

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 constrangimentos 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, conseqüentes 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 conseqüente 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

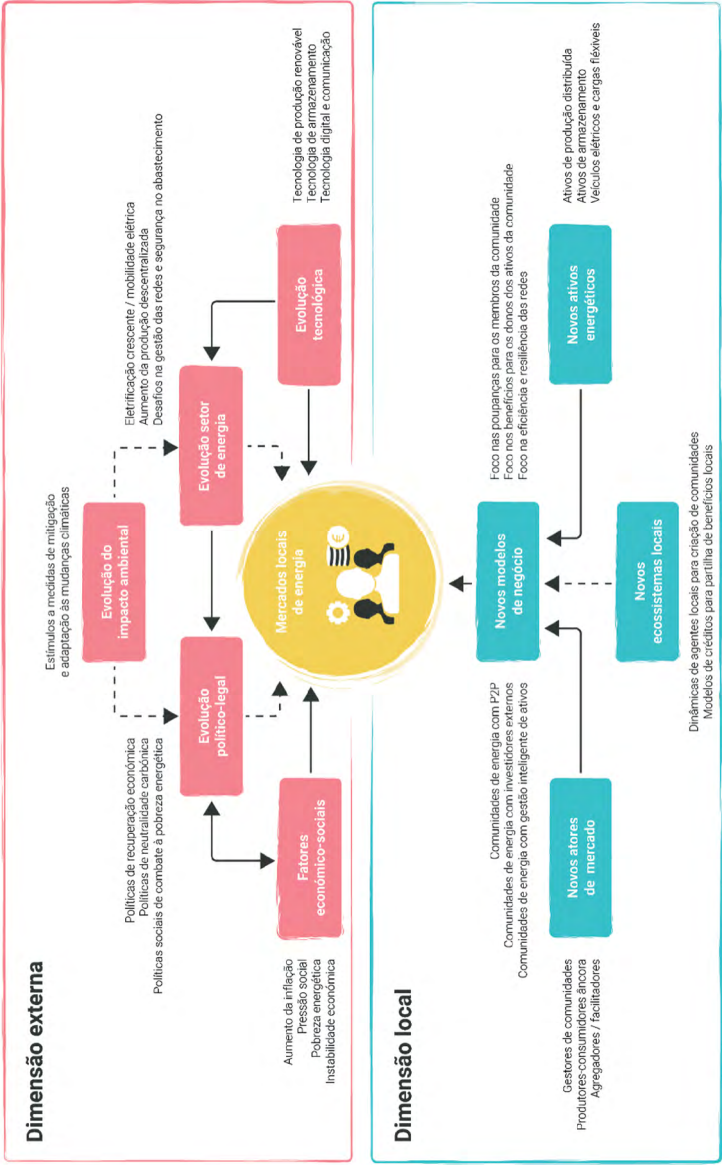


Figura 1 Dimensões externas e internas dos mercados locais de energia.

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].

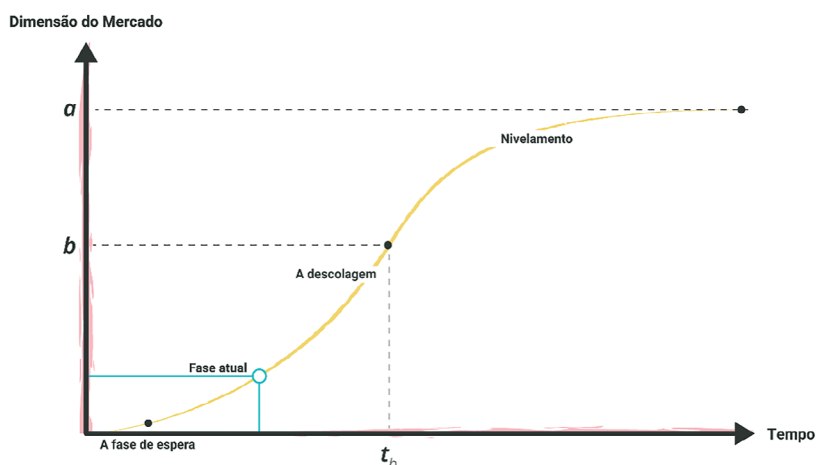


Figura 2 S-Curve novo mercado local de energia (adaptado de P. Geroski, 2003).

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

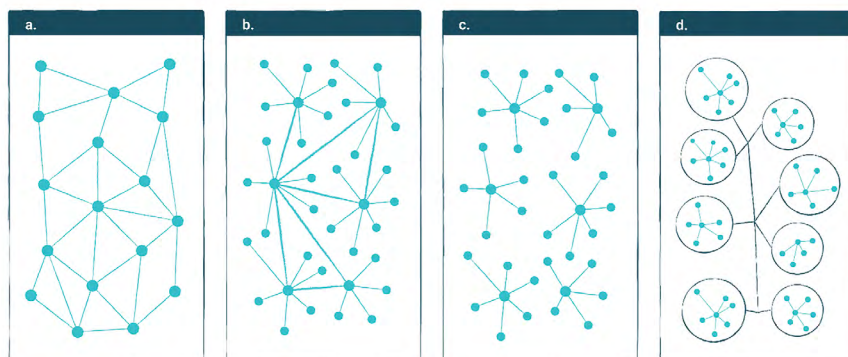


Figura 3 Atributos estruturais de três mercados de prosumidores (adaptado de Parag e Sovacool, 2016).

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

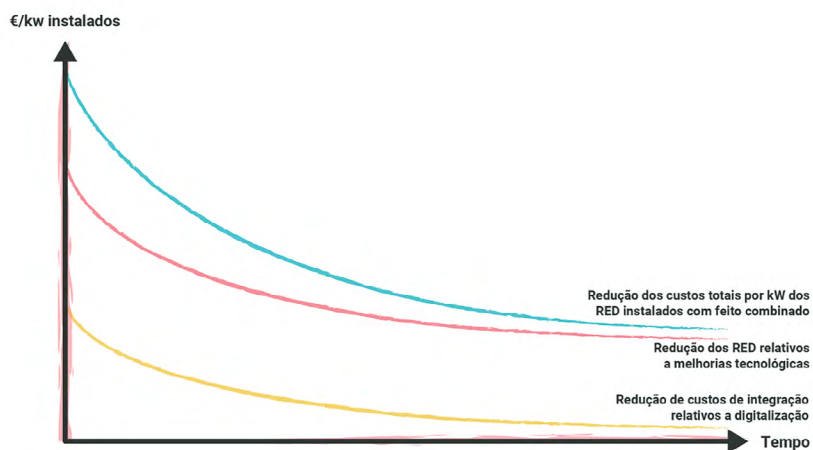


Figura 5 Efeito combinado da digitalização na redução dos custos dos RED (adaptado de L. L. Kiesling, 2021).

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

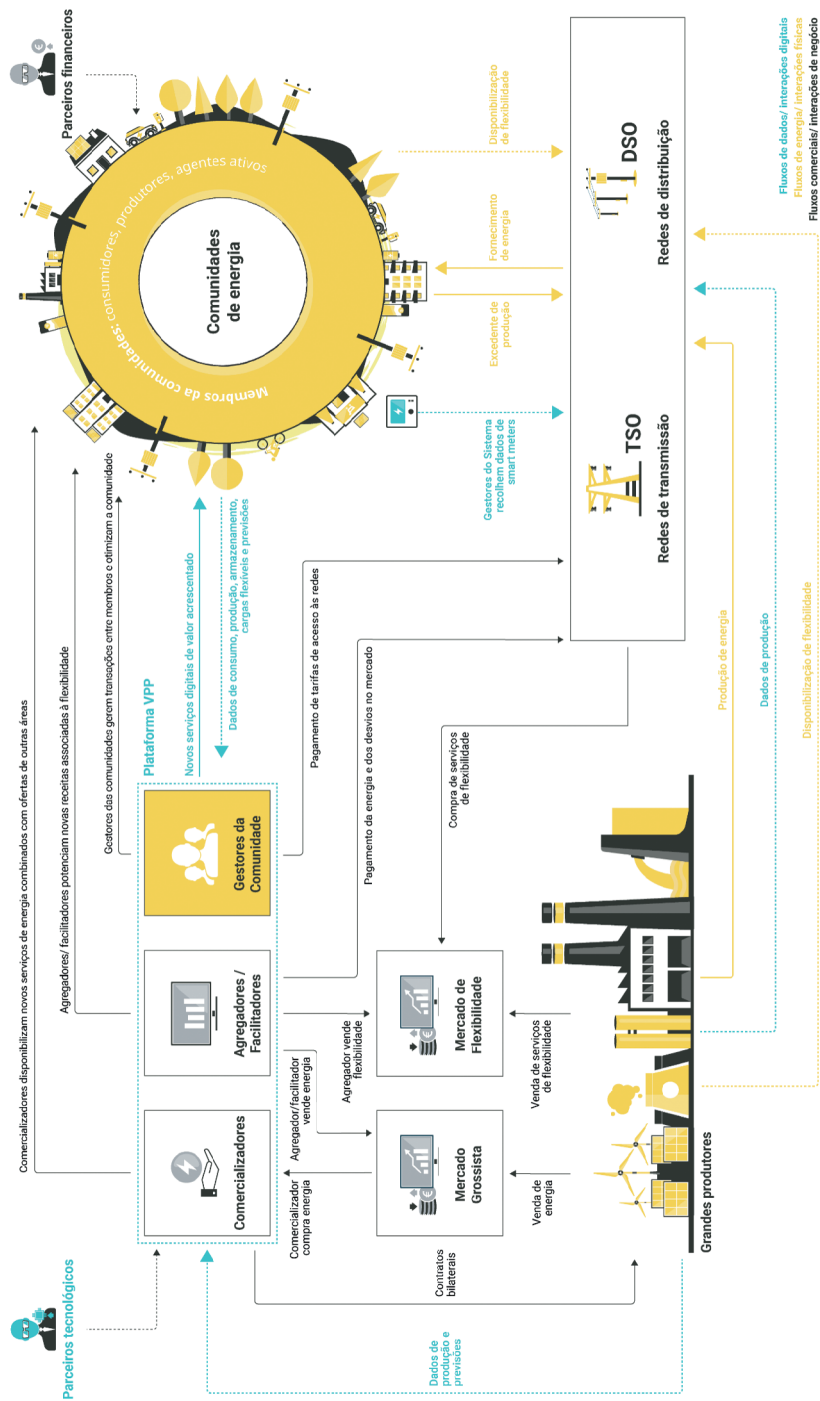


Figura 6 Desenho do novo mercado de energia.

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.