial que os sistemas de produção de energias renováveis, indispensáveis para a transição energética e para alimentar um modelo económico circular sejam, eles próprios, circulares, o que de todo não acontece.

Embora numa escala completamente diferente da dos parques de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, este tipo de preocupações aplica-se igualmente à produção de energia das Comunidades de Energia Renovável. Nesta secção será dado ênfase aos sistemas solares fotovoltaicos, por serem os mais comumente utilizados como fonte de eletricidade renovável descentralizada em Portugal, sendo assim previsível que venham a ser uma componente essencial de comunidades de energia neste país.

De acordo com a Diretiva 2012/19/EU sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos, os painéis fotovoltaicos em fim de vida pertencem à categoria de equipamentos de grandes dimensões; para esta categoria no seu conjunto estão definidas metas de valorização e de preparação para reutilização e reciclagem de 85% e 80%, respetivamente, aplicando-se o princípio de responsabilidade alargada do produtor. Os dados disponíveis sobre painéis fotovoltaicos colocados no mercado e recolhidos são escassos, mas as estatísticas existentes mostram que os Estados-membros estão longe de atingir as metas definidas³.

A primeira instalação de reciclagem de painéis fotovoltaicos foi inaugurada em França em 2017 e em 2021 a sua capacidade de processamento era de 4000 toneladas métricas, com uma taxa de recuperação de materiais de quase 96%⁴. Além disso, estão em curso projetos inovadores a nível do design dos painéis, com o objetivo de aumentar a sua durabilidade (que atualmente é, em média, de 22,5 anos⁵) e de os tornar 100% recicláveis (p. ex., o projeto PARSEC⁶).

1 Murphy, C., Mai, T., Sun, Y., Jadun, P., Muratori, M., Nelson, B., and Jones, R. (2021). Electrification Futures Study: Scenarios of Power System Evolution and Infrastructure Development for the United States (NREL), NREL/TP-6A20-72330, 1762438, MainId:6548. <https://www.osti.gov/servlets/purl/1762438/>.

2 Ovatt et al., 2022.

3 PV Panels_Issue paper2021_vp_Final

4 <https://ratedpower.com/blog/pv-recycling/>

5 PV panels_Issue paper2021_v9_final

6 <https://www.tno.nl/en/focus-areas/energy-transition/roadmaps/renewable-electricity/solar-energy/pv/solar-modules-recycling/>

Para que o potencial de reciclabilidade dos painéis fotovoltaicos seja realizado, é necessária a existência de circuitos de recolha a funcionar adequadamente. Os painéis instalados em microgeração, em situações de auto-consumo e em comunidades de energia, por se encontrarem dispersos (em comparação com a produção centralizada), poderão resultar em ineficiências nos circuitos de recolha e encaminhamento para reciclagem⁷.

A legislação de resíduos, o design para a reciclagem, o desenvolvimento de tecnologias de reciclagem, a existência de uma logística adequada ao encaminhamento para reciclagem, a substituição de matérias-primas críticas por não críticas e o aumento da durabilidade dos painéis, já aqui referidos, enquadram-se num conjunto alargado de estratégias e práticas de circularidade relevantes para o caso específico dos painéis fotovoltaicos. Envolvem um grande conjunto de atores, desde instituições de I&D aos gestores de resíduos, passando por empresas de produção de equipamento, recicladores, reguladores e os próprios utilizadores.

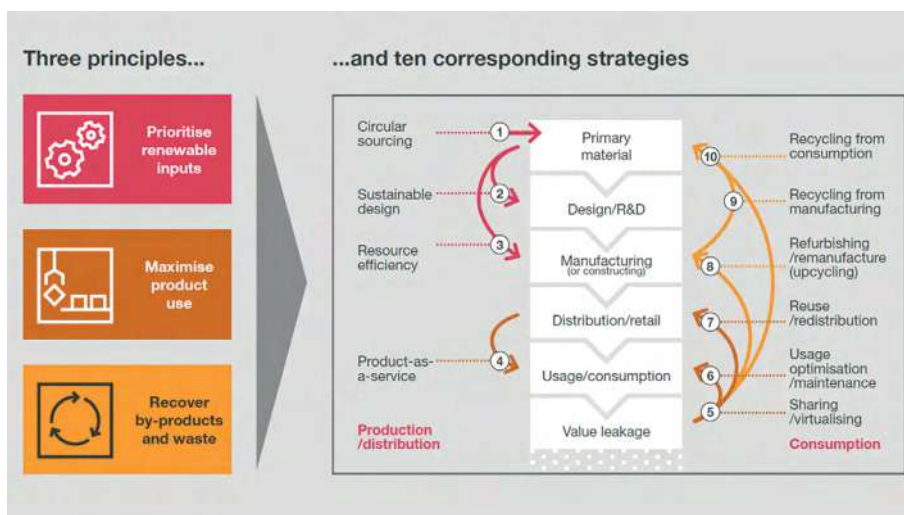


Figura 1 Três princípios e 10 estratégias de economia circular⁸.

7 Nogueira, C. (2020). Painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas em fim de vida: problema ou oportunidade? Dossier sobre reciclagem de painéis fotovoltaicos e pás eólicas. Renováveis Magazine. (11) 41. www.renovaveismagazine.pt. P. 34-35.

8 <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/future-energy/energy-circularity.html>

Do ponto de vista do funcionamento das Comunidades de Energia Renovável, tendo em mente o objetivo de contribuir para combater a linearidade destes equipamentos de produção de energia, é importante referir aqui o potencial de modelos de negócio circulares.

Produto como serviço

Trata-se de substituir a aquisição dos painéis fotovoltaicos e os respetivos sistemas de armazenamento de energia pelo aluguer do equipamento. Este modelo de negócio também é conhecido como “Fotovoltaico de terceira parte” ou “Modelo de serviços solares”. Do ponto de vista do fornecedor, este sistema tem a vantagem de contornar potenciais obstáculos financeiros associados ao investimento inicial e fidelizar o cliente; do ponto de vista do cliente, para além da ausência de necessidade de investimento inicial e de longos períodos de retorno, há os benefícios associados a manutenção, reparação e gestão dos painéis em fim de vida; na perspetiva da circularidade, é de referir o incentivo para que o fornecedor ofereça painéis de elevada durabilidade e a gestão “profissional” dos painéis em fim de vida, que assegurará o seu correto encaminhamento para o circuito de recolha específico. Apesar destas potenciais vantagens, a evidência de que este modelo é vantajoso para as empresas de energia é escassa⁹. No entanto, numa pesquisa rápida é possível constatar que o serviço está disponível em vários países europeus, nomeadamente em Espanha¹⁰.

A empresa TESLA fornece o serviço de aluguer de painéis fotovoltaicos em telhados nos Estados Unidos da América, tendo chegado a surgir notícias sobre a criação deste serviço em Portugal¹¹. Estas, no entanto, não parecem ter sido concretizadas ainda.

Serviços que otimizam a utilização/manutenção

No segmento de mercado comercial de energia fotovoltaica, a monitorização sistemática e a manutenção preventiva são frequentes, com o objetivo de maximizar o rendimento da instalação e reduzir os tempos de paragem.

⁹ Strupeit e Bocken 2019.

¹⁰ <https://www.otovo.es/blog/autoconsumo/que-es-el-alquiler-de-placas-solares/>

¹¹ <https://www.portal-energia.com/alugar-paineis-solares-fotovoltaicos-tesla-147970/>

Os contratos tipicamente incluem elementos como tempos de resposta garantidos e reembolsos baseados no desempenho. Já no mercado residencial, estão pouco disseminados, devido a questões como disponibilidade e qualidade de dados, menores vantagens económicas e as características dos utilizadores que, tipicamente, não são profissionais¹². Este tipo de serviços poderá ser aplicado a Comunidades de Energia, não estando claro ainda todos os possíveis tipos de serviço que poderão vir a surgir.

Outros modelos de negócio

Continuam em desenvolvimento novas abordagens para operacionalizar práticas de economia circular na indústria fotovoltaica através de modelos de negócio baseado em serviços. Por exemplo, a reutilização de módulos fotovoltaicos e a remanufatura de baterias de veículos elétricos para o mercado de sistemas fotovoltaicos estacionários. Aqui, os modelos de negócio baseados em serviços poderão permitir a gestão coordenada de produtos (recolha, triagem, recondicionamento, teste e certificação) e mitigar as preocupações dos utilizadores sobre a fiabilidade, o desempenho e a vida útil de produtos usados em sistemas fotovoltaicos¹³.

O papel das compras sustentáveis e circulares

Na Europa, e durante décadas, as políticas ambientais focaram-se no lado da oferta (produção), enquanto as políticas orientadas para a procura (consumo) foram em grande parte subestimadas. Atualmente, é amplamente reconhecido o potencial de utilização da contratação pública como instrumento estratégico que pode contribuir para objetivos ambientais, sociais, de inovação ou desenvolvimento local^{14,15}. Esta força motivadora de inovação pode também trazer benefícios e acelerar o estabelecimento de comunidades de energia, alicerçada na ação de, por exemplo, municípios ou das próprias comunidades, como detalhado nesta secção.

12 Strupeit e Bocken 2019.

13 Strupeit e Bocken 2019.

14 Edler, J., Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side. *Res. Policy* 36, 949–963. doi:10.1016/j.respol.2007.03.003

15 Gee, S., Uyerra, E. (2013). A role for public procurement in system innovation: the transformation of the Greater Manchester (UK) waste system. *Technol. Anal. Strateg. Manag.* 25, 1175–1188. doi:10.1080/09537325.2013.843660

Compras Sustentáveis - um motor de inovação

As Compras Sustentáveis são a compra de bens, serviços e empreitadas pelas organizações públicas ou privadas integrando nesse processo considerações económicas, ambientais e sociais em todas as fases do procedimento aquisitivo e utilizando uma perspetiva de ciclo de vida.

As autoridades públicas são os maiores consumidores na Europa, gastando na contratação pública cerca de 19% do PIB da União Europeia. Têm por isso uma enorme força de mercado, que pode ser utilizado para adquirir bens, serviços e empreitadas mais sustentáveis. Ao introduzir preocupações ambientais e sociais nos procedimentos de contratação, as autoridades públicas estão a utilizar o seu poder de compra e a dar um sinal claro ao mercado, e pelo exemplo. Esta nova abordagem tem um efeito significativo no mercado, reduzindo o preço dos “produtos sustentáveis” através do aumento da oferta e da procura. Isto é, quando aumenta a procura de um determinado tipo de produto o preço diminui e desta forma as autoridades públicas podem atuar como um motor para o desenvolvimento do mercado de produtos e serviços sustentáveis. E, ao mesmo tempo, estão a dar um importante contributo para os objetivos de sustentabilidade a nível local, regional, nacional e internacional.

Por outro lado, a contratação realizada por organizações privadas constitui uma importante oportunidade para integrar os aspetos ambientais em todos os processos e unidades de uma empresa e também nas cadeias de fornecimento. A função compra, é portanto, um agente de mudança potencialmente mais poderoso do que qualquer outra função¹⁶.

Nesta perspetiva, as Compras Sustentáveis são um instrumento particularmente interessante, pois utilizam os orçamentos já existentes para a contratação para suprir as necessidades existentes e contribuir para vários objetivos de sustentabilidade – ambientais, sociais e económicos. Permitem uma visão mais abrangente e estratégica da função contratação, impulsionando a inovação na economia para alcançar objetivos de circularidade e neutralidade carbónica, com efeitos dinamizadores nas práticas de compras das entidades privadas.

16 Appolloni, Andrea & Sun, Hui & Jia, Fu & Li, Xiaomei. (2014). Green procurement in the Private Sector: A State of the Art Review between 1996 and 2013. *Journal of Cleaner Production*. 10.1016/j.jclepro.2014.08.106.

Compras Sustentáveis e comunidades de energia

As comunidades de energia renovável podem e devem participar nos processos de contratação de energia como potenciais fornecedores. Por forma a poderem participar formalmente nos processos de contratação das entidades públicas e privadas, o primeiro desafio será a necessidade de se constituírem como uma entidade jurídica (de acordo com a definição da Diretiva 2018/2001 relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis), sendo a composição da comunidade da maior importância.

Um aspeto que diferencia a comunidade de energia renovável face a outros fornecedores de energia é a sua flexibilidade para oferecer soluções que se baseiam em modelos de negócio mais sustentáveis, isto é, que contribuem para objetivos sociais e ambientais (neutralidade carbónica, economia circular, p.e) a preços competitivos. É por isso desejável que estas soluções diferenciadas e sustentáveis surjam de um processo de envolvimento de diversos atores locais e de conhecimento das suas necessidades, levando à cocriação de uma visão conjunta, ainda antes do processo de contratação propriamente dito. Este processo de envolvimento dos atores deverá ser orientado de forma a dar as mesmas oportunidades aos diferentes fornecedores e até fomentar a realização de parcerias.

Os resultados do processo de envolvimento e a visão partilhada irão informar os procedimentos de contratação. Nesta fase, é importante definir o tipo de procedimento concursal, onde e como serão integrados os critérios de sustentabilidade (isto é, os aspetos ambientais e sociais) e ainda definir um modelo de avaliação das propostas que possa refletir a visão partilhada criada. Adicionalmente, é necessário pensar nas cláusulas de execução do contrato e nas formas de verificação dos requisitos exigidos.

Tendo em conta as ameaças que enfrentamos – alterações climáticas, escassez de recursos, migrações, pandemia e outras – impõe-se uma nova forma de pensar, fazer, usar - agora e no futuro. Com a globalização o Mundo tornou-se mais pequeno, mas incrivelmente mais complexo.

A boa notícia é que nunca, como agora, tivemos tanto conhecimento nem tantos instrumentos que nos podem ajudar. Utilizemos então esse potencial. Em concreto, utilizemos estas ferramentas no âmbito da Economia Circular e das Compras Sustentáveis e Circulares para dinamizar soluções de fornecimento de energia mais Sustentáveis e Inovadoras nas Comunidades de Energia Renovável.

9. Ordenamento do território e impacte na biodiversidade

Francisco Ferreira

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.10>

Introdução

O tempo para enfrentarmos a ameaça das alterações climáticas está a esgotar-se. O recente relatório de referência do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas das Nações Unidas (IPCC), com diferentes partes publicadas em 2021 e 2022, mostrou aos líderes mundiais que o futuro aparenta ser terrífico, mas, simultaneamente, que ainda temos a oportunidade

de travar a emergência climática se agirmos de imediato e reduzirmos drasticamente as emissões de gases de efeito de estufa dentro desta década. Apesar dos avanços limitados, esse tem sido um sistemático apelo de muitos líderes mundiais nas Conferências anuais das Nações Unidas para as Alterações Climáticas.

Uma transição rápida e justa dos combustíveis fósseis para energias 100% renováveis, até 2040, abrangendo todos os sectores, tais como edifícios, indústria e transportes, juntamente com medidas para reduzir significativamente a procura energética, são elementos absolutamente essenciais. A eletricidade renovável, principalmente a solar e a eólica, deve ser a “espinha dorsal” do nosso sistema energético, impulsionando a descarbonização em todos os sectores, a par de assegurar um decréscimo dos preços de energia, ao mesmo tempo que garante uma maior independência e resiliência dos diferentes países, bem como da União Europeia de forma mais abrangente. A crise do gás fóssil que incendiou as faturas de energia no contexto da invasão da Ucrânia pela Rússia, é mais um lembrete da necessidade urgente de transitar dos combustíveis fósseis para um sistema energético totalmente baseado em energias renováveis. A verdade é que simplesmente não podemos suportar os custos ambientais, económicos e sociais dos combustíveis fósseis. São necessárias soluções imediatas a curto prazo e, aliado a isso, intensificar os esforços para acelerar a implementação da energia solar e eólica, bem como, e ao mesmo tempo, ampliar os esforços para reduzir o consumo de energia.

Podemos e devemos alcançar um sistema de energia 100% renovável até 2040 e abordar, ao mesmo tempo, objetivos ambientais e sociais. A produção total de energia exclusivamente renovável até 2035 deveria estabelecer-se como meta vital nesse caminho, principalmente no contexto da crise energética decorrente da guerra na Ucrânia e da tentativa da Europa deixar de depender de gás e petróleo russos. Há no continente um potencial doméstico largamente inexplorado para as energias renováveis que, combinado com o apoio esmagador dos cidadãos para o desenvolvimento da energia solar e eólica, constituem uma oportunidade imperdível.

O solar tem um futuro brilhante na produção energética em Portugal, mas não há soluções totalmente verdes. É preciso envolver as comunidades, apoiar e priorizar projetos com menor impacto ambiental, de preferência as coberturas dos edifícios ou em áreas onde não afetem significativamente a biodiversidade ou a paisagem. Portugal tem uma grande variedade de fontes de energia renováveis e podemos assegurar um aumento da quota até

100% sob um quadro sustentável, mas para isso é necessário um diálogo e uma concertação entre entidades da administração, municípios, empresas e sociedade civil que infelizmente não tem existido, sendo os riscos e os prejuízos por demais evidentes face às enormes necessidades de produção renovável para produção de eletricidade mas também de hidrogénio verde (isto é, produzido a partir de fontes renováveis).

Os impactes

A exploração de qualquer fonte de energia pode impactar significativamente a biodiversidade. Os impactos de diferentes fontes de energia podem ser comparados recorrendo-se a análises de ciclo de vida que tomem em consideração todas as etapas de extração, produção e uso, e o conjunto completo de impactes potenciais.

Tal inclui impactes que podem não ser facilmente visíveis, como a extração de matérias-primas, poluição e alterações climáticas. No entanto, essas avaliações mostram que a obtenção de energia por sistemas solares centralizados e parques eólicos é, em geral, muito menos prejudicial ao ambiente do que o uso de combustíveis fósseis, incluindo carvão e gás natural. No entanto, a produção de energia elétrica através destas fontes renováveis pode representar riscos consideráveis para o ordenamento do território, paisagem e biodiversidade.

A ocupação significativa dos solos, que pode ter lugar por centrais solares fotovoltaicas, ou a necessidade de criação de acessos em parques eólicos e a presença de aerogeradores em locais elevados inviabilizam uma anterior ocupação do solo, perturbando a paisagem e afetando a biodiversidade. Tal pode dever-se à área ocupada principalmente no solar, ou pelo ruído de funcionamento e movimentação das pás no caso das eólicas, destacando-se assim a importância de boas práticas de mitigação para ajudar a facilitar a transição para fontes de energia renovável. A mudança de uso do solo é um dos impactes mais visíveis, sendo, no entanto, manifestamente inferior a impactes irreversíveis e muito mais profundos quando avaliamos projetos de produção de energia hidroelétrica, onde a área da albufeira ocupada é totalmente inviabilizada. A energia eólica é frequentemente criticada pelos seus impactes negativos para aves e morcegos. Os aerogeradores apresentam potencialmente um risco para grupos de espécies particularmente vulneráveis como as aves de rapina.

Diagnóstico da situação atual

As centrais solares previstas vão exigir uma área vedada para a implantação de milhares de hectares. Esta área, aparentemente pequena tendo em consideração o território nacional, é, no entanto, um alerta para o presente e para o futuro, considerando que há um objetivo, em revisão em alta, de atingir mais de 9 GW de potência solar até 2030, desagregando-se em 7 GW em solar centralizado e 2 GW em solar descentralizado. Note-se que no final de 2020 existiam cerca de 600 MW de potência solar centralizada instalada. As estimativas para 2030 serão provavelmente mais elevadas dado não se considerar neste valor as necessidades extraordinárias relacionadas com a produção de hidrogénio verde e a aceleração de implementação de renováveis promovida pela União Europeia face à crise energética, resultante da invasão russa da Ucrânia e a necessidade de fomentar uma maior independência energética dos combustíveis fósseis russos. Neste contexto, o valor irá certamente superar os 10 mil hectares, uma área equivalente ao concelho de Lisboa. Considerando que a opção pode recair na concentração dos projetos em determinadas regiões e em áreas sensíveis, o resultado final pode ser desastroso.

Excluindo projetos em áreas concessionadas para exploração de recursos geológicos, junto a áreas de pedreiras ou em albufeiras, prevê-se que muitos ocupem áreas de Reserva Ecológica Nacional, assim como áreas florestais submetidas a regime florestal, nomeadamente perímetros florestais. Existem outras que afetam áreas classificadas como florestais, mas sem estarem abrangidas por um regime de gestão florestal. Assim, entre áreas com montado e sobreiros dispersos, outras folhosas, eucaliptos, pinheiro-bravo e pinheiro-manso, estão em causa milhares de hectares.

Há assim uma forte apreensão para esta nova corrida para a instalação de parques solares fotovoltaicos, alguns de grande dimensão, em que a seleção dos locais recai em grande parte sobre áreas florestais, prejudicando os serviços de ecossistema, incluindo os económicos, sem uma devida compensação dos danos. Para além disso, não podemos esquecer que esta artificialização, como que “alcatifando” o território, irá alterar de forma drástica a paisagem em algumas regiões com grandes impactes para quem vive nesses territórios, assim como na atratividade dos mesmos, nomeadamente para o turismo. Se atendermos ao peso que a indústria do turismo tem na economia do país e a sua importância nos territórios rurais, os danos económicos podem ser significativos

É preocupante a instalação de vários projetos na mesma área, ou grandes projetos que exigem áreas contínuas para a sua instalação que chegam a ultrapassar os mil hectares, resultando numa enorme alteração da paisagem e artificialização de áreas rurais, com inevitáveis impactes negativos para o ambiente e para as populações que residem nas imediações.

Embora não existam estudos na Europa, os que foram realizados nos Estados Unidos da América com base em dados de relatórios relativos a várias tipologias de centrais solares fotovoltaicas, apontam para a existência de impactes significativos sobre a avifauna. Embora exista um conjunto de fatores que influenciam nomeadamente a variabilidade nas espécies a nível regional e a localização das centrais, existem estudos que apontam para alguma mortalidade nestas centrais a par das que morrem por colisão nas linhas elétricas, devendo-se evitar parques solares de grandes dimensões quando em presença de espécies com estatuto de conservação desfavorável.

Para a implementação dos múltiplos projetos, principalmente centrais solares mas também novos investimentos em eólicas, será necessário proceder à instalação de centenas de quilómetros de linhas aéreas para transporte de energia e ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). A instalação de linhas elétricas trará consigo um conjunto de impactes significativos para a avifauna com mortalidade decorrente de colisão com os condutores aéreos e a eletrocussão em apoios ou postes elétricos. Há assim necessidade de assegurar uma maior proximidade e otimização de percursos em relação a linhas existentes, como a existência de medidas de mitigação que podem incluir linhas enterradas nalgumas áreas mais sensíveis.

São também de referir os impactes na paisagem devido à proliferação de um emaranhado de estruturas e linhas, assim como o resultado da destruição do coberto vegetal decorrentes do cumprimento da legislação em vigor, a qual exige o corte ou decote das árvores para garantir a distância mínima de segurança assim como a gestão de combustíveis no corredor de segurança da linha. Também não são de desprezar as condicionantes na utilização do solo decorrentes da instalação das linhas aéreas, que em espaço rural vão limitar as atividades económicas e de usufruto das populações aí residentes.

O planeamento e a participação como elementos essenciais

O planeamento antecipado é um processo iterativo para desenvolver uma avaliação dos riscos, custos e benefícios específicos esperados associados a

um determinado projeto. Tal permite uma avaliação da viabilidade do projeto e decisões sobre onde localizá-lo e se se deve levá-lo adiante. A União Internacional para a Conservação da Natureza publicou em 2021 um conjunto de linhas orientadoras que fundamentam muitas das preocupações e sugestões neste artigo.

Por exemplo, as centrais de energia solar fotovoltaica em terras agrícolas, muitas vezes chamados de 'agrivoltaicos', podem reduzir a conversão de terras naturais ao mesmo tempo que podem aumentar a produtividade da terra. A descentralização de sistemas de energia renovável por meio de energia solar no telhado de edifícios, deve ser uma prioridade pois ajuda a evitar os impactos associados a empreendimentos de grande escala e respetiva infraestrutura. O investimento na expansão de potência em locais com instalações de energia renovável já existentes pode também ser uma estratégia para mitigar impactos adicionais.

A seleção de locais deve ser idealmente guiada por um processo de planeamento ponderando diferentes fatores relacionados com o desenvolvimento sustentável do mesmo, identificando assim as zonas preferidas para a sua implantação, com entidades e empresas na área do ambiente, energia, conservação da natureza, associações de ambiente e população afetada.

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um processo que avalia os efeitos ambientais de planos, programas e políticas em nível regional, nacional ou subnacional. A AAE visa identificar e antecipar as consequências ambientais para que possam ser totalmente contabilizadas e tratadas de forma adequada, juntamente com a economia e considerações sociais. O objetivo é tornar os resultados gerais das políticas, planos e programas tão positivos quanto possível. A AAE pode permitir uma simplificação e aceleração da aprovação de projetos, não devendo, no entanto, eliminar de forma alguma as obrigações de realização de estudos de impacto ambiental quando previstos na legislação. A AAE pode identificar áreas sensíveis a evitar como sejam incluídas Áreas Protegidas ou Áreas Reconhecidas Internacionalmente em termos de conservação da natureza.

O desenvolvimento de mapas de aptidão permite identificar as sensibilidades específicas do local, reduzindo o conflito potencial com a conservação da natureza e agricultura, reduzindo os riscos relacionados com a aplicação da legislação, acesso a financiamento e custos de avaliação e mitigação.

REPowerEU – A rapidez é inimiga da sustentabilidade

O plano apresentado em maio de 2022 pela Comissão Europeia para afastar a União Europeia (UE) dos combustíveis fósseis russos estabeleceu uma agenda promissora para as energias renováveis que, infelizmente, é ofuscada por mais investimentos em infraestrutura de gás e a reversão da regulamentação ambiental para facilitar o licenciamento solar e eólico. Em resposta à agressão militar da Rússia à Ucrânia, os líderes da UE finalmente decidiram colocar o pé no acelerador da transição energética através da estratégia denominada *REPowerEU*.

Com 195 milhares de milhões de Euros associados, o plano visa parar de importar combustíveis fósseis russos até 2027, com foco em três estratégias: aumentar as energias renováveis, mobilizar a economia de energia e diversificar as fontes de energia.

O plano inclui um aumento nas metas de eficiência energética e energia renovável da UE do pacote denominado Objetivo 55, que foi um dos principais apelos das organizações da sociedade civil quando a agressão militar da Rússia começou. No entanto, essas metas ainda estão aquém da ambição necessária para manter vivo o objetivo climático do Acordo de Paris: um aumento de 50% nas energias renováveis e 45% na eficiência energética até 2030.

O aumento sem precedentes das energias renováveis previsto no plano merece todo o apoio. A implantação de milhões de painéis solares e bombas de calor, juntamente com a renovação de edifícios e medidas de eficiência energética, deixa-nos um passo mais curto de estarmos alinhados com o Acordo de Paris. Se é positivo ver referências à justiça social e à igualdade, é necessária atenção e medidas específicas para capacitar grupos vulneráveis nesta transição energética em ritmo acelerado, particularmente mulheres e crianças.

O plano inclui a obrigatoriedade de efetuar um aproveitamento da energia solar em novos telhados. Mas os novos edifícios são a exceção, não a regra. Precisamos de equipar rapidamente os existentes num quadro de energia solar distribuída em edifícios.

Porém, sob o pretexto de assegurar um licenciamento mais célere das energias renováveis, o pacote dilui as principais salvaguardas ambientais. A Comissão Europeia admite uma isenção geral das avaliações estabelecidas na Diretiva de Avaliação de Impacte Ambiental e nas Diretivas Aves e Habitats

para projetos de energias renováveis em áreas ‘*go-to*’ que serão definidas exclusivamente pelos Estados-membros. Isso conduz a um risco de efeitos nocivos graves na natureza como resultado de um mau planeamento.

A legislação ambiental não é um obstáculo para a implantação de energias renováveis. Em plena crise da biodiversidade, não há justificação para descartar as principais avaliações ambientais e estabelecer um precedente perigoso. Os pedidos de licença podem ser acelerados com mais recursos humanos, abordagens simplificadas e participação pública efetiva, sem prejudicar a natureza.

Além desse retrocesso, declarar que todas as energias renováveis são de “interesse público primordial”, para contornar mecanismos e salvaguardas ambientais, cria um precedente perigoso para outros empreendimentos. Tal pode ser usado da mesma forma no futuro para diluir a legislação/procedimentos existentes quando se trata de matérias-primas ou outros projetos com consequências ambientais graves.

Mapear áreas adequadas para implantação de energias renováveis, como áreas urbanas e industriais, é importante, mas a legislação ambiental existente deve continuar a ser aplicada integralmente também nessas áreas.

O caminho a seguir nas infraestruturas centralizadas

As centrais solares e os parques eólicos precisam considerar não apenas os impactos potenciais na biodiversidade, mas também os riscos associados à prestação contínua de serviços do ecossistema, ou seja, os benefícios e valores que a Humanidade obtém dos recursos naturais. Se não forem cuidadosamente geridos, tal pode alterar a oferta ou limitar o acesso a serviços de ecossistema, incluindo serviços de abastecimento, como alimentos e água, bem como recreativos, paisagísticos ou culturais (incluindo um sentimento de perda do lugar e da sua história) e outros benefícios imateriais.

Para projetos eólicos e solares, há muitas vezes potencial para manter ou restaurar a biodiversidade dentro da matriz da infraestrutura. Em alguns casos, tal até pode gerar impactos positivos na biodiversidade. Por exemplo, centrais solares colocadas em habitats modificados podem oferecer oportunidades de melhoria da biodiversidade quando bem projetadas e geridas e centrais eólicas *off-shore* (no mar) podem criar refúgios para habitats bentónicos e peixes.

Onde existam impactos potenciais significativos para os serviços dos ecossistemas, contabilizá-los, minimizá-los e geri-los é essencial para o sucesso a longo prazo do desenvolvimento de energia renovável. Quando esses bens e serviços são comprometidos, geram-se conflitos, originando uma oposição pública aos projetos.

As instituições financeiras são sensíveis a projetos de energia renovável onde haja potencial para impactos adversos nas comunidades. Os riscos podem parecer menores como resultado da deficiência de dados pelo que é fundamental compreender a qualidade e a confiabilidade dos dados que suportam a avaliação. À medida que o risco de danos para a biodiversidade ou sociais aumenta, também aumenta o nível de certeza necessário para avaliação e monitoração. É igualmente necessário considerar diferentes escalas geográficas e temporais apropriadas para características prioritárias de biodiversidade e tipos de impactos, incluindo diretos, indiretos e cumulativos. A comunicação aberta e transparente e a partilha dos resultados de monitorização, não apenas ajudam os promotores a cumprir a legislação, como também são cada vez mais reconhecidas como boas práticas que podem ajudar a gerar credibilidade e apoio aos projetos pelas partes interessadas e comunidades locais, para além de contribuir para esforços de conservação mais amplos.

O papel das comunidades energéticas como alternativa e complemento

O atual sistema de energia da Europa, que é dominado por um pequeno número de grandes empresas de fornecimento de gás e eletricidade, é responsável por mais de 30% das emissões de gases de efeito estufa da Europa. Para enfrentar os desafios globais, como as alterações climáticas e as desigualdades socioeconómicas, o futuro sistema energético da Europa deve ser sustentável, isento de carbono, socialmente justo e com um papel destacado dos cidadãos e das comunidades locais.

Para evitar, ou pelo menos minimizar fortemente o impacto anteriormente descrito de infraestruturas de produção renovável, a prioridade de ser ao apoio e desenvolvimento de um sistema energético descentralizado e 100% renovável, ao mesmo tempo que se diminui a procura de energia. Os cidadãos devem ser colocados no centro da nossa transformação energética, recorrendo-se em particular ao uso de edifícios e reduzindo assim o impacto ambiental e a pressão sobre muitas áreas sensíveis. O potencial para

as pessoas - individualmente e por meio das suas comunidades, entidades públicas e pequenas empresas - se envolverem ativamente na transição energética é significativo. Até 2050, pelo menos metade dos cidadãos da UE poderá produzir a sua própria eletricidade renovável, satisfazendo pelo menos 45% da procura de eletricidade da UE.

Em toda a Europa, a revolução energética está a ganhar força. Indivíduos, comunidades, cidades e autoridades locais estão na vanguarda da transição energética da Europa: estão cada vez mais a controlar e a produzir de forma própria energia renovável, promovendo a transição para uma energia mais justa, democrática e descentralizada. A energia comunitária tem o poder de acelerar a transformação energética, tornando-a mais justa e com benefícios sociais adicionais. Tal foi recentemente impulsionado por novos direitos reconhecidos pela UE para que os cidadãos e as comunidades produzam, vendam e possuam sistemas de energia renovável.

A propriedade comunitária da produção de energia renovável mantém os benefícios das energias renováveis localmente, criando empregos, aumentando o investimento local, fornecendo serviços como educação, incentivando os cidadãos a economizar energia e a luta contra a pobreza energética. Ao impulsionar a aceitação pública das energias renováveis, as comunidades de energia podem reunir as pessoas para beneficiar tanto as suas sociedades quanto o sistema energético. O potencial das comunidades energéticas reside não apenas na produção e distribuição de energia renovável, mas também na economia de energia.

As abordagens baseadas no mercado por si só não são suficientes para impulsionar uma transição energética bem-sucedida. As fontes de energia renováveis são bens comuns e todos os cidadãos devem ter uma oportunidade justa de se apropriarem, beneficiando da participação na transição energética. Além disso, a transição energética deve basear-se na justiça e na solidariedade, onde ninguém seja deixado para trás, incluindo as famílias vulneráveis e pobres.

As definições nacionais devem reconhecer os cidadãos e as comunidades de energia renovável como um tipo diferente de ator de mercado, que enfatiza a propriedade e o controle abertos e democráticos que visa fornecer benefícios à comunidade, em vez de obter lucro. A definição deve distinguir claramente as comunidades energéticas como forma de organizar a participação dos cidadãos, em vez de se concentrar em atividades técnicas ou de capital.

Na revisão dos Planos Nacionais de Energia e Clima para 2030, os Estados-membros da UE devem adotar objetivos ambiciosos para a produção de energias renováveis por comunidades energéticas, prosumidores e cidades. Os cidadãos devem poder participar ativamente no desenvolvimento e monitorização do planeamento climático e energético nacional e local. Os Estados-membros devem assegurar que os regulamentos nacionais e as regras de mercado permitem aos cidadãos e às comunidades da energia exercer os seus direitos. Os reguladores precisam de garantir que os direitos dos cidadãos e das comunidades energéticas sejam respeitados e que as barreiras à participação no mercado sejam removidas. À escala nacional e da UE devem estar presentes disposições específicas para garantir que as comunidades de energias renováveis possam aceder a regimes de apoio às energias renováveis em condições justas e equitativas. Os Estados-membros da UE devem desenvolver programas, incluindo esquemas financeiros, para garantir que os cidadãos vulneráveis e pobres possam participar economicamente nas comunidades energéticas. Regras e incentivos (por exemplo, para a partilha de energia e autoconsumo coletivo) devem garantir que as comunidades energéticas podem desenvolver modelos de solidariedade para beneficiar membros vulneráveis e de baixos rendimentos.

A remuneração pela eletricidade renovável e a flexibilidade fornecida à rede e os encargos (de rede ou não) devem incentivar os cidadãos e as comunidades energéticas a fornecer ao operador de rede serviços que reduzam a necessidade de investimentos de longo prazo na rede.

Conclusão

As sociedades com energia renovável acessível a todos não apenas ajudarão a enfrentar a crise climática, mas também garantirão a segurança energética, sendo o melhor seguro contra futuros aumentos dos preços da energia para proteger os mais vulneráveis. Uma transição para um sistema de energia 100% renovável é também uma transição para sociedades mais pacíficas. Porém, é absolutamente crucial garantir que se trata de uma transição justa, isto é, com respeito pelos valores sociais e económicos, mas principalmente que não coloque em causa o ordenamento do território, a biodiversidade e também o uso de recursos, componentes ameaçadas por uma pressão crescente. Tal pode e deve ser conseguido através do respeito integral da legislação em vigor, recorrendo a um planeamento preventivo e com uma seleção de prioridades que permita recorrermos a fontes renováveis minimizando impactes e assegurando o respeito pelas gerações

futuras. Um trabalho conjunto de diferentes agentes, desde o governo à administração central e local, às empresas de energias renováveis e às associações de ambiente e à população em geral, de forma transparente, clara e efetiva, é o único passo possível para uma estratégia de aceleração de implementação de energias como a solar e a eólica, fundamentais para uma maior independência energética, redução de emissões de carbono e compatibilização com um trabalho de correção e regeneração de um território debilitado a nível físico, paisagístico e funcional.

10. Asprela + Sustentável: um “living lab” pela neutralidade carbónica

Rui Pimenta

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.11>

A partir da zona da Asprela, no Porto, está a nascer um verdadeiro laboratório vivo para apoiar a descarbonização da cidade. A missão é clara: construir, naquela área, um ecossistema urbano assente na sustentabilidade energética e ambiental. Este “living lab” chama-se “Asprela + Sustentável” e tem a energia renovável como desígnio principal, mas há outros vetores

abrangidos, desde a mobilidade elétrica à economia circular ou à eficiência hídrica.

A multidisciplinaridade do projeto é a chave para a revolução energética em curso e constitui o passo mais decisivo para responder à ambição de criar, na Asprela, o quilómetro quadrado mais sustentável do Porto. Com as soluções inovadoras a implementar no âmbito do “Asprela + Sustentável”, a cidade dá um salto considerável rumo à meta que há muito vislumbra da neutralidade carbónica.

Porquê a Asprela?

A questão surge instantaneamente, mas a resposta também. Afinal, a Asprela representa a área do Porto com a maior concentração de conhecimento e de talento. Na zona, reúne-se o potencial tecnológico e humano necessário para a implementação do projeto. Entre estudantes, investigadores, docentes universitários, médicos, enfermeiros e profissionais ligados aos setores da Tecnologia e da Inovação, utilizam aquela zona cerca de 60 mil pessoas por dia.

De igual modo, ao nível de infraestruturas, a Asprela também ganha. Ora, na área concentram-se:

- 7 das 14 faculdades da Universidade do Porto;
- 2 pólos do Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto (UPTEC), que acolhem 82 empresas (Asprela I e II);
- 53 Centros de Investigação nacionais e internacionais que reúnem 5 mil investigadores;
- O Centro Hospitalar de São João e o Instituto Português de Oncologia (IPO);
- 121 empresas da área da Tecnologia e centros de inovação;
- Vários edifícios de serviços.

Explicado o potencial da zona, importa explorar as diferentes medidas inovadoras do “Asprela + Sustentável”, previstas a fim de mitigar os efeitos nocivos das alterações climáticas.

Energias Renováveis

A energia elétrica de base solar é o vetor central do “Asprela + Sustentável” e vai estar na origem da medida mais disruptiva do programa: a criação da primeira Comunidade Energética Renovável (CER) da cidade do Porto. Esta CER vai ser implementada entre o Bairro de Habitação Social de Agra do Amial, que abrange 180 famílias, e a Escola Básica da Agra.

Muito concretamente, está prevista a instalação, naqueles locais, de sistemas solares fotovoltaicos, cuja produção vai permitir abastecer, num modelo de autoconsumo coletivo, os edifícios envolvidos na CER. A energia elétrica excedente é encaminhada para armazenamento ou, em alternativa, para o carregamento de veículos elétricos de utilização pública, numa verdadeira simbiose entre o consumo de energia limpa e a mobilidade urbana sustentável.

De modo a gerir e a controlar os consumos de energia das famílias piloto, no Bairro de Agra do Amial, particularmente, vai ser desenvolvida uma plataforma dedicada a essa monitorização. Prevê-se igualmente o desenho de uma metodologia (ainda a definir) de recompensas que potenciem (1) comportamentos eficientes, (2) redução de consumos e (3) a maximização do impacto da CER. Esta será uma forma de envolver a população residente e todos os utilizadores finais dos edifícios nesta solução inovadora.

Por fim, a plataforma de gestão referida traz a vantagem adicional de, no contexto da Habitação Social do Porto, se poder mapear a pobreza energética que ainda compromete, em larga medida, o conforto térmico e a qualidade do ar nos edifícios da região. Com este diagnóstico, dá-se outro passo importante: a identificação de medidas de mitigação deste que é um problema nacional.

Água e Ambiente

À sustentabilidade energética, o projeto une a gestão eficiente da água. Para este efeito, o novo “pulmão verde” do Porto desempenha um papel de relevo. Referimo-nos ao recém-inaugurado Parque Central da Asprela. Ao todo, são mais de seis hectares de espaços verdes, numa paisagem arquitetada com espelhos de água, 1600 elementos arbóreos e mais de dois quilómetros de percursos pedonais e de ciclovias.

No âmbito do “Asprela + Sustentável”, a monitorização da água das ribeiras do parque, concretamente, é a principal medida a implementar neste vetor da eficiência hídrica e ambiental. Este controlo (feito com recurso a *machine learning* e inteligência artificial) vai permitir, por um lado, garantir a regularização fluvial das ribeiras e, por outro, detetar episódios de poluição. Adicionalmente, a monitorização prevista ganha força pelas soluções de base natural que caracterizam o parque. É que o espaço poderá, em situações de cheia, assumir a função de “bacia de retenção” e armazenar até 10 mil metros cúbicos de águas pluviais.

Para fomentar a valorização da água enquanto bem essencial para o desenvolvimento sustentável, vai avançar-se com a instalação de bebedouros nos circuitos de atividade recreativa do parque, em particular, e da Asprela, no geral. Esta medida permite, também, promover a confiança na água da torneira e potenciar comportamentos mais amigos do ambiente, em especial, pela redução do uso do plástico.

Economia Circular

A multisetorialidade do programa estende-se à economia circular, por via de três grandes medidas. A primeira diz respeito à ativação de um sistema alimentar saudável, de produção local e sustentável, de modo a colmatar o desperdício. Especificamente, vão ser desenvolvidos “Good Food Hubs”. No âmbito destas iniciativas, pretende-se prestar à comunidade informação, experiências e alimentos fornecidos por produtores e associações que cumpram determinados critérios de sustentabilidade.

A reciclagem e a reutilização de dispositivos eletrónicos, como computadores, é também uma bandeira do vetor da economia circular do Asprela + Sustentável. A partir do programa “REBOOT”, vão ser criados momentos de reparação de modo a prolongar a vida útil desses equipamentos, para, numa fase posterior, se doar os dispositivos às crianças de famílias mais vulneráveis social e economicamente.

Não menos importante, a reutilização de baterias ‘2nd Life’, provenientes de veículos elétricos, vai ser outra medida a implementar. A ideia é interligar as baterias com uma das unidades de produção de energia renovável.

Mobilidade Urbana Sustentável

Este vetor do programa desenvolve-se em estreita ligação com a Comunidade de Energia Renovável já referenciada. A ideia é integrar um total de três carregadores públicos de veículos elétricos com a CER.

A monitorização da cidade neste domínio também é uma prioridade, por meio do recurso a diferentes dispositivos. Desde logo, prevê-se a instalação de uma rede de sensores que facilite a visualização da cidade em tempo real e permita, igualmente, a avaliação da qualidade do ar. A monitorização do tráfego - com uma contagem por tipo e categoria de veículo - também se vislumbra, através do uso de câmaras de vídeo analíticas. Por fim, a implementação de “smart counters” vai permitir a avaliação da ocupação de espaços públicos.

Avaliação de Impacto

As diferentes medidas do projeto vão ser condensadas numa plataforma virtual - o “Hub Asprela +++”. Este sistema vai permitir aferir os resultados do programa e recolher dados sobre os impactos alcançados, sobretudo no que respeita à redução de Gases com Efeito de Estufa (GEE), ou a qualidade do ar e da água, por exemplo.

O mapeamento desse impacto, bem como do uso de recursos como a energia e a água, vai fornecer um melhor contexto ao ecossistema para que se possam desenvolver - e iterar - as soluções mais adequadas às necessidades da cidade. Desta forma, reduzem-se custos e, cumpre-se o maior propósito: a utilização racional de energia e de água, assim como a diminuição da pegada ecológica.

A validação de resultados permite ainda tornar este “living lab” distintivo face a outros que existem no país, considerando que as diferentes medidas e políticas implementadas vão ser testadas em cenários reais. Ora, a observação de impacto será, pois, mais rigorosa e vai permitir acomodar outro dos grandes objetivos da metodologia do Asprela + Sustentável: garantir a viabilidade tecnológica, económica e social, bem como a escalabilidade e o funcionamento do projeto a longo prazo.

Uma ponte com empresas e cidadãos

O carácter inovador e abrangente do “Asprela + Sustentável” não se circunscreve apenas à força das medidas previstas, mas, igualmente, ao contributo de diferentes parceiros tecnológicos, das mais diversas áreas. Liderado pela Coopérnico e com coordenação técnica da Agência de Energia do Porto - AdEPorto -, o projeto está a desenvolver-se em estreita colaboração com o Município do Porto e restantes parceiros: Associação Porto Digital, empresas municipais Porto Ambiente e Águas e Energia do Porto, INEGI, EFACEC Electric Mobility, EFACEC Energia, INESC-TEC, VPS, EVIO, a Federação Académica do Porto e International Development Norway.

O apoio e a cooperação com as entidades referidas vai revelar-se basilar para endereçar os desafios da cidade em matéria de energia e de desenvolvimento sustentável e, desse modo, assegurar o sucesso do “Asprela + Sustentável”. A realização de eventos para partilha de conhecimento de experiências, em particular, vai ser decisiva para o desenvolvimento do projeto.

A génese do projeto

Financiado no valor de praticamente 1 milhão de euros, o “Asprela + Sustentável” é o resultado de uma candidatura bem-sucedida - foi reconhecido com a classificação mais elevada - ao programa “Ambiente, Alterações Climáticas e Economia de Baixo Carbono”, promovido pelo EEA Grants.

Pelo potencial de replicação em futuros projetos que envolvem autoconsumo e CER, no contexto da transição energética, a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos veio já atribuir a classificação de projeto-piloto à concretização da Comunidade de Energia Renovável de Agra do Amial.

O “Asprela + Sustentável” constitui-se como um reforço ao trabalho que o Município do Porto tem vindo a traçar em matéria de sustentabilidade.

O projeto “Asprela + Sustentável” promete deixar uma marca positiva no Porto, ao promover o aumento da penetração de energias renováveis na cidade e, dessa forma, reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Ao contar com o apoio de todos - entidades envolvidas e cidadãos -, consolidada-se a posição do Porto enquanto cidade inteligente - uma cidade mais amiga do ambiente e das pessoas.

Conclusão

José Gomes Mendes

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.109.12>

O desempenho de Portugal na transição energética para fontes renováveis e, portanto, de baixa intensidade carbónica, tem sido muito positivo nas últimas décadas. O país soube antecipar o esgotamento das possibilidades de construir novas centrais hidroelétricas e apostou, numa primeira fase, na eletricidade eólica, obtida a partir do vento por aerogeradores. Estas

máquinas foram evoluindo em dimensão e rendimento e, hoje, são uma fonte presente e importante no sistema energético nacional, antecipando-se a chegada de sistemas *offshore*.

Mais recentemente, com a extraordinária quebra dos preços da tecnologia fotovoltaica, a aposta tem sido sobretudo na fonte solar, tirando partido do potencial existente no nosso país. Os leilões recentes para a atribuição de licenças de produção de eletricidade solar têm permitido um manifesto aumento da potência instalada, muito embora continue a existir uma limitação na capacidade de receção de energia na RESP (Rede Elétrica de Serviço Público).

Os acontecimentos internacionais dos anos de 2021 (forte procura decorrente da retoma pós-pandemia) e 2022 (invasão da Ucrânia pela Rússia) têm pressionado os preços da energia, muito por via da escassez de fornecimento de gás natural, que por sua vez impõe mais elevados custos na produção de eletricidade.

O sistema energético europeu mostrou ser pouco resiliente aos impactos de eventos como os referidos. Esta constatação avoluma as preocupações que já decorriam da necessidade de descarbonizar o sistema energético, um dos grandes responsáveis pelas emissões de gases de efeito de estufa, que estão na origem das alterações climáticas. Transitar para um sistema energético assente em energias renováveis é agora, mais do que nunca, um imperativo de sobrevivência.

O programa REPowerEU, lançado em 2022 pela Comissão Europeia, assenta numa revisão das metas de redução de emissões já para 2030, ano em que se ambiciona cortar 55% do carbono lançado na atmosfera. Integra também um objetivo geopolítico, que é o de tornar a União Europeia livre da dependência do petróleo e do gás da Rússia. Este programa de quase 200 mil milhões de euros irá acelerar o acesso às energias renováveis para patamares nunca antes vistos, quer no âmbito das infraestruturas centralizadas, quer no âmbito da produção e consumo descentralizado.

Em Portugal, o PNEC 2030 (Plano Nacional de Energia e Clima) estabeleceu o objetivo de alcançar, até 2030, uma quota de 47% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto. Este desígnio requer que 80% da eletricidade seja produzida a partir de fontes renováveis. Uma das formas de o conseguir, dada a limitação de receção da infraestrutura centralizada, é a generalização da produção local e descentralizada.

O autoconsumo coletivo (ACC) e as Comunidades de Energia Renovável (CER) são porventura um dos modelos mais promissores para integrar, ao nível local, grupos de produtores e consumidores, incluindo residências familiares, empresas e outras organizações privadas ou públicas. Estas comunidades locais poderão produzir, consumir, armazenar e vender energia renovável, tornando-se atores ativos de um desafio que é coletivo: a transição energética.

Bem se percebe que o cidadão, a família e a pequena empresa estarão no centro deste movimento, de certa forma recuperando um papel que já desempenharam nos primórdios da eletrificação na Europa e, também, em Portugal. As cooperativas de energia tiveram a sua origem nos anos 20 e 30 do século passado e existem indícios de que poderão ressurgir na forma de Comunidades de Energia Renovável.

Não se pense, contudo, que a coabitação de um sistema centralizado de energia com um sistema descentralizado será fácil ou pacífica. Trata-se de redesenhar um sistema que, bem ou mal, assegurou o fornecimento e a estabilidade energética ao longo de um século, alimentando uma sociedade e uma economia muito vorazes em termos de energia. Abandonar o fóssil e a gestão centralizada abala práticas e interesses instalados. O sistema de energia elétrica clássico e convencional assenta numa estrutura de poucos produtores e muitos consumidores, onde o acesso ao ponto de injeção na rede pode valer mais do que a venda da energia. Existe um complexo sistema de taxas de acesso às redes públicas, que serve para financiar não só a sua gestão mas também os investimentos necessários, que vai deixar de ser monopolista.

Um sistema descentralizado, com comunidades de geometria variável, adaptáveis na produção, no armazenamento, no consumo e na geometria, trará uma resiliência ímpar. Mas para que este novo modelo funcione, é necessário protocolar a partilha, coordenando as comunidades com o sistema energético geral. Só assim será possível configurar os mercados locais de energia, tal como muito bem explicam J. Vilar, J. Mello e João Peças Lopes no capítulo que escreveram para este livro.

No seu capítulo sobre mercados locais de energia, Luísa Matos apresenta um desenho do novo mercado em que aos atores convencionais acrescenta uma nova figura, a dos Gestores da Comunidade, que gerem as transações entre membros da comunidade, otimizando o seu desempenho. Um dos mais exigentes requisitos para a eficaz gestão das Comunidades de Energia é a existência de plataformas digitalizadas. Energia e digitalização

andam de mãos dadas e isso está bem espelhado no capítulo escrito por José Basílio Simões.

Esta caminhada para a autonomia energética e para a descarbonização não é, porém, isenta de riscos. Desde logo, o consumo de recursos geológicos raros ameaça o respetivo esgotamento e suscita preocupações relativamente ao impacto ambiental da sua exploração e processamento. O desenvolvimento da reutilização e da reciclagem, numa perspetiva de circularidade dos recursos, é crítico para o sucesso da transição energética.

Por outro lado, capturar energia renovável, seja a partir do sol, do vento ou da água, requer a utilização de espaço natural, gera impactos sobre a paisagem e a biodiversidade, pelo que deve ser equacionado também no âmbito do ordenamento do território e da gestão ambiental. Medidas como a recentemente promovida em França, de dotar as coberturas de todos os parques de estacionamento, a partir de uma certa dimensão, de painéis solares fotovoltaicos demonstram que existem caminhos que não sejam o de sempre consumir mais espaço e impermeabilizar mais solo.

O número de Comunidades de Energia Renovável autorizadas em Portugal é ainda muito escasso, embora estejam em fila de espera muitos pedidos. O processo de licenciamento não pode, como demasiadas vezes acontece, ser uma força de bloqueio à expansão desta nova forma de produzir, distribuir e consumir energia. A burocracia não pode sobrepor-se ao interesse coletivo nem inibir o progresso da sociedade e da economia.

O mais crítico dos desafios que se colocam à Humanidade, num tempo em que a população mundial caminha para os 10 por mil milhões de pessoas, é assegurar a todos o acesso a um abrigo (habitação), a água e a energia. As Comunidade de Energia Renovável podem ser um poderoso instrumento de coesão, que assegura o terceiro daqueles pilares, a democratização da energia.

João Peças Lopes Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Professor Catedrático, membro do Conselho de Administração do INESC TEC, co-editor do Journal Sustainable Energy Grids and Networks, Fellow do IEEE e distinguido com o CIGRE Technical Committee Award.

José Basílio Simões Doutorado em Física Tecnológica, é atualmente Professor Convidado, presidente e co-fundador da Cleanwatts, *Angel investor* e *senior advisor* na Effisumer, tendo anteriormente participado na fundação da Virtual Power Solutions, Energia Simples e Intelligent Sensing Anywhere.

Luísa Matos Doutorada em Estratégia, MBA e licenciada em Economia, é co-fundadora e diretora geral da Cleanwatts e Perita na Agência para PMEs da Comissão Europeia. Anteriormente foi ainda *senior advisor* na Effisumer, CEO da Virtual Power Solutions e Diretora na Intelligent Sensing Anywhere.

Cristina Sousa Rocha Licenciada em Engenharia do Ambiente e Mestre em Engenharia Sanitária, é atualmente Investigadora Sénior no LNEG onde está envolvida em diversas atividades de apoio a políticas públicas e I&DT na área da economia circular.

Paula Cayolla Trindade Licenciada em Química Tecnológica, Mestre em Engenharia Sanitária e Doutorada em Ambiente e Sustentabilidade pela Universidade Nova, é atualmente Investigadora Auxiliar e Coordenadora da área de Compras Sustentáveis e Circulares no Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

Sofia Simões Engenheira do Ambiente, mestre em Gestão e Política Ambiental e doutorada na Universidade de Leiden, é atualmente professora assistente convidada, investigadora e coordenadora da Unidade de Economia de Recursos no Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

Francisco Ferreira Licenciado, mestre e doutorado em Engenharia do Ambiente, é atualmente Professor na Universidade Nova de Lisboa, investigador do Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade e Presidente da “ZERO – Associação Sistema Terrestre Sustentável”.

Rui Pimenta Engenheiro Eletrónico com especialização em Sistemas de Energia Elétrica, é atualmente Diretor Executivo da AdEPorto, Vogal-Efetivo da Direção da RNAE e consultor em estratégia de energias renováveis em instituições governamentais e privadas em Portugal e no estrangeiro.

Comunidades de energia renovável

Na evolução da Humanidade, as comunidades surgem como estratégia de otimização dos recursos dos indivíduos. A partilha destes recursos permite garantir maior segurança física (face aos predadores) e segurança de abastecimento (especialização em caça e, mais tarde, agricultura). Como vantagem adicional, evoluímos no conhecimento geral e na nossa capacidade de organização enquanto grupo, ultrapassando largamente os sonhos dos primeiros grupos que se juntaram.

As comunidades de energia oferecem derivações das vantagens iniciais: segurança física, optando por menores centrais e de energia limpa e segura, e segurança de abastecimento, não só por a organização local permitir a substituição de pelo menos parte da energia que nos chega de origens pouco recomendáveis, como a capacidade acrescida em lidar com fenómenos de perturbação da rede, como tempestades ou fogos, cuja frequência e intensidade se prevê aumentar. Também agora se preveem vantagens adicionais, como a democratização e acessibilidade da energia ou o potenciar de investimentos em energia renovável, crucial para a descarbonização da sociedade.

Este é um conceito permitido pelo desenvolvimento tecnológico, tanto na frente da energia como na comunicação/informação, apenas agora atingido. No entanto, atendendo à existência de um sistema energético organizado anteriormente a estas possibilidades, tem tido uma evolução difícil. Tendo sido um dos primeiros países a legislar o conceito, três anos depois ainda não podemos estar satisfeitos com a fraca penetração do conceito na nossa sociedade.

Para perceber o potencial das comunidades de energia, foram convidados alguns dos melhores especialistas nacionais para, em cada uma das diferentes vertentes desta nova área de conhecimento, nos esclarecerem sobre as vantagens e limitações desta realidade, com especial ênfase na sua aplicação em Portugal.

Na Coleção de *Ensaios para a Sustentabilidade* da Fundação Mestre Casais, os temas a tratar e os autores são selecionados de forma a representarem as dimensões ambiental, climática, social, humana e económica da sustentabilidade, no respeito pelos valores do conhecimento, da independência, da transparência, do humanismo e do diálogo, consagrados nos Estatutos da Fundação.



Fundação
Mestre
Casais



UMinho Editora



Universidade do Minho

ISBN 978-989-8974-93-8



9 789898 974938 >