

Produção descentralizada de energia eléctrica:
A perspectiva do consumidor

Decentralized energy generation:
The consumer's perspective

CARLA AMADO GOMES

RAQUEL FRANCO

VOL. 5 Nº 2 JULHO 2018

WWW.E-PUBLICA.PT



COM O APOIO DE:

FCT Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

ISSN 2183-184x

PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA DE ENERGIA ELÉCTRICA: A PERSPECTIVA DO CONSUMIDOR

DECENTRALIZED ENERGY GENERATION: THE CONSUMER'S PERSPECTIVE

CARLA AMADO GOMES¹

Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa
Alameda da Universidade - Cidade Universitária
1649-014 Lisboa - Portugal
carlamadogomes@fd.ulisboa.pt

RAQUEL FRANCO²

Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa
Alameda da Universidade - Cidade Universitária
1649-014 Lisboa - Portugal
raquelfranco@fd.ulisboa.pt

Resumo: o modelo de produção eléctrica adoptado desde finais do século XIX - um modelo de concentração da geração de energia em grandes infraestruturas -, tem vindo a fundir-se, desde finais do século XX, com formas de produção descentralizada que envolvem o próprio consumidor na produção da energia. Surge, assim, uma nova figura no mercado de energia eléctrica - a do *prosumer* -, cuja relevância é proclamada no âmbito das políticas públicas adoptadas nesta matéria, nomeadamente pela União Europeia. O que merece ser questionado é se, a par do reconhecimento da relevância desta nova categoria, as políticas públicas concretamente adoptadas, e que contam com a colaboração do *prosumer* para a sua implementação, têm em conta características comportamentais desses agentes que são decisivas para definir o nível da respetiva adesão aos incentivos criados, nomeadamente as relacionadas com custos de fricção, complexidade ambiental e racionalidade limitada.

Abstract: *From the end of the XIXth century until the end of the XXth century, the production of electricity was mainly accomplished through centralized structures of production. This scenario has been changing as the adoption of decentralized models of generation, which count on the consumer to produce energy on his own, is growing. With this change, a new agent appears in the market of energy generation - the prosumer - whose relevance for the success of decentralization is widely recognized by public policies in this area, namely the ones coming from the European Union. What the authors seek to emphasize in this paper*

1. Professora Auxiliar da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa; Investigadora Principal do Centro de Investigação de Direito Público (CIDP); Supervisora Científica da linha de pesquisa Energia, Recursos Naturais & Ambiente; Professora Convidada da Faculdade de Direito da Universidade Católica Portuguesa (Porto) - carlamadogomes@fd.ulisboa.pt.

2. Assistente Convidada da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa; Investigadora Associada do Centro de Investigação de Direito Público (CIDP)

is that the recognition of such a status, and the creation of incentives for self-production, should be accompanied by the incorporation of behavioral aspects of the prosumer in such policies, namely concerning friction costs, complexity and bounded rationality.

Palavras-chave: produção descentralizada de energia, autoconsumo, *prosumer*, *grid parity*, custos de fricção

Keywords: *decentralized energy generation, self-consumption, prosumer, grid parity, friction costs*

Sumário: 0. Produção descentralizada de energia eléctrica: a dificuldade de uma definição; 1. Produção descentralizada: regresso ao futuro; 2. A produção descentralizada e a emergência de uma nova categoria de consumidor; 3. Modelos de autoconsumo; 4. A remuneração; 5. O comportamento do consumidor: custos de fricção, complexidade e traços comportamentais característicos do consumidor energético; 6. O futuro da produção descentralizada no Direito da Energia da União Europeia

Summary: 0. Decentralized energy generation: the difficulty of a definition; 1. Decentralized generation: return to the future; 2. Decentralized generation and the emergency of a new kind of consumer; 3. Models of self-consumption; 4. Types of retribution; 5. Consumer's behavior: friction costs, complexity and typical behavioral traits of the energy consumer; 6. The future of decentralized generation in European Union's Law

0. Produção descentralizada de energia eléctrica: a dificuldade de uma definição

A expressão “produção descentralizada” (de energia eléctrica) traduz intuitivamente um modelo de produção que foge ao padrão tradicional de produção de energia a partir de infraestruturas ligadas a uma rede de transmissão e distribuição para o consumidor final, seja ele privado ou empresarial. À medida, porém, que esta ideia tem vindo a ganhar expressão, as suas concretizações geram fenómenos que, denotando embora diferenças em face do modelo centralizado, não se identificam forçosamente com a produção descentralizada em sentido próprio³.

Por exemplo, para alguns autores, a expressão ‘produção descentralizada’ aparece por vezes a par de “geração embutida” (*embedded generation*) e “geração dispersa” (*disperse generation*)⁴. Por seu turno, na doutrina, a diferenciação quantitativa é comum, podendo constituir geração descentralizada a produção de energia: i) até 50 MW; ii) até 100MW; iii) entre 500 Kw e 1 MW⁵.

Esta oscilação acaba por reflectir-se nos ordenamentos jurídicos, podendo adquirir preponderância, na definição do que é produção descentralizada, o factor da proximidade entre o local de consumo e o local de produção, ou o da capacidade de energia produzida, ou mesmo o do tipo de fontes de energia que alimentam a instalação.

De acordo com os mesmos autores, há vários factores que devem ser tidos em consideração na construção de uma definição de “produção descentralizada”:

1. A finalidade;
2. A localização;
3. A capacidade;
4. A área de distribuição;
5. A tecnologia utilizada;
6. O impacto ambiental;

3. Sobre o tema da produção descentralizada, cf. *Handbook of Distributed Generation. Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts*, RAMESH BANSAL (ed.), 2017, *passim*; K. ANAYA e M. POLLITT, “Integrating Distributed Generation: Regulation and Trends in Three Leading Countries” *Energy Policy*. vol. 85, 2015, pp. 475-486.

4. Para K. ALANNE e A. SAARI, “Distributed energy generation and sustainable development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n.º 10, 2006, pp. 539 e ss., em especial 541-543, cumpre distinguir entre geração distribuída e geração descentralizada: um sistema descentralizado é um sistema desligado da rede de distribuição geral; um sistema de geração distribuída permite autonomia mas também interconectividade com a rede geral.

5. Neste sentido, T. ACKERMANN, G. ANDERSSON e L. SÖDER, “Distributed generation: a definition”, *Electric Power Systems Research*, n.º 57, 2001, pp. 195 e ss.

7. A forma de operação;
8. A titularidade; e
9. A penetração da energia.

Os autores citados chegam, após ponderação da fundamentalidade de cada um destes aspectos, a esta definição: “A *geração descentralizada* é uma fonte de energia eléctrica conectada directamente à rede de distribuição ou no local do cliente produtor onde está instalado o contador”⁶. Descartam, como se vê, aspectos como a capacidade de produção (embora admitam que possa distinguir-se entre produção *micro*, pequena, média e grande), a área de distribuição (a maior ou menor penetração de um sistema de produção descentralizada numa determinada área depende, desde logo, da prévia definição da área relevante, que pode ser tão díspar como um território nacional ou apenas uma região), ou a titularidade da produção (isto é, entendem que não é necessário que a produção seja independente para se considerar descentralizada).

Deve sobretudo frisar-se que a produção descentralizada pode não se identificar com o aproveitamento de um determinado recurso em determinado local, mas antes com uma necessidade especial de uma infraestrutura — por exemplo, geradores em hospitais, instalações de segurança para suprir falhas de rede alimentadas a diesel ou centrais térmicas para fornecer complexos industriais.

A associação entre produção descentralizada e energias renováveis é relativamente recente e, curiosamente, recupera um modelo do início do século XX. No entanto, durante grande parte deste século, a produção “descentralizada” correspondeu basicamente a geradores de apoio ou de alimentação de grandes infraestruturas e foi suportada por combustíveis fósseis.

1. Produção descentralizada: regresso ao futuro

Se recuarmos ao final do século XIX, deparamos com a descoberta da lâmpada, por Thomas Edison (em 1879), que levou à criação da primeira rede de distribuição eléctrica em 1882, em Manhattan. Outras se lhe seguiram, sobretudo após 1889, com a descoberta das turbinas a vapor por Charles Parsons, embora com alcance limitado devido à dissipação de energia nos fios. Com a invenção da corrente alternada, por Nikola Tesla (1896), reduziram-se significativamente as perdas de energia no transporte de energia eléctrica e o abastecimento aos grandes centros urbanos tornou-se viável. O volume do investimento necessário para a construção quer das instalações de produção, quer da rede de transporte e distribuição, levou à assunção da tarefa sobretudo por entidades públicas, e de forma centralizada.

Com efeito, desde final do século XIX, a produção de electricidade foi direccionada

6. ACKERMANN, ANDERSSON e SÖDER, *EPSR*, p. 201.

para a concentração da geração em grandes infraestruturas, emergindo na sequência monopólios naturais de transporte e distribuição. Podem apontar-se vários factores como estando na origem desta evolução⁷:

- A criação de economias de escala: o advento das turbinas a vapor tornou possível aumentar o tamanho dos engenhos e diminuir o custo marginal da produção de electricidade;
- A necessidade de incrementar a eficiência energética: as instalações com maior dimensão permitem ganhos de eficiência, pois são capazes de suportar pressões e temperaturas mais altas no vapor utilizado na geração de electricidade;
- A inovação na transmissão de electricidade: o uso de corrente alternada em vez de corrente contínua possibilita o transporte de electricidade por longas distâncias com uma redução significativa de perdas;
- O imperativo da fiabilidade: as grandes instalações produtoras reduzem o risco de falha de geradores individuais e criam confiança nos consumidores;
- A melhoria da qualidade do ambiente urbano: o uso de redes de distribuição tornou possível realocar as instalações de geração fora dos centros urbanos, removendo assim a poluição devido à exaustão das instalações alimentadas a carvão.

Este modelo foi predominante até finais do século XX, mas sempre se lhe assinalaram problemas, dos quais se destacam, mais uma vez apelando à síntese de JEREMI MARTIN, os seguintes:

- Os elevados custos de transporte e distribuição, que ascendem a cerca de 30% do custo da electricidade entregue, em média. O menor custo é atingido pelos clientes industriais, que consomem electricidade em alta e média tensão; a factura sobe para os pequenos consumidores, cujos lares e estabelecimentos são alimentados pela rede de distribuição em baixa tensão;
- A necessidade de penetração nas zonas rurais, que exige avultados investimentos em linhas de transporte para regiões com baixa densidade populacional. O balanço custo-benefício é agravado quando se contabilizam as perdas de energia durante o transporte e distribuição, pois tendem a aumentar com a distância percorrida. A electrificação rural de zonas remotas, sobretudo se pouco habitadas, revela-se muito cara;
- O imperativo de aumentar a eficiência energética através da co-geração não é compatível com a necessidade de transporte da energia para um local diferente e afastado daquele em que ela é gerada. Como o vapor e o calor

7. J. MARTIN, "Distributed vs. centralized electricity generation: are we witnessing a change of paradigm?" 2009, disponível aqui: http://www.vernimmen.be/ftp/An_introduction_to_distributed_generation.pdf (acedido a 06 de Dezembro de 2018).

são ainda menos facilmente transportáveis do que a electricidade, esta via não se adapta ao modelo centralizado, salvo se para abastecimento próprio;

- O elevado impacto ambiental do sistema energético centralizado, devido à forte dependência de petróleo, carvão e, em menor extensão, do gás natural.

Foram sobretudo razões ambientais que incentivaram a recuperação sistemática das soluções de geração descentralizada — embora o movimento de liberalização do mercado, que se iniciou, na Europa, com as Directivas 96/92/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 10 de Dezembro, e 98/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Junho, também tenha ajudado à criação de condições mais propícias⁸. A “segunda era da produção descentralizada”⁹ tem as suas bases, por um lado, na necessidade de conter o aquecimento global, que incentiva o recurso a fontes de energia renovável em detrimento dos combustíveis fósseis, principais (ressalvada a grande hídrica e o nuclear) fornecedores do sistema de produção centralizado; e, por outro lado, na inovação tecnológica crescente em domínios como a produção de energia fotovoltaica, a partir de biomassa ou de biogás, a qual contribui para a democratização e deslocalização das possibilidades de geração de energia em volumes mais reduzidos.

Sublinhe-se, no entanto, e de uma banda, que produção através de fontes renováveis não se identifica forçosamente com produção descentralizada — veja-se o caso da energia eólica *offshore*, ou de uma grande hídrica (que não estão ligadas directamente a uma rede de distribuição). De outra banda, recorde-se que, quando o modelo de produção descentralizada evoluiu para o sistema centralizado subsistiram soluções de geração descentralizada por razões de manutenção de sistemas de salvaguarda energética ou abastecimento a redes de infraestruturas industriais autónomas, as quais não se alimentam a renováveis, mas a carvão (centrais térmicas) ou a diesel (geradores).

Esta última nota serve para ilustrar o porquê de a produção descentralizada não ser inequivocamente sinónimo de solução ecologicamente amiga. E isto nem no plano das fontes de alimentação (só o pretenderá ser se trabalhar com energia renovável), nem no das emissões de dióxido de carbono — uma vez que a multiplicação de pequenas centrais geradoras pode causar um impacto maior do que a construção de uma grande central¹⁰. E sempre causarão (mais) impacto por terem de ser implantadas *ex novo*, enquanto as centrais térmicas ou nucleares já estão instaladas.

8. Segundo a Agência Internacional da Energia, foram cinco as razões da redescoberta da produção descentralizada: i) desenvolvimento de novas tecnologias; ii) constrangimentos de implantação de novas linhas de transporte; iii) procura crescente de fornecimento fiável de energia; iv) liberalização do mercado; v) razões ligadas à luta contra as alterações climáticas — *Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets*, OECD/IEA, 2002, p. 20, disponível em <http://library.umac.mo/ebooks/b13623175.pdf>

9. K. ALANNE e M. SAARI, *RSER*, p. 540.

10. Cfr. C. R. KARGER e W. HENNINGS, “Sustainability evaluation of decentralized electricity generation”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n.º 13, 2009, pp. 583 e ss.

No entanto, no balanço entre vantagens e desvantagens¹¹, tanto para o ambiente como para o sistema eléctrico, a produção descentralizada a partir de fontes renováveis¹² tem mais aspectos positivos do que negativos: alivia a rede de transporte, permitindo poupar custos de reforços de rede em razão da crescente demanda; evita novas ligações que implicam colocação de cabos com inevitáveis impactos humanos e ecológicos; aumenta a segurança energética, porque desenvolve fontes locais, independentes de importação (embora tenham sempre que contar com recursos de salvaguarda, até se conseguir criar formas de armazenamento de energia produzida a partir de inconstantes fontes renováveis); liberta milhares de pessoas que vivem em zonas rurais¹³ da pobreza energética; gera condições de desenvolvimento económico; torna o produtor/consumidor mais consciente dos seus gastos e desperdícios, minorando a ineficiência energética; produz energia limpa, nessa dimensão reduzindo emissões de dióxido de carbono.

Pesados os prós e os contras, é inequívoco que o sistema não pode ser completamente centralizado nem descentralizado, sendo concebível um desdobramento gradativo em prol da produção descentralizada renovável¹⁴. Uma vez superadas as dificuldades técnicas do desenvolvimento massivo de soluções de produção descentralizada, que implicam uma alteração profunda do sistema de distribuição, o qual está tradicionalmente preparado apenas para fornecer energia e não também para a receber, a integração dos sistemas de produção descentralizada não autónomos no sistema geral faz parte do cenário de um futuro próximo e está na base do surgimento de um novo tipo de actor na rede eléctrica: o «prosumidor».

2. A emergência de uma nova categoria de consumidor

Na Europa, os modelos de autoconsumo estão, actualmente, na linha da frente das políticas energéticas nacionais. Esta circunstância deve-se, em grande medida, ao facto de, num número crescente de países, a eletricidade produzida com base em fontes renováveis ter atingido a *grid parity*, isto é, a situação em que o custo marginal de uma unidade de energia produzida a partir de fontes renováveis é idêntico ao custo marginal de uma unidade de energia vinda da rede — o que significa que a autoprodução energética está associada a um incentivo financeiro mensurável.

11. Uma análise mais extensa, envolvendo também aspectos técnicos, pode ver-se em A. A. BAYOD-RÚJULA, “Future development of the electricity systems with distributed generation”, *Energy*, n.º 34, 2009, pp. 377 e ss.

12. Para uma amostragem de técnicas de produção descentralizada a partir de renováveis, N. JENKINS, J. B. EKANAYAKE e G. STRBAC, *Distributed generation*, London, Institution of Engineering and Technology, 2010, pp. 21 e ss.

13. Relatando experiências bem sucedidas na electrificação de comunidades rurais na Índia, R. B. HIREMATH *et al.*, “Decentralised renewable energy: Scope, relevance and applications in the Indian context”, *Energy for sustainable development*, n.º 13, 2009, pp. 4 e ss.

14. Neste sentido, K. ALANNE e M. SAARI, *RSER*, pp. 545 e ss.

Efectivamente, a ideia a que as sucessivas gerações se foram habituando desde há um século para cá em matéria de consumo de electricidade — a simples e passiva ligação à rede que permite a alimentação de toda uma sorte de equipamentos e aparelhos domésticos e empresariais — pode, ainda que lentamente, estar a começar a alterar-se. O conceito de *prosumer* — alguém que, simultaneamente, produz e consome energia —, ganha contornos cada vez mais precisos e operativos graças a uma conjugação ímpar entre, por um lado, o aumento, a diversificação e, conseqüentemente, a redução de custo, de tecnologias de apoio à produção e, por outro lado, o aumento constante da produção eléctrica através de fontes renováveis, como a energia solar ou eólica. Esta conjugação de factores é efectivamente susceptível de transformar consumidores passivos em consumidores auto-sustentáveis, que produzem, pelo menos em parte, aquilo que consomem¹⁵.

O caso dos painéis fotovoltaicos — considerados a tecnologia mais barata para produção energética disponível no mercado — é exemplificativo da redução drástica de custos ocorrida nos últimos anos, tendo o preço dos painéis para uso residencial descido mais de 70%, entre 2008 e 2014. Esta significativa redução de custos permitiu que estes painéis atingissem, em alguns Estados-Membros da União Europeia, a *grid parity* ou *socket parity*: tomando em conta todos os custos incorridos ao longo da sua vida útil, estes painéis produzem electricidade a custos iguais ou inferiores à electricidade proveniente da rede¹⁶.

As vantagens apontadas ao autoconsumo são várias, desde permitir aos consumidores terem uma posição negocial mais forte no contexto do mercado, passando por reduzir os custos dos sistemas energéticos (na medida em que contribua para reduzir a procura em alturas de picos de consumo e em que permita reduzir as perdas do sistema¹⁷) a, em alguma medida, financiar a transição de modelo energético¹⁸.

Assim, e à medida que a União Europeia define novas metas em termos de produção energética a partir de fontes renováveis, temos assistido à promoção de mecanismos de produção activa de energia que repousam na expectativa de que os consumidores passem a ser, num futuro não demasiado distante, eles próprios produtores de energia¹⁹.

15. Cf. o documento elaborado pelo *think-tank* do Parlamento Europeu sobre o tema — *Electricity Prosumers* —, de Novembro de 2016, disponível em [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593518/EPRS_BRI\(2016\)593518_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593518/EPRS_BRI(2016)593518_EN.pdf)

16. *Electricity prosumers*, p. 3.

17. A produção energética descentralizada promove a eficiência energética uma vez que a electricidade perdida na rede é reduzida porque os locais de produção de energia e de consumo de energia são mais próximos.

18. A *Bloomberg New Energy Finance* estima que, na Europa, os sistemas solares de pequena escala vão aumentar a sua quota na produção eléctrica para 22% em 2040 (era de 6% em 2014 — cf. *Global Trends in Renewable Energy Investment 2015*, disponível em <http://fs-une-p-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2015>).

19. Cfr. a visão da “Energy Union”, patente no documento publicado em Fevereiro de 2015 pela Comissão Europeia com uma visão estratégica sobre a produção energética e o ambiente — https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_en

Contudo, enquanto as políticas públicas respeitantes à eficiência energética e à sustentabilidade ambiental da produção e do consumo de energia parecem pretender conferir ao consumidor de energia um papel mais activo na produção energética, vinculando-o a mecanismos de autoprodução e autoconsumo que lhe garantam alguma poupança em termos financeiros, importa notar que a decisão de um consumidor de se tornar um *prosumer* não é motivada apenas por factores económicos antes dependendo, em grande medida, de factores comportamentais cuja identificação e cuidadosa ponderação são essenciais para o potencial de sucesso das políticas públicas em causa. A *grid parity*, embora possa representar uma meta importante em termos psicológicos, não é certamente suficiente para um consumidor passivo se tornar um *prosumer*. Talvez não seja demais frisar que certos factores comportamentais dificilmente serão afastados, mesmo num cenário de potencial *below the grid parity*.

3. Modelos de autoconsumo

O sucesso financeiro do autoconsumo reside na quota de electricidade produzida que o consumidor consegue efectivamente consumir — sendo dessa simbiose entre produção própria e consumo próprio que depende a redução dos custos da electricidade²⁰.

Contudo, para que a percentagem de electricidade autoproduzida que é efectivamente autoconsumida seja elevada, tem que haver uma coincidência entre picos de produção e picos de consumo, o que raramente sucede: grande parte da produção ocorre em alturas em que há muito sol, durante o dia, quando os consumidores domésticos geralmente não estão em casa, e durante o período de Verão; pelo contrário, os picos de procura eléctrica ocorrem no Inverno e a partir do final da tarde, início da noite²¹. Por este motivo, o autoconsumo tem maior potencial de sucesso financeiro em países de clima quente, nos quais a electricidade produzida pode ser utilizada, por exemplo, em sistemas de ar condicionado que funcionam concomitantemente com os picos de produção. Ainda assim, em termos de consumo residencial, a percentagem de autoconsumo nos países europeus varia entre os 17% e os 44%²².

Quanto aos consumidores residenciais, o potencial de sucesso do autoconsumo

20. Atente-se nas definições: o *autoconsumo* é a percentagem de energia produzida que efectivamente é utilizada para o consumo (sendo o excedente injectado na rede); a *autoprodução* é a percentagem do consumo eléctrico total que é assegurada pela produção de energia própria (autonomia).

21. É claro que, para além da visão estritamente financeira do consumidor, o autoconsumo é também benéfico para o sistema eléctrico em geral, na medida em que reduz perdas de transmissão e a procura em pico permitindo, assim, poupar custos a longo prazo. Os grandes custos da produção eléctrica estão, justamente, associados à produção em pico, que ocorre em alturas em que a procura é maior. Por exemplo, se surge uma onda de calor, a procura de electricidade para alimentar fontes de refrigeração é maior e isso provoca um “pico de produção”.

22. Cfr. J. DEHLER *et al.*, “Self-consumption of electricity from renewable sources”, *Rapid Response Energy Brief*, Junho 2015, disponível em https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/self-consumption_renewable_electricity.pdf (acedido a 06 de Dezembro de 2018).

depende, por um lado, da alteração de alguns hábitos instituídos — *demand side responses* —, como utilizar os equipamentos de maior consumo durante o dia, quando a produção energética é maior, e não à noite, quando é menor e, por outro lado, da implementação de sistemas de armazenamento da electricidade para que esta possa ser utilizada em períodos diferentes daqueles em que é produzida.

Estes sistemas, ao permitirem autonomizar o momento da produção de energia do momento em que a mesma é consumida, tornam possível um consumo mais eficiente da energia produzida pelo consumidor, ao mesmo tempo que dão algum apoio à rede, reduzindo as flutuações na voltagem local e os problemas de congestionamento. Exemplos destes sistemas são os mecanismos de *power-to-heat*, como aquecedores de água quente que convertem o excesso de electricidade em calor para ser usado mais tarde, as baterias especiais para armazenamento de energia eléctrica, ou mesmo as baterias de carros eléctricos.

Os estudos que têm vindo a ser conduzidos acerca do impacto potencial destas duas grandes áreas de mudança sobre o sucesso do autoconsumo são divergentes na apreciação do respectivo potencial efectivo. No entanto, é possível, pelo menos, identificar dois factores que, notoriamente, condicionarão a efectividade e a dimensão desse impacto: de um lado, factores comportamentais que influenciam a resposta dos agentes à necessidade de mudança; de outro lado, a evolução dos custos das tecnologias viabilizadoras da mudança num primeiro momento — nomeadamente, aquelas que permitem ao consumidor saber, em tempo real, o custo da electricidade que está ou pode estar a consumir em determinado momento, e aquelas que permitem ao consumidor armazenar energia produzida em alturas de menor utilização para ser usada em alturas de maior necessidade.

Admitindo que é possível, ao longo das próximas décadas, aumentar o autoconsumo e, portanto, o número de *prosumers* em contraponto com a diminuição dos consumidores passivos, importa também equacionar o impacto que a saída da rede de uma percentagem elevada dos seus actuais utilizadores pode causar à própria manutenção da rede e ao acréscimo de custos provocado²³ — é preciso não esquecer, com efeito, que a adaptação da rede ao *input* de sistemas de autoprodução exige novas infraestruturas ou significativas adaptações das existentes, nomeadamente para contemplar o transporte de fluxos de energia bidireccionais²⁴.

O problema coloca-se com especial acuidade se o autoconsumo não diminuir a pressão sobre a rede em alturas de procura elevada, caso em que os actuais responsáveis pelo modelo de rede terão que continuar a garantir a sua existência, mas com menos clientes e, portanto, menos contribuições e menor margem para recuperação de custos. No limite, este cenário poderia representar o aumento exponencial dos preços da electricidade para os consumidores em geral, criando

23. Cf. S. PRONT-VAN BOMMEL, “Reasonable Price for Electricity”, *Journal of Consumer Policy*, n.º 39, 2016, pp. 141–158.

24. Sobre a transformação da *grid* numa *smart grid* cf. OECD. *Policy Roundtables: Renewables and Smart Grids*, 2010, disponível em <https://www.oecd.org/regreform/sectors/46586020.pdf>

o problema adicional da subsidiação cruzada, na medida em aqueles que, de entre os consumidores actuais, se mantiverem consumidores passivos, irão custear (eventualmente em conjunto com o Estado) o sistema — o qual terá que ser mantido também para benefício dos que passem a ser *prosumers*.

Situação diferente é a dos *prosumers* de natureza comercial, que mais facilmente conseguem atingir taxas de autoconsumo elevadas porque as respectivas necessidades energéticas atingem um volume substancialmente maior durante o dia, enquanto a energia está a ser produzida (é o caso, por exemplo, de hospitais, supermercados e indústrias cuja actividade apresenta uma forte dependência energética) e, portanto, podem atingir taxas de autoconsumo na ordem dos 50% a 80%²⁵.

Não obstante as diferentes taxas de autoconsumo que podem ser observadas no mercado doméstico e no mercado comercial, facto é que nem toda a energia produzida pelos consumidores é consumida pelos mesmos, o que convoca a necessidade de se dar um destino à energia produzida e não consumida pelo *prosumer*, destino esse que implicará uma remuneração do consumidor-produtor.

4. A remuneração

Existem várias formas de remunerar a energia produzida em sistemas de autoconsumo. O modelo do *net-metering*, por exemplo, já é utilizado em vários Estados europeus — como a Holanda, a Dinamarca, a Itália e, mais recentemente, a Eslovénia —, e consiste na utilização da rede eléctrica para armazenar o excesso de energia produzido em determinada altura, para utilização futura. Neste sistema, o consumidor-produtor injecta electricidade na rede nos momentos em que a produção não é consumida na sua totalidade e vai buscá-la mais tarde, pagando apenas a diferença. O intervalo de tempo em que o excesso de produção pode ser consumido (*netting period*) é variável (uma hora, um dia, uma semana, um mês ou um ano) pelo que, desde que o preço da electricidade produzida e consumida seja o mesmo, quanto maior for o período de *netting*, maior o benefício para o consumidor, que pode aproveitar melhor a energia por si produzida.

Outro dos modelos de remuneração da energia produzida em sistemas de autoconsumo é o das *feed-in tariffs* (FiTs), no âmbito dos quais o consumidor paga o preço de retalho pela energia que consome da rede mas, ao abrigo de contratos de longo prazo, vende a energia que produz a preços superiores ao preço de mercado. Este modelo é, essencialmente, um formato que permite

25. De acordo com o documento da Comissão Europeia *Best practices on Renewable Energy Self-consumption* 2015, disponível em http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_autre_document_travail_service_part1_v6.pdf. Ainda de acordo com informações constantes deste relatório, um sistema de produção eléctrica através de instalação de um painel fotovoltaico no telhado pode produzir electricidade ao preço de €95-100 MWh — que é inferior ao preço da electricidade para os consumidores comerciais.

assegurar a sustentabilidade financeira do autoconsumo porque o investidor beneficia da segurança de custos a longo prazo. No entanto, pode também conduzir à formação de lucros extraordinários para os *prosumers* e ao aumento do preço da electricidade para todos (*prosumers* e consumidores passivos), na medida em que o preço pago ao *prosumer* pela energia que o mesmo produz é subsidiado por sobrecustos incluídos na factura eléctrica.

Ainda outra alternativa reside no modelo das tarifas bonificadas (*feed-in premiums* - FiPs), as quais traduzem uma forma de remuneração que prevê o acréscimo de um prémio ao preço médio pago no mercado *spot* de energia eléctrica. Enquanto os FiT são pagamentos com um preço fixo independente do preço de mercado, no âmbito do qual a garantia de compra é especificamente estabelecida — mantendo desta forma a geração renovável separada da dinâmica que ocorre no mercado —, os FiP dependem do comportamento do preço de mercado.

A BEUC – *European Consumer Organisation*, por exemplo, sugere que os *prosumers* paguem pelo acesso à rede em função do impacto que nela provocarem: se a usarem como forma de armazenamento de energia (em sistemas de *net-metering*), devem pagar taxas mais elevadas (nesse caso, o principal objectivo do *prosumer* pode não ser o de autoconsumir, mas sim o de ter uma actividade de produção energética rentável com o apoio da rede); já se a autoprodução estiver ajustada às suas necessidades de consumo e, como tal, não sobrecarregar a rede, as taxas devem ser mais baixas²⁶.

5. O comportamento do consumidor: custos de fricção, complexidade e traços comportamentais característicos do consumidor energético

Um dos desafios regulatórios mais importantes nesta matéria é o da estabilidade regulatória - um factor imprescindível para que os planos dos *prosumers* possam ser pensados a longo prazo e não estejam sujeitos à insegurança causada pela incerteza quanto aos regimes legais aplicáveis em cada momento. Num tempo em que o sector energético está, claramente, a viver uma época de transição^{27/28}, é um desafio garantir que as respostas regulatórias sejam duradouras e que, dessa forma, transmitam aos consumidores a confiança necessária para a adoção de

26. Cf. BEUC, *Do's and Don'ts for Smart, Flexible Electricity Offers*, 2017, disponível em: http://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2017-018_mal_dos_and_donts_for_smart_flexible_electricity_offers.pdf

27. S. LAVRIJSEN e A. CARRILLO PARRA consideram que o mercado eléctrico está em transição para um “Smart Energy System” – cf. “Radical Prosumer Innovations in the Electricity Sector and the Impact on Prosumer Regulation”, *Sustainability*, n.º 9, 2017, pp. 1207 e ss.

28. É de assinalar que o enquadramento legal existente ainda se baseia largamente nas formas de produção energética predominantes nas últimas décadas, ou seja, de geração de energia em grande escala a partir de combustíveis fósseis, com participação limitada dos próprios consumidores de energia. Isto significa que ainda persiste uma desconexão entre enquadramento regulatório e realidade, o qual requer intervenção. A esse propósito, no contexto holandês, cf. A. BUTENKO, “Sharing Energy: Dealing with Regulatory Disconnection in Dutch Energy Law”, *European Journal of Risk Regulation*, n.º 4, 2016, pp. 701 e ss.

novas soluções no domínio energético - a constante alteração de enquadramento regulatório é um dos principais obstáculos à criação de uma motivação *pro prosuming*.

Além da instabilidade do quadro regulatório, a adesão dos agentes económicos aos desafios colocados pela autoprodução e pelo autoconsumo pode ser impedida ou dificultada por vários tipos de barreiras.

A barreira técnica é uma delas - por exemplo, a ausência de equipamentos de mediação que permitam ter acesso à informação em tempo real sobre o preço da energia que está a ser consumida (ou seja, a ausência de mecanismos que permitam a disponibilização ao consumidor do *dynamic pricing* através de *smart meters*).

Uma segunda barreira, que não deve ser menorizada, prende-se com a potencial complexidade da informação relevante nesta matéria, assim como o tempo e a dedicação exigidos do consumidor para a sua compreensão. Falamos da informação necessária para se adotar um comportamento de *prosumer*, para se decidir se é eficiente e rentável, para determinado consumidor, passar a produzir a sua própria energia. Mas falamos também da informação necessária para se ir avaliando essa escolha, para se irem fazendo atualizações ao sistema implementado, enfim, para se conhecerem, em cada momento, os custos e benefícios inerentes ao comportamento adotado e às suas potenciais alternativas.

Este aspecto é fundamental, pois a alteração do mercado da produção eléctrica associada aos fenómenos da autoprodução e do autoconsumo depende, em larga medida, da resposta dos consumidores aos potenciais incentivos colocados no respectivo contexto de decisão. E essa resposta depende, inquestionavelmente, da maior ou menor complexidade, ambiguidade e incerteza presentes no ambiente de decisão dos potenciais *prosumers*: a mera identificação de incentivos financeiros associados à mudança de comportamentos de consumo não é suficiente para produzir uma alteração dos mesmos.

Torna-se, assim, fundamental que o cenário da mudança seja, além de estável e seguro, simples e linear, sob pena de as dificuldades presentes no caminho do consumidor serem impeditivas da transição, por maior que seja o incentivo financeiro a ela associado.

O que acima se disse significa que quanto maiores forem os custos de fricção²⁹ causados pela falta de clareza do regime e das soluções nele previstas, menor será a adesão dos consumidores a esse mesmo regime e soluções. Porquê? Porque a arquitectura da escolha condiciona a forma como a decisão é adoptada. Um regime jurídico (legal e regulamentar) complexo e pouco claro torna mais necessária a utilização de mecanismos de decisão simplificadores, torna mais provável a preferência pela inércia e pode mesmo inibir a adopção do

29. Designamos por “custos de fricção” todas as dificuldades, inconvenientes, complicações e obstáculos presentes num determinado caminho que deva ser percorrido com vista à formação de uma decisão, à adopção de uma alternativa e à sua execução.

comportamento desejado. Pelo contrário, um enquadramento claro é facilitador da decisão, aumentando a probabilidade de adopção da escolha pretendida. Vejamos melhor este ponto.

A presença de custos de fricção em determinado ambiente de decisão, assim como a incerteza e o risco inerentes à escolha e à mudança, convocam traços comportamentais que a mente humana seleccionou em virtude da respectiva aptidão para lidar com essa sobrecarga. É o caso das heurísticas facilitadoras da decisão ou de traços comportamentais como o *status quo bias* e a aversão à perda. Cada um deles à sua maneira é susceptível de comprometer o sucesso de uma política pública *pro prosuming*, motivo pelo qual é imprescindível a sua análise em maior pormenor.

Estes e outros traços comportamentais têm vindo a ser identificados através de estudos empíricos levados a cabo sobretudo desde os anos 70 do século XX, no âmbito de um segmento da ciência económica agora denominado de ‘economia comportamental’.

Esta nova metodologia científica tem vindo a abalar os alicerces comportamentais assumidos pelo *mainstream* económico, nomeadamente, os pressupostos (i) da maximização da utilidade com base em informação exaustiva, (ii) do egoísmo, e (iii) da estabilidade de preferências, chegando-se assim a uma catalogação de comportamentos diferente da que resultaria da utilização do modelo de decisão económica tradicional, tornando evidente a sua contrafactualidade.

Estes traços comportamentais podem corresponder a inconsistências reveladas na avaliação das escolhas (taxas de desconto maiores na avaliação de escolhas futuras face a escolhas de consumo presente; maior aversão à perda do que desejo de ganho; efeitos de enquadramento) ou à evidência do que tem vindo a ser apelidado de racionalidade limitada, isto é, à formação da decisão com base em informação incompleta, através de heurísticas e pré-conceitos que reduzem o esforço implicado num processo de decisão. Estas formas de racionalidade limitada são convocadas pela mente humana, nomeadamente, na presença de custos de fricção.

No que concretamente diz respeito ao mercado energético, alguns destes traços comportamentais podem ajudar a explicar, por exemplo, a desconexão assinalável entre o comportamento do consumidor energético e as preocupações expressadas pelo mesmo relativamente à importância do impacto do consumo energético no ambiente. Isto é: quando questionado acerca da relevância do consumo energético para o ambiente, o consumidor revela-se como alguém que se preocupa e que valoriza políticas públicas de protecção ambiental através da alteração do comportamento de consumo energético. Contudo, enquanto consumidor efectivo, essa preocupação acaba por ser secundarizada face a custos de fricção implicados na alteração de comportamentos.

Esta desconexão tem vindo a ser apontada como parte da explicação para a diferença entre os níveis observados de eficiência energética - o chamado ‘*energy efficiency gap*’ (o nível social óptimo de eficiência energética), que se revela

através do subinvestimento na eficiência energética relativamente ao nível que seria economicamente óptimo e/ou uma taxa de adopção de formas de eficiência energética sub-ótima³⁰.

São vários os traços comportamentais que podem estar na origem desta desconexão e que, aliados ao impacto dos custos de fricção, podem explicar a diferença entre as preferências reveladas e as escolhas efectivas. Por exemplo, a presença de preferências temporais inconsistentes, que se traduzem no facto de os consumidores atribuírem menor valor a custos futuros por comparação com custos imediatos e desvalorizarem a posição do seu *eu* futuro face ao seu *eu* presente³¹. Significa isto que as pessoas não pensam de forma consistente ao longo do tempo, o que, nesta área, pode significar que, por muito que valorizem a questão da eficiência energética, não estarão dispostas a custear, no presente, um benefício (apenas) futuro, levando-os a procrastinar e afastar ou adiar mudanças que impliquem custos elevados (adiando custos no curto prazo mesmo quando incorrer nesses custos possa representar poupanças elevadas no longo prazo).

Um segundo traço comportamental relevante é o *status quo bias*, traduzido no facto de os consumidores tenderem a revelar algum grau de aversão à mudança e a valorizar mais equipamentos actuais, com taxas de consumo e de custos já conhecidos, independentemente da informação que possam ter relativamente a outros mais eficientes ou mais baratos a longo prazo (aqui entra também em conta a taxa de desconto diferenciada conforme o momento em que os custos produzem o seu impacto, que determina uma valorização maior dos custos presentes face aos custos futuros). É este traço comportamental que justifica que, em programas que impliquem decisões de adesão a modelos de consumo, se adoptem mecanismos de *opt-out* em vez de mecanismos de *opt-in* — ou seja, por defeito, os agentes ficam integrados no sistema que se considera ser mais benéfico em termos agregados, só podendo sair através de uma decisão expressa e activa sua.

Outra característica importante do comportamento humano neste contexto é a da aversão à perda- presente na circunstância de os consumidores valorarem mais uma maior desutilidade associada à perda do que utilidade associada ao ganho o que, neste contexto, pode afastá-los de decisões que impliquem suportar um grande custo inicial na expectativa de um ganho (eventual) futuro. Associado a esta questão do investimento inicial significativo está o efeito de saliência, que se prende ao facto de os consumidores associarem um peso desproporcional a factores facilmente observáveis ou de grande impacto presentes no seu ambiente de decisão — por exemplo, o custo elevado de um investimento inicial em poupança energética — que os pode levar a desvalorizar uma avaliação objectiva dos termos da equação de decisão.

30. *Behavioral Economics Applied to Energy Demand Analysis: A Foundation*, U.S. Energy Information Administration, Outubro 2014, p. 20; M. G. POLLITT e I. SHAORSHADZE, *The Role of Behavioural Economics in Energy and Climate Policy*, Cambridge Working Paper in Economics, Dezembro 2011, p. 13.

31. R. H. STROTZ, “Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization”, *The Review of Economic Studies*, vol. 23, n.º 3, 1956, pp. 165-180.

Finalmente, um traço comportamental extraordinariamente relevante e que, neste como noutros contextos, pode ser usado para contrariar comportamentos não desejados, é o da relevância do comportamento pró-social. Este refere-se ao facto de os consumidores serem facilmente influenciáveis pelo comportamento dos outros, independentemente de uma análise cuidada de custos e benefícios, ou seja, ao facto de o impacto dos comportamentos alheios poder ser superior ao impacto de uma ponderação custo-benefício aplicada à decisão concreta. Muitas políticas públicas que dependem activamente da adopção de comportamentos que são contrários a traços comportamentais instintivos — como, em alguns países, pagar impostos ou cumprir normas de segurança rodoviária — têm vindo a incentivar esquemas de integração dos agentes que se baseiam precisamente na importância do comportamento pró-social, da sensação de *warm-glow* trazida pela ideia de que se está a abraçar um comportamento semelhante ao da maioria³².

À luz destes traços comportamentais, torna-se essencial debater seriamente a questão de saber se o legislador deve, razoavelmente, esperar que o consumidor normal, que já enfrenta dificuldades significativas em orientar-se no quadro regulatório do mercado energético tradicional, vá alterar a sua actuação e tornar-se proactivo e bem informado no âmbito de um mercado energético que depende do seu comportamento para se realizar plenamente. Mesmo que algumas barreiras tecnológicas possam ser atenuadas ou até mesmo removidas, as barreiras psicológicas são significativas e justificam uma ponderação séria acerca da necessidade de introduzir simplicidade adicional ao contexto de decisão. Note-se que mesmo a introdução de incentivos adicionais — uma tentação natural perante a constatação de alguma inércia na mudança — pode não ser suficiente para ultrapassar as referidas barreiras psicológicas tornando-se, por esse motivo, redundante.

6. O futuro da produção descentralizada no Direito da Energia da União Europeia

A Comunicação da Comissão Europeia *Delivering a New Deal for Energy Consumers*³³ (2015), valoriza o papel dos modelos de produção descentralizada e de armazenamento, juntamente com as *demand-side responses*, no sucesso futuro da produção energética a partir de fontes renováveis, ao mesmo tempo que faz notar que os consumidores não estão, ainda, a ser remunerados de forma apropriada pela participação, enquanto produtores, no mercado energético (o que, naturalmente, muitas vezes inviabiliza o autoconsumo e a autoprodução). Por seu turno, na Resolução de 26 de Maio de 2016 sobre o tema, o Parlamento Europeu sugeriu uma definição europeia de *prosumers*³⁴, apelou à introdução de

32. Vejam-se as experiências relatadas por I. AYRES, S. RASEMAN e A. SHIH, “Evidence from Two Large Field Experiments that Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage”, *The Journal of Law, Economics, and Organization*, vol. 29, n.º 5, 2013, pp. 992-1022.

33. Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões — COM(2015) 339 final, de 15 de Julho de 2015.

34. E fê-lo novamente a 13 de Setembro de 2016, na Resolução *Towards a new energy*

modelos de *net-metering* e exortou ao reforço de modelos de eficiência energética que tenham em conta os consumidores mais vulneráveis.

Estranhamente, o chamado *Pacote de Inverno (Winter package)* acabou por preferir o termo *active customer* — o que se afigura questionável face ao que supostamente se pretende de um *prosumer*, isto é, incentivá-lo a ser um produtor activo.

Os desafios que se colocam ao autoconsumo e à autoprodução decorrem, em grande parte, da contraposição de interesses entre *prosumers* e operadores da rede e, em certa medida, da contraposição entre *prosumers* e consumidores passivos — nestes se incluindo as classes de consumidores mais vulneráveis. O problema, já abordado *supra*, prende-se com a necessidade de criar um equilíbrio entre a posição e os interesses dos *prosumers* — que são valorizados na medida em que garantem alguma independência e eficiência energéticas e que podem, a longo prazo, contribuir para reduzir os custos energéticos — e a posição dos actuais operadores da rede, que não pretendem passar a suportar custos acrescidos com a manutenção e o investimento na rede se os *prosumers* deixarem de o fazer. A necessidade de equilíbrio vale também relativamente à posição dos consumidores em geral, os quais, pelo menos num momento inicial, podem ter que suportar custos mais elevados com a energia para que a entrada no mercado dos *prosumers*, enquanto produtores, seja financeiramente atractiva.

Assim se, por um lado, os Estados são incentivados a criar condições de financiamento que atraiam a autoprodução e o autoconsumo e que remunerem adequadamente os *prosumers* pela sua produção — além de facilitarem, em termos administrativos e, em geral, burocráticos, este tipo de soluções; por outro lado, são também pressionados quer pelas instâncias europeias, quer por organizações não-governamentais e outros grupos de interesse, a ponderar, de entre as soluções de remuneração da energia *feed-in*, aquelas que impliquem uma menor subsídição dos sistemas de autoprodução e autoconsumo e que redundem em menores custos para os consumidores em geral e não impliquem uma sobrecarga dos actuais operadores da rede de distribuição (cujo papel num futuro com maior preponderância de *prosumers* ainda não é claro).

market design, solicitando à Comissão Europeia que introduza um novo capítulo sobre *prosumers* na revisão da Diretiva das Energias Renováveis, tendo em conta a remoção das principais barreiras e a promoção do investimento em autogeração e autoprodução de energias renováveis. Sobre o mesmo tema, veja-se também a Resolução *Making Europe's electricity grid fit for 2020*, de 15 de Dezembro de 2015.