



Modelos inovadores de cidades sustentáveis e resilientes: o caso da geotermia superficial

Innovative models of sustainable and resilient cities:
the case of shallow geothermal energy

Luís Manuel Macedo Rebelo

Licenciado e Mestre em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra

Email: rspl.siul1@gmail.com

ORCID0009-0005-1372-9727

RESUMO: A balança entre urbanizar o solo rústico ou renaturalizar o espaço urbano reflete-se, atualmente, nas várias estratégias usadas para prosseguir os interesses urbanos e o desenvolvimento sustentável. Face a esta difícil escolha, as cidades procuram implementar modelos urbanos que ponderem as várias necessidades inerentes à sustentabilidade.

Como forma de evitar a exponencial expansão urbana e as grandes pressões urbanas a nível de uso dos solos, certas cidades da Europa têm apostado fortemente nas energias renováveis. Entre elas destacamos a geotermia superficial, aquela que se refere a sistemas de energia que exploram a temperatura do subsolo, de modo contínuo, através de permutadores de calor, de uma bomba de calor e de um dispositivo de regulação.

O crescente uso da geotermia nas zonas urbanas nacionais constata a preocupação da esfera pública em incentivar o aproveitamento geotérmico, nas perspetivas de dinamização social e habitacional, valorização económica e salvaguarda ecológica e sustentável. Assim, importa reforçar a ativação de políticas públicas integradas que incentivem, regulem e monitorem a aplicação dos sistemas geotérmicos superficiais por todo o espaço urbano.

O presente artigo pretende abordar as concretizações da geotermia superficial em algumas ordens jurídicas e os desenvolvimentos observados em Portugal, como os sucessivos instrumentos legislativos, os importantes contributos de Querença e de Aveiro e o mais recente projeto de investigação *GeoSustained*, promovido pelo Município da cidade de Lisboa, e ainda a importância acrescida e urgente dos desenvolvimentos normativos, técnicos e científicos nesta matéria.

Palavras-chave: sustentabilidade urbana, cidades sustentáveis, energias renováveis, geotermia superficial, sistemas geotérmicos.

ABSTRACT: The balance between urbanizing rural land and renaturalizing urban space is currently reflected in many strategies used to pursue urban interests and sustainable development. Given this difficult choice, cities seek to implement urban models that balance the needs inherent to sustainability.

As a way of avoiding exponential urban expansion and major urban pressures on land use, certain cities in Europe have invested heavily in renewable energies. Among these, we highlight shallow geothermal energy, which refers to energy systems that continuously exploit the temperature of the subsoil through heat exchangers, a heat pump, and a regulation device.

The growing use of geothermal energy in Portuguese urban areas reflects the public sector's concern to encourage the use of geothermal energy with a view to social and housing revitalization, economic enhancement, and ecological and sustainable protection. Therefore, it is important to strengthen the implementation of integrated public policies that encourage, regulate, and monitor the application of shallow geothermal systems throughout urban areas.

This article aims to address the implementation of shallow geothermal energy in certain legal orders and the developments illustrated in Portugal, such as the successive legislative tools, the important contributions of Querença and Aveiro and the latest *GeoSustained* research project, promoted by the City Council of Lisbon, and the increased and urgent importance of regulatory, technical and scientific developments in this area.

Keywords: urban sustainability, sustainable cities, renewable energies, shallow geothermal energy, geothermal systems.

1. NOTA INTRODUTÓRIA

A fronteira entre expansão urbana e renaturalização destaca-se no atual panorama urbanístico. É um tema que coloca ao legislador uma tarefa árdua de regulamentação dos atuais problemas urbanos, visto que as cidades enfrentam contínuos obstáculos relacionados com o planeamento urbano, ambiental e sustentável, com a expansão e segregação espacial urbana e com as desigualdades e necessidades sociais.

Em resposta ao crescimento populacional das cidades e ao elevado ritmo de desenvolvimento urbanístico, aumentou a urgência de medidas que evitem a crescente segregação espacial urbana e as falhas ao nível de planeamento urbano. São estes os alertas cada vez mais trabalhados pela dimensão regional, seja pelas entidades locais ou pela legislação.

Os polos urbanos devem evitar praticar determinados modelos urbanos que impliquem a fixação populacional nas zonas periféricas, com a urbanização do solo rústico e a falta de atratividade socioeconómica dos centros urbanos. Ao invés, devem incentivar políticas públicas sustentáveis, aptas aos problemas atuais da sociedade urbana.

Por isso, as cidades modernas procuram nas energias renováveis estratégias para o combate da dualidade retratada, na tentativa de consagração de um modelo de cidade sustentável harmonioso e equilibrado. É o que sucede com o uso da energia geotérmica superficial em vários distritos nacionais, de norte a sul do país, através de projetos de investigação (v.g. *Success*, *Deepcool* e *GeoSustained*) que exploram águas minerais naturais e recursos geotérmicos.

2. CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES

A cidade sustentável¹, precursora do equilíbrio entre a qualidade de vida dos cidadãos, o resguardo ambiental e o crescimento urbano,

¹ O *direito à cidade sustentável* corresponde a um direito ligado diretamente à dignidade da pessoa humana, que pertence à coletividade e ultrapassa os interesses individuais, não sendo legítima a garantia de cidade sustentável a uma exclusiva fração da população. Por isso, o direito à cidade sustentável é tido como um “direito fundamen-

traduz-se numa cidade preocupada com a população, cujo propósito corresponde a cumprir as necessidades urbanas sem comprometer a qualidade de vida e os recursos disponíveis. As cidades sustentáveis consideram a urbanização como peça fundamental para a proteção dos três pilares da sustentabilidade²: dos valores ambientais e da gestão eficiente de resíduos e recursos, da vertente económica e do negócio local, e dos valores sociais e da justiça social.

Percebemos rapidamente que tratamos de aspetos opostos à expansão urbana e, em contrapartida, conectados aos modelos de renaturalização: os instrumentos legais de suavização da expansão como o reforço dos requisitos para a reclassificação do solo rústico em solo urbano³ e os planos intermunicipais e municipais, do artigo 69.º do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial⁴ (RJIGT), que tencionam resolver esta tensão, a partir de instrumentos regulamentares que asseguram redes e sistemas urbanos, parâmetros de aproveitamento do solo e algumas garantias de sustentabilidade financeira, social e ambiental.

tal difuso (transindividual e indivisível)”, Leite, José Rubens, & Boratti, Larissa Verri, “Abordagem jurídica do risco ambiental na perspectiva da cena urbana brasileira”, in *Bens Culturais e Cidades Sustentáveis*, (coord.) Ahmed, Flávio, & Soares, Inês Virgínia, Rio de Janeiro, Lumen Juris, 2016, p. 64.

² O pilar económico, relativo ao crescimento económico e à fixação das atividades económicas; o pilar social, inerente à figura jus-constitucional da dignidade humana; e o pilar ambiental, que valoriza e engloba os valores ecológicos. Cfr. Barbosa, Andreia Isabel, “Tributação aduaneira e desenvolvimento sustentável”, in *Direito, Sustentabilidade Ambiental e Desenvolvimento Humano*, (coord.) Ribeiro, João Sérgio, & Barbosa, Andreia Isabel, Braga, UMinho Editora, 2022, p. 24, em <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.101> (21-09-2025).

³ A Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBPSOTU) distingue o “solo urbano” de “solo rústico”, no artigo 10.º. A transformação de solo rústico em urbano deve ser limitada ao indispensável, segundo os requisitos de reclassificação do artigo 72.º do RJIGT, articulado com o artigo 8.º do Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto, tendo em consideração as alterações do Decreto-Lei n.º 10/2024, de 8 de janeiro. Cfr. Oliveira, Fernanda Paula, *Breves Reflexões sobre a Alteração ao Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial – o Decreto-Lei n.º 25/2021, de 29 de março*, Coimbra, Almedina, 2021, pp. 18-21.

⁴ Cfr. Oliveira, Fernanda Paula, *Regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial: Decreto-Lei n.º 80-2015, de 14 de maio: comentado*, reimp., Coimbra, Almedina 2017, pp. 178-179.

Modelos contemporâneos de cidades sustentáveis devem reforçar desenvolvimentos urbanos sustentáveis, com base na raiz da *sustentabilidade*⁵, conceito que aborda a responsabilidade do Estado no desenvolvimento material e imaterial de todos ramos e áreas, cumpre o *direito ao futuro* e a as exigências de equidade cultural, ambiental e socioeconómica, e dirige o percurso político-administrativo ajustado a satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer as gerações futuras e os interesses e direitos humanos e comunitários.

Em prol do aumento da qualidade de vida decorrente, a ordem jurídica tem dado bastante atenção à regulamentação e regulação jurídica das energias renováveis. Relacionado com esse paradigma de preocupação energética surgem alguns conceitos, entres os quais a *sustentabilidade urbana*⁶ e *ambiente urbano sustentável*⁷. A proximidade entre ambos, sustentada pelo artigo 9.º, alínea e) da Constituição da República Portuguesa (CRP), denota-se nas preocupações ambientais, relacionadas com a dignidade da pessoa humana e a sustentabilidade em sentido amplo. Apesar do peso destes fatores, ainda relevantes e atuais, a definição, na nossa visão, abrange também perspetivas urba-

⁵ Princípio consagrado no texto constitucional português, nos artigos 9.º, alínea e); 66.º n.º 1 e 2; 80.º, alínea d); 81.º, alíneas a), m), n); 90.º, 93.º n.º 1, alínea d) e 93.º n.º 2 da CRP. Cfr. Canotilho, José Gomes, *Direito Constitucional e Teoria da Constituição*, 21ª reimp., 7ª edição, Coimbra, Almedina, 2019, p. 1161; vd. *idem*, “O Princípio da sustentabilidade como Princípio estruturante do Direito Constitucional”, *Tékhne*, vol. XVIII, n.º 13, junho de 2010, pp. 07 e ss., em http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-99112010000100002 (24-06-2025); Amaro, António Leitão, “O princípio constitucional da sustentabilidade”, in *Estudos de Homenagem ao Prof. Doutor Jorge Miranda*, (coord.) Sousa, Marcelo Rebelo de [et al.], vol. I, Coimbra, Coimbra Editora, 2012, pp. 426 e ss..

⁶ Falar em sustentabilidade urbana significa falar em desenvolvimento urbano sustentável. Fernando Alves Correia refere cinco dimensões da sustentabilidade urbana – ambiental, económica, social, cultural e territorial – sustentadas com os artigos 66.º n.º 2, alínea e) da CRP e 2.º, alínea b) da LBPSOTU, cfr. Correia, Fernando Alves, “Os caminhos de um novo paradigma do planeamento urbanístico em Portugal”, *Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo*, vol. CXV, dezembro de 2020, pp. 385-394.

⁷ Cfr. Rebelo, Luís Manuel, *Reabilitação Urbana e Sustentabilidade: O paradigma das políticas urbanas (património cultural, ambiente e energia)*, Coimbra, Dissertação de Mestrado em Direito apresentada à Faculdade de Direito, 2024, pp. 28-30, em <https://hdl.handle.net/10316/118236> (24-06-2025).

nas com impacto noutros setores, como o energético, o cultural e o social.

Em Portugal, a sustentabilidade urbana teve um marco histórico na transição energética quando, em 2024, as energias renováveis representaram 80,4% da produção total de eletricidade e abasteceram 71% do consumo nacional⁸. A produção renovável totalizou 36,7 terawatt-s-hora, o valor mais elevado de sempre no sistema elétrico nacional, que se deveu ao aumento da capacidade instalada, 8% a mais que no ano transato.

O desempenho nacional nas energias renováveis, sem grandes desenvolvimentos, elucida bem o compromisso português perante a transição energética premente e as metas definidas pelo *PNEC 2030*⁹. De facto, a matriz nacional, com o suporte das diretivas e medidas de *soft law* comunitária, percorreu nos últimos anos um caminho próspero de sustentabilidade, tendo vindo a delinear medidas e a materializar normas para a implementação de modelos de cidades sustentáveis. Todas elas condicentes com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais contemplam um conjunto de dezassete metas globais elaboradas, em 2015, pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Os ODS, em suma, foram criados no contexto da *Agenda 2030* para o desenvolvimento sustentável, com o intuito de solucionar os problemas socioeconómicos, ambientais e outros que o mundo enfrenta, globalmente unido. Isto é, pretende-se promover um desenvolvimento sustentável e justo para todos os cidadãos, através de objetivos e propósitos coordenados e interligados. Portugal, à data atual, ocupa o lugar 16º no ranking de países com melhor desempenho, com valores muito positivos de 80.22 pontos em 100 possíveis, de acordo com a 9.ª edição do Relatório de Desenvolvimento Sustentável, divulgado em 2024.

⁸ Dados da Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN).

⁹ O Plano Nacional Energia e Clima 2030, a partir da Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho; com a atualização da Resolução do Conselho de Ministros n.º 149/2024, de 30 de outubro, da Resolução da Assembleia da República n.º 127/2025, de 10 de abril, e das bases do Regulamento (UE) 2018/1999, de 11 de dezembro, artigo 14.º.

Juntamente com estes objetivos, foram criadas definições alusivas às cidades sustentáveis e resilientes, por parte da ONU, sendo o caso do *UN-Habitat*, Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos, elaborado para promover cidades e vilas social e ambientalmente sustentáveis, e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* - *UNFCCC*), amenizadora dos perigos e transtornos atmosféricos associados ao efeito estufa.

Perante a exposição *supra*, entendemos que os contextos de sustentabilidade urbana se relacionam, otimamente, com os ODS, tal como observamos com a referenciação e concretização do seu ponto 7.º, adstrito às energias renováveis e acessíveis, e o ponto 11.º, relativo às cidades e comunidades sustentáveis.

3. ENERGIAS RENOVÁVEIS E GEOTERMIA SUPERFICIAL

A energia pode ser sucintamente definida como “a capacidade de realizar trabalho ou de produzir calor”¹⁰, no sentido em que descreve a capacidade de produção de uma ação e/ou movimento, com recurso aos produtos energéticos primários – os recursos naturais – ou secundários – à transformação dos recursos naturais. A dimensão jurídica da energia encontra-se no Direito da Energia, “o conjunto de direitos e deveres relativos à exploração de todos os recursos energéticos entre indivíduos, entre os indivíduos e a Administração, entre entidades administrativas e entre os Estados”¹¹, que tutela, na nossa visão, a tarefa de regulação do Estado Social¹² dos *bens energéticos*. Trata-se de um ramo jurídico de índole transversal e interdisciplinar, capaz de realizar o desenvolvimento urbano sustentável [artigos 3.º, alíneas d),

¹⁰ Cfr. Silva, Suzana Tavares da, *Direito da Energia*, Coimbra Editora, Coimbra, 2011, p. 11.

¹¹ Cfr. Bradbrook, Adrian John, *apud* Marques, Francisco Paes, “Fundamentos e autonomia dogmática do Direito da Energia”, in *Estudos de Direito da Energia*, (coord.) Marques, Francisco Paes, & Mendes, João Marques, Coimbra, Almedina, 2023. p. 13.

¹² No caso, a distribuição e desenvolvimento exploração, gestão, armazenamento, distribuição, e outros meios de comercialização energética, pelo Estado. Cfr. Silva, Suzana Tavares da, *Direito da Energia*, cit., pp. 17 e ss..

e), e j) e 4.º, alínea a) da Lei de Bases do Clima] e o *direito subjetivo fundamental de acesso à energia elétrica*.

Fontes de energias renovável são os mais recentes promotores da *sustentabilidade urbana*. As energias renováveis aproveitam os recursos naturais, substituindo o uso excessivo de fontes de energia poluentes. Por essas razões, as energias renováveis permitem a independência energética, diminuindo os índices de dependência de outras fontes e favorecem o ambiente, de forma notavelmente positiva.

A *geotermia*¹³ consiste na forma de energia renovável que usa o calor proveniente do núcleo terrestre para gerar eletricidade, na forma de utilização direta de aquíferos, sistemas geotérmicos estimulados (*Enhanced Geothermal Systems*) e bombas de calor geotérmicas para climatização de edifícios. A sua energia pode ser usada para aquecimento/arrefecimento de edifícios urbanos¹⁴, como também para produção de energia elétrica, posteriormente armazenada e distribuída.

¹³ A exploração dos recursos geotérmicos teve início com o Decreto-Lei n.º 560-C/76, que estabeleceu diretrizes relativas à prospeção, pesquisa e exploração desses recursos no âmbito da geotermia. Este conjunto normativo revelou-se inovador perante a necessidade pública de uma reformulação político-administrativa, em consonância com as novas exigências constitucionais e com a criação do Ministério da Habitação, Urbanismo e Construção (Decreto-Lei n.º 17-E/76, de 10 de fevereiro), bem como do Ministério da Indústria e Tecnologia (Decreto-Lei n.º 158-A/75, de 26 de março, e Decreto-Lei n.º 358/76, de 14 de maio). Perante a urgência na aprovação de normas legais e face à ausência de critérios normativos consolidados, o legislador procurou aprofundar a regulamentação do setor a partir da Lei n.º 13/89, de 29 de junho, e dos Decretos-Leis n.º 90/90 e n.º 87/90, ambos de 16 de março. Nos termos do artigo 2.º, alínea c), do Decreto-Lei n.º 90/90, os recursos geotérmicos são classificados como recursos geológicos pertencentes ao domínio público do Estado, com a ressalva do artigo 9.º atribuir atribui um papel significativo aos privados, ao prever a possibilidade de constituição de direitos de prospeção, pesquisa ou concessão de exploração desses recursos mediante contrato administrativo.

¹⁴ O sistema de aquecimento/arrefecimento urbano é realizado com bombas de calor geotérmicas que permitem aquecer edifícios, aeroportos, manter a temperatura de estufas, descongelar passeios e arrefecer edifícios industriais. As bombas de calor geotérmicas circulam água ou outros fluidos através de uma série de tubos subterrâneos, que utilizam permutadores de calor para transferir o calor na direção desejada, ou seja, durante o verão, transfere-se o calor dos edifícios para o solo mais frio, enquanto no inverno transfere-se o ar aquecido para os edifícios. Assim, “sistemas que utilizam permutadores de calor diferenciam-se da produção de energia geotérmica, na medida em que a primeira utiliza o solo como fonte de calor renovável durante o tempo frio e como dissipador de calor durante o verão”, cfr. Eckstein, Gabriel, “Who Owns the Heat?

No contexto urbano, a pertinência da geotermia para a climatização de edifícios justifica o ênfase dado à solução renovável, no que toca aos variados sistemas de geotermia superficial: os de alta, média e baixa entalpia, modelados às quantidades de calor disponível, face aos valores de temperatura e profundidade interdependentes.

De acordo com a alínea o), do artigo segundo da Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, os recursos geotérmicos são os fluidos e as formações geológicas do subsolo, cuja temperatura é suscetível de aproveitamento económico, o que sugere uma definição ampla e integrada de recurso geotérmico, a par da sua compreensão enquanto *energia renovável e bem natural* [artigo 1.º n.º 2, alínea d)]. A definição alarga o leque dos recursos geotérmicos, integrando, também, a geotermia superficial, ao afastar a expressão “temperatura elevada”. Abrangem-se, então, tanto os fluidos subterrâneos (águas termais) quanto as formações geológicas que possuem calor (independentemente da temperatura) utilizável. O foco, para nós, está na sua conversão em valor económico¹⁵, seja para produção de energia¹⁶, aquecimento ou outras aplicações industriais.

Os sistemas geotérmicos superficiais aproveitam a temperatura do subsolo continuamente¹⁷. Em Portugal, os sistemas de exploração energética na superfície terrestre abrangem circuitos de baixa entalpia/temperatura¹⁸, mais utilizados nos edifícios urbanos, nomeadamente em empreitadas de alto investimento e operações de reabilitação

Property Rights in Geothermal Energy”, *University of Illinois Law Review*, vol. 2025, dezembro de 2024, pp. 511-512, em <https://ssrn.com/abstract=5066007> (24-06-2025).

¹⁵ Uma vez que o baixo uso de energia elétrica permite manter um alto valor de rentabilidade económica, com eficiências energéticas entre os 300-600%. Cfr. Eckstein, Gabriel, *ob. cit.*, p. 512.

¹⁶ Cfr. Eckstein, Gabriel, *ob. cit.*, pp. 506-510.

¹⁷ Verificamos que contrariamente “à geotermia clássica, os sistemas geotérmicos superficiais não necessitam de fluidos ou formações rochosas do subsolo com temperaturas elevadas para poderem ser explorados. Na realidade, estes sistemas aproveitam a temperatura constante do subsolo para, com este, efetuarem trocas de calor.”, segundo o Plano estratégico para a Geotermia, fevereiro de 2025, p. 03, em <https://www.dgeg.gov.pt/media/2bzl1cpp/estrat%C3%A9gia-para-geotermia-dgeg.pdf> (24-06-2025).

¹⁸ Cfr. Gil, Alejandro García [et. al], *Shallow Geothermal Energy: Theory and Application*, Cham, Springer, 2022, pp. 04 e ss.; Sharma, Atul [et. al], *Low Carbon Energy Supply: Trends, Technology, Management*, Cham, Springer, 2018, pp. 387-411.

urbana, e normalmente realizados em circuitos verticais fechados, devido à sua simplicidade, pouca influência aquífera e menor frequência de manutenção.

As vantagens da energia renovável geotérmica são vastas, desde logo a sua inesgotabilidade – produção de energia contínua e constante –, a alta segurança, a sua baixa emissão de gases atmosféricos e outros aspetos de sustentabilidade social, económica e ambiental. Permitem, sucintamente, o aquecimento e/ou arrefecimento de edifícios isolados ou anexos (*district heating*), a distribuição e o armazenamento de energia, de forma fácil e em todo o instante.

Concluimos, portanto, que as energias renováveis desempenham um papel essencial nas cidades, ao contribuir para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, enquanto promovem a sustentabilidade e a independência energética. A geotermia superficial, uma tecnologia que aproveita o calor constante do subsolo a baixas profundidades para aquecer e arrefecer edifícios de forma eficiente, é um exemplo destas medidas energéticas que impacta o ambiente de forma positiva, melhora a qualidade de vida e ajuda a cumprir os objetivos climáticos.

3.1. Enquadramento jurídico-normativo da geotermia superficial

O sistema de geotermia superficial para climatização ou aquecimento deve contemplar um conjunto de elementos instrutórios, divididos na caracterização, *primo*, do recurso geotérmico e das necessidades energéticas e, de seguida, no projeto de execução e de avaliação do impacto ambiental. A essa exploração está afeta o enquadramento legal dos recursos geológicos, pertencendo a sua regulamentação específica ao aproveitamento dos recursos geotérmicos, Decreto-lei n.º 90/90, de 16 de março e Decreto-lei n.º 87/90, de 16 de março, respetivamente.

E ainda, de igual modo, o Decreto-lei 86/90, de 16 de março, que aprova o regulamento das águas minerais; a Portaria n.º 865/2009, de 13 de agosto, que Determina os valores do coeficiente Z, aplicável às centrais elétricas que utilizem energia geotérmica em Portugal Continental, para projetos de grande profundidade e elevada entalpia; e o Decreto-lei n.º 58/2005, que estabelece o enquadramento para a gestão das águas subterrâneas e superficiais, nas soluções de geoter-

mia superficial que incluam a captação de águas subterrâneas ou que possam interferir com os recursos hídricos no geral.

Adicionalmente, foram definidas as bases do regime jurídico da revelação do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, com a Lei n.º 54/2015, de 22 de junho. Trata-se de um conjunto normativo composto por aspetos muito pertinentes para a dimensão jurídico-urbanística, mas que não densifica linhas de aproveitamento e de exploração geotérmica, nem revoga as leis antecedentes, já mencionadas, o que não propõe, no nosso entendimento, um modelo geotérmico suficientemente denso, atualizado e estruturado.

No quadro comunitário, a energia geotérmica já começa a ser desenvolvida. A fim de triplicar a procura de energia geotérmica até 2030, os Estados-Membros devem adotar um quadro jurídico que facilite a identificação, avaliação e exploração eficiente da geotermia, considerando fatores geológicos, climáticos e económicos. Devem ser implementadas, assim, políticas públicas que incentivem o uso da geotermia em sistemas urbanos de aquecimento e arrefecimento, e ainda o acesso a dados do subsolo para uma exploração eficiente.

No âmbito económico, de igual modo, é essencial criar mecanismos financeiros, tais como incentivos fiscais e fundos de apoio, alinhados com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu, e instrumentos de substituição de combustíveis fósseis na indústria e transportes, de modo a garantir a transição energética de forma coordenada com os objetivos climáticos da União Europeia.

Os instrumentos¹⁹ enquadrados na matriz europeia ilustram-se através da Diretiva (UE) n.º 2023/2413, de 18 de outubro, no que respeita à promoção de energia de fontes renováveis; do Regulamento (UE) n.º 2023/1804, de 13 de setembro, relativo à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos; da Resolução n.º 2023/2111(INI), de 18 de janeiro, relacionada com outras resoluções²⁰ e com o relatório sobre energia geotérmica da Comissão da Indústria, da Investigação e da Energia n.º A9-0432/2023, de 12 de dezembro; da Resolução

¹⁹ Todos os instrumentos normativos referidos podem ser consultados nos *websites* públicos e oficiais da União Europeia, Parlamento Europeu e Comissão Europeia.

²⁰ As Resoluções n.º P9_TA(2023)0068, de 14 de março; n.º P9_TA(2023)0325, de 14 de setembro; n.º P9_TA(2023)0401, de 21 de novembro; n.º P9_TA(2022)0441, de 24 de julho.

n.º P9_TA(2024)0049, de 18 de janeiro, quanto à necessidade de maior investimento em tecnologia geotérmica e a eliminação de barreiras legais à implementação de projetos; das Conclusões do Conselho n.º 16939/24, de 16 de dezembro, sobre a promoção da energia geotérmica, e do respetivo Comunicado de Imprensa n.º 999/24, de 16 de dezembro, no que toca a licenciamentos mais rápidos e acesso mais fácil ao financiamento geotérmico.

Ainda quanto a estes últimos, importa destacar os princípios gerais da política energética da União Europeia, baseados no artigo 194.º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFUE), com apoio nos princípios da descarbonização, da competitividade, da segurança do aprovisionamento e da sustentabilidade. Servem de exemplo as normas de segurança do aprovisionamento (artigo 122.º), redes de energia (artigos 170.º a 172.º), o mercado interno da energia (artigo 114.º) e a política energética externa (artigos 216.º a 218.º), que validam fatores de segurança energética, ao nível de assistência energética e financeira, e de justiça energética, na garantia de acesso equitativo aos bens e serviços energéticos.

Os princípios supramencionados favorecem e asseguram a expansão da exploração da geotermia superficial, a par de outros instrumentos jurídicos que protegem juridicamente estes sistemas, tal como o Tratado da Carta de Energia, assinado em Lisboa em 1994, mediador de disputas e garante da segurança energética em mercados energéticos mais abertos e competitivos, respeitando os princípios do desenvolvimento sustentável e a soberania sobre os recursos energéticos.

Perante os quadros legais expostos, importa reforçar os sistemas geotérmicos superficiais, mediante a criação de instrumentos capacitados para a sua concretização técnica, económica e sustentável, fundamentalmente, no contexto urbano. Importa criar modelos urbanos favoráveis à redução da dependência energética e das importações de combustíveis fósseis, implementadores de sistemas de climatização seguros e sustentáveis, promotores de soluções energeticamente inovadoras e ponderadores de incentivos financeiros e de meios de sensibilização e informação ao público. Para isso, deve ser ponderada em Portugal a alteração normativa da Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, a propósito da densificação do aspeto geotérmico nacional e à luz do cumprimento dos recentes instrumentos comunitários.

3.2. Desafios na aplicação geotérmica superficial

Numa realidade prática, apesar das suas vantagens, a aplicação prática da geotermia superficial, nas cidades e edifícios, enfrenta ainda vários desafios, especialmente na aplicação desta fonte limpa de energia.

São evidentes as falhas na concertação entre agentes públicos e privados, no que consta à pouca articulação entre empresas e entidades públicas, reflexo da ausência de instrumentos e medidas de apoio concretas à geotermia de baixa entalpia. O próprio PNEC 2030, a respeito da matéria, não condensa instrumentos objetivos de apoio à geotermia superficial, embora reconheça a pertinência do sistema, quer quanto a pequenos projetos de redes de distribuição de calor geotérmico, em zonas termais, quer à implementação de energias renováveis nos edifícios. O que nos leva, de igual forma, a acusar a falta de materialização de programas, projetos-piloto e eventuais medidas de *soft law* do PNEC 2030.

Ainda assim, no início de 2025, foi emitido o *Plano Estratégico para a Geotermia*, com a consideração das metas climáticas europeias e nacionais previstas no PNEC 2030, na esperança de corresponder aos valores fixados, sendo que o próprio refere que “a geotermia tem vindo a contribuir para o cumprimento das metas fixadas de um modo não significativo, mas crescente.”²¹. É um plano que pretende a regulamentação dos sistemas geotérmicos superficiais, a realização de projetos de geotermia superficial e a exploração de recursos geotérmicos, gerando, inclusive, dinamismos para a produção e utilização da energia geotérmica.

Quanto a outras dificuldades, no estudo de análise dos lucros expectáveis, os projetos de energia geotérmica enfrentam obstáculos devido à natureza incerta dos recursos geológicos. É difícil prever com exatidão se um reservatório geotérmico terá as características ideais de temperatura, pressão e afins, mesmo com estudos prévios.

Outros desafios são a volatilidade do mercado de energia, as flutuações dos preços da eletricidade e as incertezas regulatórias. As características económicas do mercado da geotermia superficial sugerem

²¹ Resolução da Assembleia da República n.º 127/2025, de 10 de abril, p. 50.

um entrave face ao alto custo inicial de instalação. As despesas na perfuração dos terrenos, a aquisição de equipamentos e bombas de calor e a instalação de sistemas e de sondas apresentam valores de investimento que geram retorno, sensivelmente, após uma década.

Em acréscimo, existe a dificuldade, já mencionada, de obtenção de fundos para realizar projetos nestes âmbitos, coadunada com a instabilidade e incerteza do retorno económico. A falta de fundos verificou-se de igual modo, surpreendentemente, no PRR²², utilizado meramente para aumentar a potência instalada geotérmica para a produção de eletricidade, com o *Investimento C14-i03-RAA: Transição Energética nos Açores*. A falta de preocupação com a geotermia pelas entidades públicas é reflexo de um sistema inexplorado, altamente dispendioso e de lenta progressão tecnológico-científica.

Quanto ao lado da procura, as empresas apontam para a falta de mão de obra qualificada e de conhecimentos técnicos enquanto principais obstáculos ao desenvolvimento da energia geotérmica. Esta escassez de competências especializadas afeta diretamente a capacidade de planear, instalar, operar e manter sistemas geotérmicos com eficiência e segurança. A ausência de formação técnica adequada limita não só a expansão do setor, como também compromete a qualidade dos projetos, a adoção de tecnologias inovadoras e o cumprimento de normas ambientais e de eficiência energética.

Os recursos geotérmicos revelam-se, outrossim, geograficamente limitados, apesar de os sistemas superficiais serem mais abrangentes e de mais fácil captação. A isto acresce o subdesenvolvimento tecnológico apresentado e o baixo potencial das nossas redes urbanas de aquecimento e arrefecimento, devido à densidade de construção muito baixa nas zonas interiores e mais intensa nas zonas costeira, segundo o efeito urbano de litoralização.

²² O Plano de Recuperação e Resiliência, mediante a Resolução do Conselho de Ministros n.º 46-B/2021, de 4 de maio, Decreto-Lei n.º 29-B/2021, de 4 de maio, Decreto-Lei n.º 53-B/2021, de 23 de junho e Decreto-Lei n.º 55/2024, de 9 de setembro, bem como o Regulamento (UE) n.º 2021/241 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de fevereiro de 2021, que cria o Mecanismo de Recuperação e Resiliência e a Proposta n.º 2021/0154 (NLE) de Decisão de Execução do Conselho, relativa à aprovação da avaliação do plano de recuperação e resiliência de Portugal.

Por fim, a morosidade dos procedimentos de licenciamento. Processos burocráticos longos, complexos e pouco harmonizados dificultam a aprovação célere dos projetos, gerando atrasos significativos e aumentando os custos para os promotores. Além disso, a ausência geral de conhecimentos técnicos e regulatórios nesta área contribui para a ineficiência dos procedimentos, uma vez que os agentes responsáveis pelo licenciamento e os investidores enfrentam dificuldades em interpretar e aplicar as normas específicas do setor geotérmico. A combinação destes fatores compromete, ainda mais, o faseamento longo de aplicação dos sistemas geotérmicos (v.g. estudo prévio, caracterização termomecânica dos solos, definição do objeto, consideração do Manual SCE, calibração do modelo energético do edifício e avaliação das necessidades energéticas).

Importa, por conseguinte, criar um projeto de legislação focado nos sistemas geotérmicos superficiais.

Entre as medidas concretas pensadas, expomos a regulamentação da instalação de sistemas geotérmicos superficiais, de forma a assegurar, robustamente, sustentabilidade e segurança jurídica e a traçar, uniformemente, linhas objetivas da instalação de modelos de recolha e análise de dados, sem prejuízo da burocracia excessiva e dos altos investimentos económicos; os incentivos a projetos de geotermia superficial nos serviços de saúde (v.g. a atual e exponencial aposta nos sistemas de geotermia superficial nos serviços hospitalares ingleses²³), setores residenciais e outros circunscritos nas áreas urbanas e industriais; os incentivos aos benefícios fiscais nos respetivos procedimentos, como a referida emissão de certificação energética ou até modelos geotérmicos específicos para climatização urbana, sem descorar a ponderação de mais apoios públicos, tal como o *Fundo Ambiental*²⁴.

Da mesma forma, afirmamos a necessidade de criar um organismo responsável pela realização de visitas de inspeção e monitorização dos sistemas de geotermia superficial; um sistema de certificação de técnicos especializados e de emissão de certificados energéticos especí-

²³ Como relata a NHPower, comité inglês associado à transição para tecnologias de zero emissões, em <https://nhpower.net/index.php/geothermal/> (24-06-2025).

²⁴ Criado pelo Decreto-Lei n.º 42-A/2016, de 12 de agosto, visível em <https://www.fundoambiental.pt/> (24-06-2025).

ficos; procedimentos de licenciamento mais céleres; parece prévios e relatórios posteriores, entregues às entidades públicas; apelar a uma contratualização alargada e duradoura nos sistemas de climatização urbana; monitorização densa de dados geológicos e relativos ao subsolo de referencia global (*European Reference Frame*); ações para combater a falta de mão de obra qualificada e de manuais de boas práticas; soluções de energia geotérmica em sistemas energéticos integrados; promover mais articulação entre entidades públicas e privadas, especialmente no contexto regional; normas-padrão de gestão eficiente do espaço; financiamento de projetos, grupos de investigação e novas tecnologias.

4. CASOS DE ESTUDO

A geotermia tem provocado alterações legislativas significativas em vários países da Europa²⁵ e do mundo, refletindo a crescente e atual importância desta fonte de energia no contexto da transição energética.

De início, observamos, de uma maneira geral, infindos projetos (v.g. *REDI4HEAT* e o *GEOTHERM FORA*) e prémios de investigação do Conselho Europeu de Energia Geotérmica²⁶, uma organização internacional sem fins lucrativos que promove a indústria geotérmica europeia, com sede em Bruxelas e fundada em 1998. A mais recente aposta no método das redes geoHC²⁷, que aproveitam perfis de poços de petró-

²⁵ Podemos consultar a base de dados geotérmica legal dos 28 Estados-Membros da UE, dos países da EFTA e dos membros da Comunidade da Energia, em <https://www.res-legal.eu/> (24-06-2025); cfr. Dumas, Philippe, *Policy and Regulatory Aspects of Geothermal Energy: A European Perspective, Geothermal Energy and Society* (coord. Manzella, Adele, et. al.), Berlim, Springer, 2019, pp. 19-37; Tsagarakis, Konstantinos [et. al], “A review of the legal framework in shallow geothermal energy in selected European countries: Need for guidelines”, *Renewable Energy*, vol. 147, março de 2020, pp. 2556 - 2571.

²⁶ Conferir o *website* oficial em <https://www.egec.org/> (24-06-2025).

²⁷ Como refere o projeto da Comissão Europeia, SAPHEA, de uso de energia geotérmica para *district heating*: “Uma rede geoHC pode ser definida como uma rede de distribuição térmica que opera numa escala que se projeta às comunidades locais a cidades, com temperaturas entre 30 °C a 120 °C e capacidades de carga máxima entre 500 kW e centenas de Megawatts.”, cfr. Martini, Emil, & Dumas, Philippe, “Status

leo reaproveitados para projetos geotérmicos, de armazenamento e distribuição de energia renovável, serve de exemplo para ilustrar a importância comunitária no desenvolvimento de projetos de geotermia, alguns deles focados na alta entalpia, e de energias renováveis.

Já em Portugal²⁸, o potencial geotérmico é de baixa (entre os 30°C e os 76°C) e muito baixa entalpia (20°C a 29°C), situado, em maioria, na zona norte e centro. Conforme a análise das 61 ocorrências geotérmicas referidas na publicação da DGEG²⁹, de 2017, sete estão qualificadas como águas minerais naturais e recursos geotérmicos: Alcafache, Carvalhal, Chaves, Longroiva, Monção, S. Pedro do Sul e Vizela.

Alguns dos instrumentos capazes de incentivar a energia geotérmica superficial, a par do PNEC 2030 e do Fundo Ambiental, são o *Portugal 2030*³⁰, o *COMPETE 2030*³¹, a *Estrutura de Missão para o Licenciamento de Projetos de Energias Renováveis 2030*, criada com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 50/2024, e o *Sistema de Incentivos “Investimentos em Setores Estratégicos”*, regulamentado pela Portaria n.º 306-A/2024, de 27 de novembro, com a pretensão de neutralidade carbónica empresarial e de promover projetos de investimento produtivo em setores estratégicos. Incluem-se, neste último, projetos que contribuam para a produção de equipamentos pertinentes para a transição de uma economia com emissões líquidas nulas (v.g. bombas de calor) e que difundam as tecnologias verdes e a resiliência energética.

Ainda em contexto nacional, fazemos uma breve menção ao 1.º Seminário Anual de Geotermia (2025) e aos projetos de investiga-

quo report on regulatory and policy framework in the context of geoHC networks in Europe”, SAPHEA, 2023, p. 04.

²⁸ Para verificar o mapa das ocorrências geotérmicas em Portugal, cfr. Coelho, Luís [et. al], “Contexto atual do desenvolvimento de soluções de geotermia superficial em Portugal”, *Geotecnica*, n.º 164, agosto de 2025, Figura 12, em https://doi.org/10.14195/2184-8394_164_9 (21-09-2025).

²⁹ Para conferir os dados da publicação oficial da DGEG, https://www.dgeg.gov.pt/media/d3jkqmis/i015526.pdf#Publica%C3%A7%C3%A3o_I015526_Geotermia_EnergiaRenov%C3%A1velEmPortugal_DGEG_2017 (24-06-2025), pp. 12-13.

³⁰ Estratégia aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 98/2020, de 13 de novembro.

³¹ Introduzido com a Portaria n.º 103-A/2023, de 12 de abril, alterada pela Portaria n.º 184/2023, de 3 de julho, no âmbito dos Sistemas de Incentivos do Portugal 2030, aprovado pela Deliberação CIC PT 2030 n.º 06/2023/PL.

ção *Success* (2014-2018), *Deepcool* (2017-2021), e especificamente o *GeoSustained*, integrado no Programa Municipal de promoção da resiliência sísmica do parque edificado, privado e municipal, e infraestruturas urbanas municipais “ReSist”, do Município da cidade de Lisboa. O projeto (2022-2024) foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e estuda o comportamento térmico dos solos de Lisboa, ao avaliar a sustentabilidade de diferentes soluções de sistemas geotérmicos superficiais em contexto local. O Consórcio foi liderado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, e nele participaram Câmara Municipal de Lisboa, a Universidade de Aveiro e a Lisboa E-Nova, para efeitos de permitir a avaliação da sustentabilidade de diferentes soluções de sistemas geotérmicos superficiais operando sob as condições climáticas ocorrentes na cidade.

Para além destes projetos, foram pioneiros em Portugal³² as intervenções em Aveiro, por parte da Universidade de Aveiro; no Lumiar, por parte do Hospital da Força Aérea, em Entrecampos, por parte da Fidelidade *Property Europe*; e em Querença, pelo Ombria Resort, que efetuou 40 furos de 100 m de profundidade para a club house, 60 furos de 125 m de profundidade para o hotel e 144 furos de 115 m de profundidade para o spa e villas.

Na Alemanha, a Lei sobre a Poupança de Energia e a Utilização de Energias Renováveis para Aquecimento e Arrefecimento em Edifícios, *Gebäudeenergiegesetz* (GEG), que incorpora e substitui anteriores leis *Energieeinsparungsgesetz* (EnEG), *Energiesparverordnung* (EnEV) e *Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz* (EEWärmeG), estipulou, com o intuito de cumprir objetivos nacionais de proteção climática, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a dependência das importações de energia. Pretendeu, sobretudo, aumentar o uso crescente de energias renováveis e a participação das energias renováveis no consumo final de energia para aquecimento e arrefecimento – o desenvolvimento sustentável do fornecimento de energia (artigo 1.º, n.º 1 e 2).

A GEG entrou em vigor em 2020 e sofreu a mais recente alteração em 2023, especificando os edifícios que não se encontram abrangidos (artigo 2.º, n.º 2) e excluindo o uso de energia para processos de produção em edifícios (artigo 1.º). Outrossim, a GEG apresenta uma lista

³² Cfr. Coelho, Luís [et. al], *ob. cit.*, pp. 259-260.

vasta de definições legais, onde o termo “energia geotérmica” aparece de forma sucinta e abrangente, enquadrado no tipo de energia renovável do artigo 3.º n.º 2, alínea 1.

Os inovadores aspetos da GEG refletem uma autonomia regional nesta matéria, porquanto os *Länder*, Estados Federais da Alemanha, podem elaborar os seus próprios regulamentos para edifícios públicos, com exceção dos edifícios públicos federais, podendo ir além da presente lei (artigo 4.º, n.º 4). Também estipula regimes para a construção de edifícios residenciais (artigos 15.º a 17.º) e não residenciais (artigos 18.º e 19.º), sistemas de aquecimento comuns para edifícios novos (artigo 27.º), critérios de avaliação energética de edifícios (artigo 50.º) e o curioso facto de a obrigação vigente de usar energias renováveis em novos edifícios poder ser cumprida usando eletricidade gerada a partir de energias renováveis localizadas próximas ao edifício (artigo 23.º, n.º 1).

Estão também previstos requisitos densos para a instalação de sistemas de aquecimento, que obrigam a uma percentagem mínima de geração de calor através de fontes de energia renovável (artigo 71.º e seguintes), a densificação normativa dos certificados energéticos (artigos 79 e seguintes), com duração válida de 10 anos (79.º, n.º 3) e com o cumprimento dos requisitos extensos do artigo 85.º, fazendo-se a distinção entre o certificado de requisitos energéticos, nos termos do artigo 81.º, e o certificado de consumo de energia, nos termos do artigo 82.º.

Verificamos, em adenda, medidas de apoio financeiro à utilização de fontes de energia renováveis para a geração de calor ou arrefecimento e para medidas de eficiência energética (artigo 89.º), como plantas para aproveitamento de energia geotérmica e calor ambiental (artigo 90.º, n.º 1, alínea 3) e redes de calor, instalações de armazenamento e estações de transferência para usuários de calor (artigo 90.º, n.º 1, alínea 4). E, ainda, sanções pecuniárias para o não cumprimento das normas da presente lei (artigo 108.º) e dos valores e dados obrigatórios nos seus anexos finais.

O sistema alemão apresenta uma densidade normativa robusta, desde normas de padronização e referências às diretrizes técnicas para a construção de bombas de calor e sistemas de arrefecimento, às avaliações hidrogeológicas detalhadas (artigos 8.º e seguintes da

Wasserhaushaltsgesetz – WHG) e aos regulamentos federais adicionais. A utilização dos sistemas de aquecimento e arrefecimento urbano alemão é de tal maneira que, para além do mapeamento e da monitorização geotérmica³³, que demonstram mais de 40 usinas geotérmicas profundas em ativo e várias em construção, certas normas técnicas já preveem a intensidade do investimento e construção geotérmica. É o caso da norma *VDI 4640 – Parte II*, formulada pela Associação Alemã de Engenharia, que estabelece um afastamento mínimo de 5 a 10 metros entre sondas geotérmicas devido ao risco de interferência térmica e estrutural.

Quanto a outras medidas de carácter semelhante, enunciamos o projeto de lei do Ministério Federal da Economia e da Ação Climática: GeoWG (*Gesetz zur Beschleunigung der Genehmigung von Geothermie-Anlagen, Wärmepumpen sowie Wärmespeichern*)³⁴. Aprovado em setembro de 2024, o GeoWG pretende acelerar os procedimentos de aprovação de usinas geotérmicas, bombas de calor e sistemas de armazenamento de calor, e alterar outras condições legais para o aumento do fornecimento de calor com impacto neutro.

Identicamente, a Islândia possui necessidades prementes de desenvolvimento do uso de energia geotérmica. Posto isto, a Autoridade Nacional de Energia islandesa, *Orkustofnun*³⁵, anteriormente vinculada ao Ministério da Indústria e Inovação da Islândia, e que a partir de 2025 opera sob a tutela do Ministério do Meio Ambiente, Energia e Clima, mediante as suas competências de gestão/utilização de fontes de energia e outros recursos geotérmicos, recolha de dados energéticos, emissão de licenças para pesquisa e utilização de recursos e produção de energia, tem-se destacado na implementação de sistemas de licenciamento digital eficientes e acessíveis.

Os sistemas digitais visam agilizar os processos administrativos relacionados com a exploração e utilização de recursos naturais, promovendo uma gestão mais transparente e eficiente. A agência criou sistemas digitais que permitem a submissão eletrônica de dados por parte dos fornecedores de serviços de eletricidade, conforme estabe-

³³ Disponível em <https://www.geotis.de/> (24-06-2025).

³⁴ Consulta oficial em <https://dip.bundestag.de/> (24-06-2025).

³⁵ Mais informações disponíveis em <https://orkustofnun.is/en> (24-06-2025).

lecido pelo Regulamento (UE) n.º 2019/1150 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de junho de 2019. Além de facilitar a comunicação e o processamento de informações, ao reduzir a necessidade de processos físicos e ao acelerar o tempo de resposta, a iniciativa reflete o compromisso da Islândia³⁶ em modernizar a sua abordagem perante a gestão de recursos naturais.

Na Turquia, o instrumento de apoio à energia renovável YEKDEM³⁷ promove o crescimento do setor de energia renovável do país e incentiva novos projetos de sustentabilidade urbana. Criado em 2005, o mecanismo expandiu-se em 2012, abrangendo setores, como o caso da geotermia, que aumentaram em grande percentagem a produção de energia renovável turca. A par do YEKDEM, a Turquia também desenvolveu o YEKA, programa que convida empresas privadas a desenvolver projetos de energia renovável, e o YEK-G³⁸, certificador de eletricidade fornecida gerada a partir de fontes de energia renováveis, válido por 12 meses.

Agora em contexto internacional, o Chile formulou a Lei n.º 21.711³⁹, de 2024, que altera a lei n.º 19.657 sobre concessões de energia geotérmica para o desenvolvimento de projetos de aproveitamento de energia geotérmica de curta duração, e separou as definições de geotermia superficial e profunda, sendo a primeira a que consiste numa profundidade inferior a 400 metros e temperatura abaixo de 90 °C [n.º 2, alínea b)]. Eliminou, também, a exigência de concessão geotérmica para a operação de projetos geotérmicos superficiais (n.º 3). Conjuntamente, foi criado um Registro Nacional de Usos Superficiais de Energia

³⁶ Com a ajuda da *Orkusetur*, Agência islandesa dedicada à promoção da eficiência energética e ao incentivo ao uso de fontes de energia renováveis e o *Orkusjóður*, Fundo de Energia, iniciativa governamental destinada a promover o uso eficiente dos recursos energéticos do país

³⁷ Para perceber a importância do financiamento turco para o desenvolvimento das energias renováveis, cfr. Tanil, Gamze, “Impact of Financial Support Mechanisms on Renewable Energy Deployment: Turkey as a Case Study”, *Journal of International Environmental Application and Science* 18, n.º 1, março de 2023, pp. 10-16, em <https://dergi-park.org.tr/en/pub/jieas/issue/76213/1202150> (24-06-2025).

³⁸ Publicado no Diário Oficial da República da Turquia n.º 31304, de 14 de novembro de 2020. <https://www.lexpera.com.tr/resmi-gazete/14-11-2020/31304> (24-06-2025).

³⁹ Consultável em <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1207908> (24-06-2025).

Geotérmica, administrado pelo Ministério da Energia, e nomeada a responsabilidade correspondente de fiscalização à Superintendência de Eletricidade e Combustíveis.

Nos Estados Unidos da América, o já provado Projeto de Lei do Senado n.º 785 (SB 785)⁴⁰, no estado do Texas, concedeu em 2023 o direito de propriedade da energia geotérmica ao proprietário do terreno (Sec. 141.004, alínea a, n.º 1) ou ao proprietário da superfície do terreno (Sec. 141.004, alínea a, n.º 2), salvo em disposição contrária (v.g. contrato, escritura, arrendamento, e entre outros). Isto é, a energia geotérmica e os recursos associados abaixo da superfície, no Texas, passam a ser propriedade do proprietário da superfície do terreno, não sendo incluídos, todavia, outros recursos geológicos, como o petróleo e o gás (Sec. 141.004, alínea c, n.º 1).

Ainda assim, a recente lei americana não responde a litígios quanto a disputas de recursos geotérmicos que se estendem por várias propriedades, nem a outros casos análogos, desincentivando as companhias de seguros americanas⁴¹ a cobrir os recursos geotérmicos na produção jurídica do fundamental *Title Insurance*⁴², protetor de reivindicações de terceiros que possam prejudicar os direitos de propriedade.

Em suma, os exemplos de utilização geotérmica pelo mundo são, para além de vastos, o reflexo de um ótimo desenvolvimento geral da

⁴⁰ Consultável em <https://legiscan.com/TX/text/SB785/id/2819530> (24-06-2025).

⁴¹ O modelo em vigor nos Estados Unidos e noutros países de língua oficial inglesa é o modelo de *Common Law*, por oposição ao nosso modelo de *Civil Law*. O primeiro reflete um modelo de transações maioritariamente privadas, sem a intervenção de uma figura neutra e imparcial. Esta figura, nos casos em questão, é substituída pelos dispendiosos e quase obrigatórios seguros de título – mecanismos que garantem aos credores a proteção financeira contra lacunas no título de propriedade, embora não protejam o comprador de cláusulas abusivas. Para mais desenvolvimentos sobre o confronto entre *Civil Law* e *Common Law*, cfr. Mattei, Ugo, *Common law: il diritto anglo-americano*, Turim, UTET, 1992; Beaulac, Stéphane, & Gaudreault-DesBiens, Jean-François, *Droit civil et common law: convergences et divergences*, Montreal, Thémis, 2017; Timm, Luciano Benetti, “Common law e contract law: uma introdução ao direito contratual norte-americano”, *Revista do Instituto do Direito Brasileiro da Faculdade de Lisboa*, ano 1, n.º 1, 2012, pp. 525-572.

⁴² Para mais informações sobre as proteções do seguro de título, cfr. Salazar, Inês Ventura, & Fitas, João, “Cobertura de riscos específicos em transações imobiliárias – Title Insurance, Vidaimobiliária”, em <https://vidaimobiliaria.com/opiniao/cobertura-riscos-especificos-transacoes-imobiliarias-title-insurance/> (24-06-2025).

regulamentação jurídica, malgrado algumas ordens jurídicas, face às circunstâncias geológicas, climáticas e aos contextos técnicos, tecnológicos e económicos, possam ter desenvolvido mais/menos determinados aspetos legais e regulatórios. Pressupomos que isto é uma consequência direta de uma maior atenção dada aos aspetos de sustentabilidade urbana e das energias renováveis.

Torna-se fundamental definir os objetivos relacionados com as energias renováveis e a sua integração nos modelos citadinos e ter consciência, em simultâneo, das soluções europeias e internacionais existentes, para integrar, da forma mais sustentável, o uso dos recursos geotérmicos superficiais no contexto urbano.

5. CONCLUSÕES

Em tempos de tensão entre urbanizar o solo rústico ou renaturalizar o espaço urbano, devemos integrar sistemas urbanos capazes de consolidar políticas públicas claras e coerentes, que aliem inovação tecnológica, regulamentação eficaz e sensibilização social. A aposta do uso da geotermia superficial nas cidades apresenta uma alternativa viável, silenciosa e de baixa emissão, adequada ao meio urbano e ao compromisso, cada vez mais firme, com os modelos de desenvolvimento urbano sustentáveis, que procuram equilibrar os interesses económicos, sociais e ecológicos, e procuram solucionar os desafios colocados pela expansão urbana descontrolada e pelas exigências energéticas atuais.

A geotermia carece, em Portugal, de atenção jurídica, especialmente face às diretrizes comunitárias que exigem soluções sustentáveis. A diversidade dos recursos geológicos e das suas implicações técnicas e jurídicas exige enquadramentos legais específicos para a exploração deste tipo de energia, tão crucial para a obtenção dos parâmetros de sustentabilidade. Por isso, é imprescindível desenvolver e implementar um quadro jurídico robusto e adaptado às particularidades da geotermia, alinhado com as exigências comunitárias e as metas ambientais nacionais.

Com a densificação e atualização legislativa, acreditamos que seja possível colocar mais ênfase na matéria, salvaguardando os valores de

sustentabilidade urbana, sem prejuízo da segurança jurídica, e combatendo, por sua vez, os desafios práticos e técnicos que a imposição de um instrumento inovador de energia renovável desperta.

REFERÊNCIAS

- Amaro, A. (2012). O princípio constitucional da sustentabilidade. In (coord.) Sousa, Marcelo Rebelo de [et al.], *Estudos de Homenagem ao Prof. Doutor Jorge Miranda*, vol. I, Coimbra Editora.
- Autoridade Nacional de Energia islandesa, Orkustofnun. Obtido em junho 24, 2025, de <https://orkustofnun.is/en>.
- Barbosa, A. I. (2022). Tributação aduaneira e desenvolvimento sustentável. In (coord.) Ribeiro, João Sérgio, & Barbosa, Andreia Isabel, *Direito, Sustentabilidade Ambiental e Desenvolvimento Humano*, UMinho Editora. <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.101>.
- Base de dados geotérmica legal dos 28 Estados-Membros da UE, dos países da EFTA e dos membros da Comunidade da Energia. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.res-legal.eu/>.
- Beaulac, S., & Gaudreault-DesBiens, J. (2017). *Droit civil et common law: convergences et divergences*, Thémis;
- Bradbrook, A. J., *apud* Marques, F. P. (2023). Fundamentos e autonomia dogmática do Direito da Energia, In (coord.) Marques, Francisco Paes, & Mendes, João Marques, *Estudos de Direito da Energia*, Almedina.
- Canotilho, J. G. (2010) O Princípio da sustentabilidade como Princípio estruturante do Direito Constitucional, *Téchne*, 18(13), 007-018. http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-99112010000100002.
- Canotilho, J. G. (2019), *Direito Constitucional e Teoria da Constituição*. 21.^a reimp. (7.^a ed.). Almedina.
- Coelho, L. [et. al]. (2025). Contexto atual do desenvolvimento de soluções de geotermia superficial em Portugal. *Geotecnia*. 164. https://doi.org/10.14195/2184-8394_164_9.
- Conselho Europeu de Energia Geotérmica. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.egec.org/>.
- Correia, F. A. (2020). Os caminhos de um novo paradigma do planeamento urbanístico em Portugal. *Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo*, 115, 379-434.

- Dados da publicação oficial da DGEG. Obtido em junho 24, 2025, de https://www.dgeg.gov.pt/media/d3jkqmis/i015526.pdf#Publica%C3%A7%C3%A3o_I015526_Geotermia_EnergiaRenov%C3%A1velEmPortugal_DGEG_2017.
- Diário Oficial da República da Turquia n.º 31304, de 14 de novembro de 2020. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.lexpera.com.tr/resmi-gazete/14-11-2020/31304>.
- Dumas, P. (2019). In (coord.) Manzella, Adele [et. al.]. *Policy and Regulatory Aspects of Geothermal Energy: A European Perspective, Geothermal Energy and Society*. Springer.
- Eckstein, G. (2024). Who Owns the Heat? Property Rights in Geothermal Energy. *University of Illinois Law Review*, 2025. <https://ssrn.com/abstract=5066007>.
- Fundo Ambiental. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.fundoambiental.pt/>.
- GeoWG (Gesetz zur Beschleunigung der Genehmigung von Geothermie-Anlagen, Wärmepumpen sowie Wärmespeichern). Obtido em junho 24, 2025, de <https://dip.bundestag.de/>.
- Gil, A. G. [et. al.]. (2025). *Shallow Geothermal Energy: Theory and Application*. Springer.
- Lei Geotérmica Chinela. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1207908>.
- Leite, J. R., & Boratti, L. V. (2016). Abordagem jurídica do risco ambiental na perspectiva da cena urbana brasileira. In (coord.) Ahmed, F., & Soares, I. V. *Bens Culturais e Cidades Sustentáveis*. Lumen Juris.
- Martini, E., & Dumas, P. (2023). Status quo report on regulatory and policy framework in the context of geoHC networks in Europe. SAPHEA.
- Mattei, U. (1992). *Common law: il diritto anglo-americano*. UTET.
- Sistema de Monitorização Geotérmica. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.geotis.de/>.
- NHPower. Obtido em junho 24, 2025, de <https://nhpower.net/index.php/geothermal/>.
- Oliveira, F. P. (2021). *Breves Reflexões sobre a Alteração ao Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial – o Decreto-Lei n.º 25/2021, de 29 de março*. Almedina.
- Oliveira, F. P. (2017). *Regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial: Decreto-Lei n.º 80-2015, de 14 de maio: comentado, reimp.* Almedina.

- Plano Estratégico para a Geotermia, fevereiro de 2025. Obtido em junho 24, 2025, de <https://www.dgeg.gov.pt/media/2bzl1cpp/estrat%C3%A9gia-para-geotermia-dgeg.pdf>.
- Projeto de Lei do Senado n.º 785 (SB 785). Obtido em junho 24, 2025, de <https://legiscan.com/TX/text/SB785/id/2819530>.
- Rebelo, L. M. (2024). *Reabilitação Urbana e Sustentabilidade: O paradigma das políticas urbanas (património cultural, ambiente e energia)*. Coimbra. <https://hdl.handle.net/10316/118236>.
- Salazar, I. V., & Fitas, J. (2022). Cobertura de riscos específicos em transações imobiliárias – Title Insurance, Vida imobiliária. <https://vidaimobiliaria.com/opiniao/cobertura-riscos-especificos-transacoes-imobiliarias-title-insurance/>.
- Sharma, A. [et. al]. (2018). *Low Carbon Energy Supply: Trends, Technology, Management*. Springer.
- Silva, S. T. (2011). *Direito da Energia*. Coimbra.
- Tanil, G. (2023). Impact of Financial Support Mechanisms on Renewable Energy Deployment: Turkey as a Case Study. *Journal of International Environmental Application and Science*, 18(1), 10-16. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jieas/issue/76213/1202150>.
- Timm, L. B. (2012). Common law e contract law: uma introdução ao direito contratual norte-americano. *Revista do Instituto do Direito Brasileiro da Faculdade de Lisboa*, 1(1), 525-572.
- Tsagarakis, K. [et. al]. (2020). A review of the legal framework in shallow geothermal energy in selected European countries: Need for guidelines. *Renewable Energy*. 147, 2556-2571.