

## **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**, vulgo “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<sup>1,2</sup>. 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 definidas<sup>3</sup>.

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%<sup>4</sup>. 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 anos<sup>5</sup>) e de os tornar 100% recicláveis (p. ex., o projeto PARSEC<sup>6</sup>).

---

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

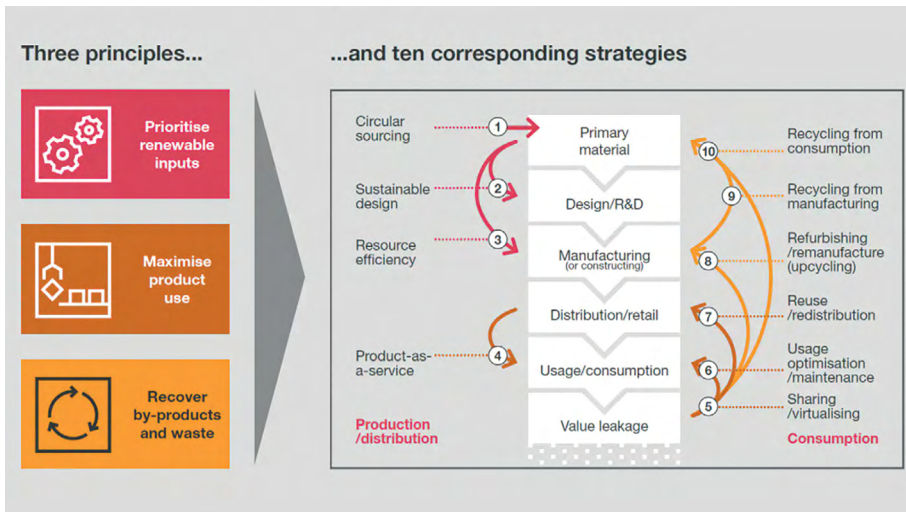
4 <https://ratedpower.com/blog/pv-recycling/>

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 reciclagem<sup>7</sup>.

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. Envolve 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 circular<sup>8</sup>.

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](http://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 escassa<sup>9</sup>. No entanto, numa pesquisa rápida é possível constatar que o serviço está disponível em vários países europeus, nomeadamente em Espanha<sup>10</sup>.

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 Portugal<sup>11</sup>. 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 profissionais<sup>12</sup>. 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, acondicionamento, teste e certificação) e mitigar as preocupações dos utilizadores sobre a fiabilidade, o desempenho e a vida útil de produtos usados em sistemas fotovoltaicos<sup>13</sup>.

## 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<sup>14,15</sup>. 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 função<sup>16</sup>.

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.

---

<sup>16</sup> 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.