

Acesso ao Território e Recursos Minerais Estratégicos: O Lítio como Caso de Estudo

Luís Martins

*Geólogo, Associação Cluster Portugal Mineral Resources
Praça Luís de Camões, n.º 38, 7100-512 Estremoz, Portugal
Email: lmartins@clustermineralresources.pt*

António Mateus

*Geólogo, Departamento de Geologia & IDL, Faculdade de Ciências
da Universidade de Lisboa, Ed. C6, Piso 4, Campo Grande,
1749-016 Lisboa, Portugal
Email: amateus@fc.ul.pt*

Palavras-chave: Ordenamento do território, Recursos minerais estratégicos, Lítio.

RESUMO

O uso do solo e a promoção de políticas de desenvolvimento e de planos de ordenamento do território visando os objetivos da “Sustentabilidade” são função do conhecimento integrado (inter-etranstisciplinar), atendendo às necessidades presentes e futuras da sociedade e aos sistemas naturais dos quais ela depende. Portanto, práticas edificantes de ordenamento do território devem antecipar possíveis conflitos e propor e/ou monitorizar soluções que traduzam a: (i) compreensão abrangente dos potenciais impactos sobre os recursos naturais que sustentam todos os tipos de comunidades; (ii) implementação de medidas que evitem alocação excessiva, esgotamento crónico e/ou degradação dos recursos naturais e/ou eco-serviços; e (iii) antecipação de necessidades futuras, facultando as bases necessárias à gestão do acesso aos recursos minerais em paridade com outros recursos naturais. Este último ponto é absolutamente crítico na disponibilização continuada de recursos minerais estratégicos, como o lítio, fundamentais à consolidação de caminhos alternativos para o futuro progresso (a curto-, médio- e longo-prazo) dos setores dos transportes e da energia.

Keywords: land use planning, strategic mineral raw materials, lithium.

ABSTRACT

The use of the soil and the promotion of development and land-use planning policies aiming the Sustainability goals depend on the integrated (inter-and transdisciplinary) knowledge, meeting the present and future needs of the society and the natural systems from which it depends. Therefore, constructive practices of land-use planning must anticipate possible conflicts and propose and/or monitor solutions that consider: *(i)* a comprehensive understanding of the potential impacts on natural resources that support all types of communities; *(ii)* the implementation of measures that avoid excessive allocation, chronic depletion and/or degradation of natural resources and/or eco-services; and *(iii)* the foreseen future needs, providing the grounds needed to administer the access to mineral resources in parity with other natural resources. This last issue is critical to the long-run availability of strategic mineral resources, such as lithium, which are fundamental in the consolidation of alternative pathways for the (short-, medium- and long-term) future advancements of the transport and energy sectors.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos geológicos são capitais intrinsecamente naturais, pelo que a sua inclusão é inevitável em qualquer procedimento de planeamento do uso do solo, assim como da gestão dos recursos que se lhes associam para usufruto sustentado. Os recursos minerais não configuram exceção a este quadro, representando um capital geológico natural cuja utilização deve ser responsável e otimizada, minimizando os impactos ambientais desencadeados pela sua exploração. Nesse sentido, o órgão regulador Português, com competências na área do ordenamento do território, considera os recursos geológicos como um todo, especificando detalhes para cada tipo ou recurso, sempre que necessário.

Uma das reformas estratégicas cruciais e de maior impacto realizadas em Portugal é o programa nacional para a política de planeamento do uso do solo (Lei n.º 58/2007), o qual estabelece a obrigatoriedade de integrar os recursos minerais na gestão do uso do solo e no planeamento de estratégias a diferentes escalas (locais, regionais e nacional). As principais motivações para o desenvolvimento de uma metodologia unificada para ajudar esta questão eram (e ainda são) as seguintes:

1- Garantir o acesso futuro aos recursos minerais. Esta é uma das questões cruciais para a indústria extrativa a nível mundial e deve ser garantida em paridade com outros usos da terra;

2- Incluir todas as atividades relacionadas com o setor extrativo (da prospeção à reabilitação após a exploração) **em políticas/práticas de gestão do uso do solo e correspondente planeamento**, reconhecendo a importância do melhor usufruto dos recursos minerais, no presente e no futuro; e

3- Considerar os principais fatores que determinam o comportamento dinâmico não-linear da indústria extrativa, disponibilizando as informações necessárias para acelerar as decisões de investimento sem pôr em causa as prioridades locais sobre utilizações simultâneas do solo e/ou resultantes de outras atividades económicas.

A abordagem que tem vindo a ser usada em Portugal rege-se por uma perspetiva global e integrada, considerando as várias dimensões subjacentes ao conceito “**Sustentabilidade**”. Neste contexto, procedeu-se à construção de uma metodologia de qualificação e um

quadro regulamentar para garantir o acesso continuado aos recursos minerais, incentivando as práticas de prospeção e pesquisa mineral, para além da exploração, em conjunto com outras atividades económicas, sem negligenciar os exigentes regulamentos ambientais.

Metais absolutamente estratégicos como o lítio na implementação de novos paradigmas energéticos e de mobilidade, dependem sobremaneira deste tipo de abordagens. Na verdade, o consumo mundial de lítio aumentou consideravelmente na última década, crescendo a cerca de 9,5%/ano desde 2013 e projetando para 2020 necessidades mínimas em torno de 53 kt Li. Este registo deve-se sobretudo ao extraordinário desenvolvimento do setor das baterias cuja taxa de crescimento entre 10% a 15%/ano tem garantido subidas consideráveis de quota no mercado internacional do lítio; em 2016, a manufatura de baterias usou cerca de 35% do Li transacionado, ultrapassando pela primeira vez a quantidade canalizada para os setores da cerâmica e vidro (33%). A produção crescente de veículos elétricos e de alguns tipos de híbridos PHEV, conjuntamente com a necessidade de armazenar energia gerada em parques residenciais e redes de larga-escala, e de continuar a assegurar o abastecimento “tradicional” a diversos setores económicos, coloca fortes pressões sobre os produtores de lítio, suscitando ainda dúvidas sobre a disponibilidade a curto-médio prazo de reservas conhecidas para o efeito.

2. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SALVAGUARDA E ACESSO AOS RECURSOS MINERAIS

Embora o enquadramento legal atrás referido permitisse teoricamente a salvaguarda e o acesso aos recursos minerais necessários ao desenvolvimento sustentável da sociedade, registaram-se em Portugal vários casos de esterilização destes recursos e/ou em que o acesso a eles se mostrou extremamente difícil. Tal facto levou a que, no âmbito do projeto MINATURA, financiado pelo programa europeu Horizonte 2020, a equipa portuguesa propusesse uma metodologia baseada na avaliação multidimensional dos dados/informações disponíveis procurando a identificação objetiva de áreas com potencial promissor para fornecer produtos minerais, além de outras que hospedam recursos minerais com interesse já demonstrado; todos estes satisfazem as condições básicas para serem classificados como

Recursos Minerais de Importância Pública (RMdIP).

A avaliação considera o nível de conhecimento geológico (*NCG*), juntamente com as dimensões económicas (*Ec*), ambientais (*Am*) e de desenvolvimento social e aceitação (*DSA*). Diferentes conjuntos de critérios independentes, mas complementares e variavelmente ponderados, suportam a avaliação de cada dimensão e uma pontuação final ($RMdIP_f$) é obtida como resultado de um balanço razoável entre *NCG* e ($Ec + Am + DSA$), normalizados para uma escala de 10; detalhes sobre a metodologia podem ser consultados em Mateus *et al.* (2017). A classificação RMdIP (que depende de $RMdIP_f$) cairá necessariamente no intervalo [1, 10], mas apenas os recursos que obtenham $RMdIP_f \geq 4$ apresentam nível de conhecimento geológico suficiente para justificar objetivamente a sua salvaguarda em determinado momento. O mapeamento de $RMdIP_f$ pode também ser realizado, interpolando através de *kriging* e avaliando exaustivamente os resultados modelados até alcançar o mapa final. Neste processo, recomenda-se vivamente o uso de dados representando vértices e centroides de áreas concedidas para prospeção mineral. A sua adição fornece um apoio físico essencial à interpolação (contribuindo para um aumento do arranjo de dados espaciais e resolução/escala de informação) e conseqüente robustez na delimitação de áreas a salvaguardar, conforme demonstrado em Mateus *et al.* (2017) e Lopes *et al.* (2018). Como resultado da avaliação multidimensional todos os cenários possíveis estão contemplados entre a pontuação inferior ($RMdIP_f \approx 1$), representando falta de conhecimento geológico suficiente para suportar a delimitação de qualquer recurso a salvaguardar, e a pontuação máxima ($RMdIP_f \approx 10$), caracterizando idealmente áreas que hospedam explorações ativas e bem-sucedidas, com impactos ambientais baixos, contribuindo para altos níveis de desenvolvimento social e tendo também forte aceitação pública. Realisticamente, não é possível salvaguardar para sempre em regime exclusivo o acesso a todas as áreas potenciais e, portanto, um valor limite deve ser usado (em alguns contextos, outros recursos naturais podem aceitavelmente obstar à mineração; noutros casos, diferentes usos da terra podem existir e, inevitavelmente, gerar conflitos que devem ser objetivamente avaliados). Este limite depende exclusivamente de *NCG* pois as dimensões *Ec*, *Am* e *DSA* só podem ser adequadamente avaliadas em áreas específicas onde a atividade extrativa já existe; e uma vez que altos níveis de conhecimento geológico disponíveis para uma área específica oferecem a confiança necessária

para decidir sobre o valor limiar, este último é colocado em $RMdIP_f = 4$ (Mateus *et al.*, 2017).

A metodologia multidimensional foi aplicada a diferentes recursos minerais nacionais (Mateus *et al.*, 2017; Carvalho *et al.*, 2018; Lopes *et al.*, 2018), gerando mapas de apoio à decisão de salvaguarda do acesso a $RMdIP$ de Cu-Zn-Pb, Fe, Mn, W, U, rochas ornamentais e caulino que, em conjunto, representam cerca de 14% da superfície de Portugal continental. Estes resultados deverão ser periodicamente revistos, pois a aquisição de conhecimento geológico é um processo interminável; por outras palavras, a revisão periódica e exaustiva das pontuações $RMdIP_f$ a fim de integrar informações atualizadas, é em si mesmo uma componente indissociável da metodologia proposta. Assim sendo, a metodologia acaba também por funcionar como um procedimento robusto na conciliação da “**importância pública**” e do “**interesse público**”, atributos diretamente e subliminarmente implicados pelo conceito $RMdIP$.

Até ao momento, a metodologia multidimensional não foi aplicada aos recursos de lítio existentes no território nacional. É desejável que tal aconteça com brevidade, sobretudo após harmonização da base de dados existente, integrando ainda a informação resultante das atividades de prospeção e pesquisa mineral em curso e projetada para o futuro próximo. A consecução dos trabalhos de prospeção nas sete áreas de maior potencial reconhecido (Serra de Arga, Seixoso-Vieiros, Barroso-Alvão, Fregeneda-Almendra, Massueime, Guarda-Gonçalo, Argemela-Segura), eventualmente complementada por investigações em outros setores com interesse potencial, é crucial para a avaliação correta da dimensão *NCG*. Com efeito, a meritória posição de Portugal no *ranking* de produtores mundiais mais do que refletir conhecimento sistemático e profundo dos recursos litiníferos nacionais, traduz apenas o que tem sido extraído (na maior parte dos casos de forma intermitente) de alguns campos pegmatíticos para abastecer o subsector das cerâmicas (e vidro?) em função das solicitações de mercado. Muito há por fazer, designadamente no que diz respeito à delimitação 3D dos principais sistemas pegmatíticos reconhecidos em afloramento e, assim, à demonstração da continuidade de tonelagem e de teor necessária à determinação de reservas. De forma muito simples: conhecemos razoavelmente a expressão superficial de vários sistemas pegmatíticos, mas a sua extensão e caracterização em profundidade é praticamente desconhecida na larga maioria dos casos.

3. PORQUÊ SALVAGUARDAR O ACESSO PRESENTE E FUTURO A RECURSOS MINERAIS DE LÍTIO? SERÃO ELES VERDADEIRAMENTE ESTRATÉGICOS E/OU CRÍTICOS PARA A UNIÃO EUROPEIA?

3.1 Macrotendências

Até finais da primeira década do século XXI a repartição do uso do lítio por diversos setores econômicos encontrava-se estabilizada, absorvendo diretamente concentrados minerais diversos (maioritariamente silicatos de lítio produzidos em sistemas pegmatíticos e canalizados para as indústrias da cerâmica e vidro) ou compostos químicos (principalmente carbonato, hidróxido ou cloreto de lítio) obtidos através da transformação industrial destes últimos ou via exploração de precipitados salinos a partir da bombagem e tratamento de salmouras naturais em salares (*e.g.* Ebensperger *et al.*, 2005; Ober, 2006; Kesler *et al.*, 2012; Gosjean *et al.*, 2012). Contudo, a escalada recente do setor das baterias (particularmente sentida desde 2013), tem vindo a incutir variações consideráveis na distribuição das quotas de consumo do lítio pelos vários setores e a exercer forte pressão sobre os produtores da matéria-prima mineral de onde é possível obter os compostos necessários à manufatura das baterias incorporadas em número crescente de produtos de uso massificado e (muitas vezes de forma inusitada) caracterizados por ciclos curtos de obsolescência. Mas se a situação presente do abastecimento de lítio ao setor das baterias suscita alguma apreensão, esta última agudiza-se forçosamente quando aos montantes usados no fabrico de alimentadores de energia acoplados a pequenos equipamentos eletrónicos se adicionam as previsões de consumo relacionadas com a produção generalizada de baterias para equipar um número crescente de veículos elétricos e de alguns tipos de híbridos PHEV, eventualmente acompanhada pelo desenvolvimento de baterias adequadas ao armazenamento de energia gerada em redes de larga-escala ou em parques residenciais e dependentes de sistemas fotovoltaicos, eólicos ou outros. Inevitavelmente, a procura de lítio (assim como de outros metais) aumentará e o abastecimento do mercado dificilmente será suprido caso não haja incremento significativo de produção, uma vez que não existem quaisquer indícios de abrandamento do consumo de lítio por parte dos “setores tradicionais” (*e.g.* Rydh e

Svärd, 2003; Råde e Anderson, 2001; Hadjipaschalis *et al.*, 2009; Divya e Østergard, 2009; Kushinir e Sandén, 2012; Kühn e Glöser, 2013).

A disponibilidade futura de lítio requerida pela evolução antecipada nos setores da energia (armazenamento) e dos transportes (conhecida como “mobilidade elétrica”) tem sido objeto de vários estudos nos últimos anos (*e.g.* Yaksic e Tilton, 2009; Gosjean *et al.*, 2012; Vikström *et al.*, 2013), concluindo-se que os recursos conhecidos deverão ser suficientes para responder à procura expectável até finais do século XXI. Estas projeções, porém, nem sempre consideram de forma adequada os estrangimentos quanto à continuidade geológica dos recursos (regulando a sua dimensão e teor), nem os fatores que determinam a exequibilidade da exploração, convertendo recursos em reservas, a partir das quais o lítio poderá ser economicamente produzido. Alguns dos principais problemas colocados pelas características dos depósitos conhecidos à extração futura, assim como pelos contextos geológicos potencialmente hospedeiros de recursos de lítio, orientando as campanhas de prospeção e balizando de forma considerável os investimentos requeridos pelos estudos de viabilidade económica, são abordados em Kesler *et al.* (2012). Contudo, a apreciação de outros fatores limitativos à produção e subsequente processamento dos “minérios de lítio” encontra-se por fazer, nomeadamente no que diz respeito às condicionantes de natureza regulatória, financeira, social e ambiental, com saliência para os relacionados com o ordenamento do território, como aqui se pretende salientar. Deste modo, não se afigura legítimo tomar como certo o abastecimento futuro de lítio (o mesmo acontecendo com qualquer outra matéria-prima mineral). Ou, por outras palavras, os riscos de rutura potencial no abastecimento de lítio devem ser ponderados com o devido cuidado, até porque o ritmo de adaptação da produção é, em regra, bastante inferior à cadência imposta por uma procura crescente, tendo ainda enormes dificuldades em acomodar as oscilações de mercado que caracterizam os períodos de transição entre ciclos de crescimento económico e/ou de desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, o lançamento de novos centros produtores é uma tarefa exigente e demorada, requerendo continuidade de investimento e, por isso, relativa estabilidade de mercado em prazos suficientemente dilatados; o que, cada vez mais, é difícil de assegurar, aumentando severamente o risco associado ao empreendimento.

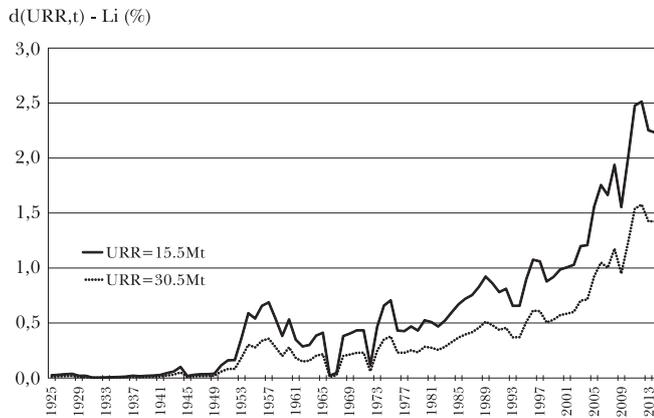
Não obstante as numerosas incertezas quanto às soluções tecnológicas que vingarão no futuro, assim como quanto à evolução dos mercados e à capacidade de implementar taxas de reciclagem significativas, alguns estudos (*e.g.* Gruber *et al.*, 2011) estimam um valor máximo de consumo de lítio para o período 2010-2100 em torno de 20 Mt, repartindo tal cifra do modo seguinte: 12,8 Mt para baterias a incorporar nos programas de “mobilidade elétrica”; 3,6 Mt para baterias em equipamentos eletrônicos portáteis; e 3,6 Mt para os “setores tradicionais” (que nesta perspectiva não registam crescimento significativo; *i.e.* ≈ 40 kt Li/ano). Uma vez que entre 2010 e 2014 foram produzidos $\approx 177,8$ kt Li (\equiv produção bruta acumulada de 2898 kt), a diferença para os restantes 85 anos, se repartida uniformemente, traduz-se numa produção média de ≈ 232 kt Li/ano, implicando crescimentos anuais de produção acima de 10%. Esta é uma taxa de crescimento inverosímil e, mesmo que extemporaneamente atingida num ou outro ano do período de maior pressão (induzida pela procura), impossível de manter por muito tempo. Aliás, a história da indústria mineira é rica em exemplos deste tipo e, excetuando o caso particular do carvão, os constrangimentos técnicos subjacentes ao aumento de produção em minas ativas, assim como as condicionantes impostas ao início de produção em novas unidades, dificilmente suportam taxas de aumento de produção anual acima de 4%.

Refira-se ainda a escassez de dados públicos sobre produção e reservas e/ou à sua incipiente harmonização, nem sempre abrangendo séries temporais suficientemente robustas para o efeito e/ou nem sempre organizando a informação com base nos mesmos critérios e unidades. Ainda assim, várias recensões sobre os recursos de lítio têm sido produzidas nos últimos anos (*e.g.* Fasel e Tran, 2005; Yaksic e Tilton, 2009; Gruber *et al.*, 2011; Grosjean *et al.*, 2012; Kesler *et al.*, 2012; Kushmir e Sandén, 2012; Mohr *et al.*, 2012; Vikström *et al.*, 2013). De acordo com a informação disponível até finais de 2014, as reservas globais conhecidas com elevado nível de segurança totalizavam ≈ 13 Mt (em 2009, os Serviços Geológicos Norte-Americanos indicavam 11 Mt como reserva base, *i.e.* a parte do recurso identificado que satisfaz o mínimo de critérios físicos e químicos específicos impostos por práticas de mineração e produção correntes). Analisando as várias compilações existentes e considerando os registos de produção dos últimos anos, o valor 15,5 Mt afigura-se como referência razoável para as reservas/

/recursos globais passíveis de exploração a curto-médio prazo; de forma similar, 30,5 Mt pode ser tomado como um teto conservador para as reservas/recursos suscetíveis de suportar atividade mineira a um prazo mais dilatado. Aceitando estes valores como estimativas aceitáveis dos “recursos totais recuperáveis” (URR = *Ultimate Recoverable Resources*), facilmente se verifica que a percentagem de URR extraída anualmente se posiciona no intervalo 1.5 a 2.5%, algo que *per se* poderá não suscitar grande preocupação (Fig. 1A). Porém, a progressão da extração dos recursos remanescentes é muito clara quanto aos efeitos decorrentes da produção realizada na última década e, em especial, nos últimos anos: usando o valor URR limiar de 15,5 Mt, as taxas de esgotamento anual do recurso remanescente têm vindo a crescer a um ritmo alarmante, ultrapassando muito recentemente a barreira (insustentável por muito tempo) dos 10% (Fig. 1B). Neste contexto, importa ainda deixar claro que: (i) $\frac{3}{4}$ das reservas/recursos remanescentes recuperáveis a curto-médio prazo se confinam a pouco mais de 10 grandes depósitos; (ii) 85% das reservas globais conhecidas com elevado nível de segurança se localizam no Chile/Argentina e China; e que (iii) o Chile e a Austrália são responsáveis por $\approx 70\%$ da produção mundial de concentrados minerais / compostos de lítio. Daqui se retira que a produção mundial de lítio está muito estribada em termos geográficos, dependendo ainda em demasia da cadência de exploração de um número circunscrito de depósitos, não obstante a ampla distribuição geográfica de muitos dos recursos conhecidos, nomeadamente no que diz respeito aos do tipo pegmatito.

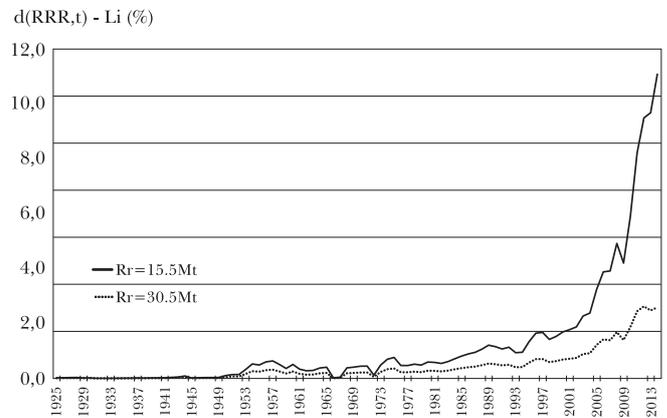
FIGURA 1

(A) Evolução da percentagem de URR extraída anualmente, conforme dados de produção anual compilados e disponibilizados pelo USGS; note-se que $d_{URR,t} = \frac{q(t)}{URR_t} \times 100$, onde $q(t)$ representa a produção anual



(B) Progressão da extração dos recursos remanescentes que subtrai a URR a produção acumulada $Q(t)$, i.e.

$$d_{URR,t} = \frac{q(t)}{URR_t - Q_t} \times 100$$



Fazendo novamente uso das compilações disponíveis na literatura sobre os recursos globais de lítio, é possível concluir que a dimensão média dos depósitos do tipo pegmatítico se cifra em torno de 0,11 Mt Li, sendo por isso bastante inferior à indicada para os de tipo salmoura. Daqui resultam, ainda em termos comparativos, menores capacidades para produção a larga-escala e longo período por depósito individual. Todavia, importa balançar estes aspetos menos vantajosos com três outros de importância capital, a saber: (i) a distribuição geográfica dos depósitos do tipo pegmatito é bem mais alargada e substantivamente menos vulnerável a instabilidades geopolíticas “regionais”; (ii) é possível conjugar explorações de diferentes dimensões e âmbitos, diversificando a produção e otimizando a lavra, assim como os procedimentos de tratamento e beneficiação, canalizando apenas os concentrados de maior teor para o fabrico de carbonato e/ou hidróxido de lítio; e (iii) há sempre a possibilidade de obter subprodutos variados, com igual valor económico (e.g. estanho, tântalo, nióbio e berílio). São igualmente dignos de nota, a maior fiabilidade dos valores de produção e/ou de cálculo de reservas em sistemas pegmatíticos, bem como o menor impacto ambiental associado à sua exploração (permitindo harmonizar de forma mais célere e aceitável as perturbações causadas pela lavra mineira nos fluxos de massa naturalmente estabelecidos entre os reservatórios terrestres) e, conceptualmente,

a possibilidade de praticamente não haver resíduos de extração caso o empreendimento seja estruturado nesse sentido (i.e. todos os produtos minerais gerados na exploração de um sistema pegmatítico podem ser facilmente escoados para diferentes setores do mercado, facilitando assim a execução dos planos de recuperação/mitigação ambiental). Estas razões explicam, em boa parte, o aumento do investimento em prospeção e pesquisa orientada para os sistemas pegmatíticos, mantendo ainda em suspenso muitos dos projetos mais promissores relacionados com outros tipos de salmoura e com as acumulações menos comuns de hectorite ou jadarite. O interesse crescente pelos sistemas pegmatíticos de idade Paleozoica em Portugal não é, por isso, ocasional, integrando-se nesta lógica de ação que tem por principais objetivos a identificação de novos depósitos e delimitação de novas províncias litiníferas para assim melhor responder às necessidades que se antecipam para o mercado mundial.

3.2 A conjuntura atual do lítio na União Europeia

A problemática do lítio na UE pode ser resumida em três linhas fundamentais de evidência, a saber: (i) a UE responde por $\approx 24\%$ da procura global, mas não assegura mais de 2% do abastecimento; (ii) a UE é (ainda) o maior mercado de veículos elétricos do mundo e em alguns dos

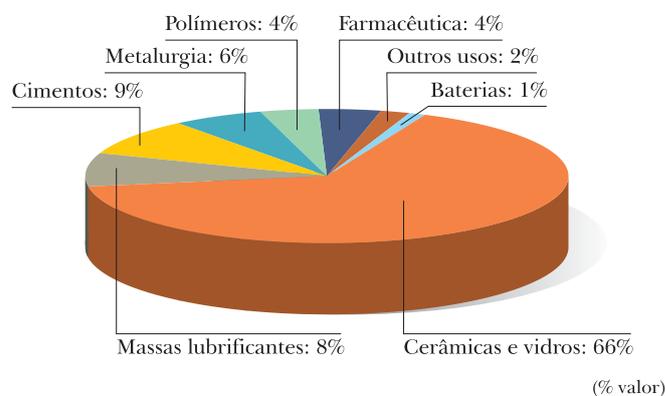
seus Estados-Membros (*e.g.* Noruega) estes veículos já representam mais de 20% dos novos registos anuais; *(iii)* as estratégias a curto-médio prazo divulgadas por vários grandes grupos industriais europeus, consistentes com objetivos e indicadores de política pública para os setores da mobilidade elétrica e do armazenamento de energia gerada em sistemas tecnologicamente sustentáveis equipando parques residenciais e/ou grandes redes de distribuição, contribuirão para aumentos de consumo de lítio que ampliarão consideravelmente a dependência da UE de produtores estrangeiros (por outras palavras, as estratégias desenhadas poderão ficar reféns da disponibilidade de lítio nos mercados internacionais e da volatilidade dos preços praticados). É então oportuno perguntar quais as medidas tomadas pela UE no sentido de aumentar a produção doméstica de lítio (mitigando eventuais disrupções de abastecimento)?

No último exercício sobre a criticalidade das matérias-primas minerais para a economia europeia (Deloitte *et al.*, 2017; Blenginia *et al.*, 2017), a importância económica do lítio (*EI*) foi estimada em 2,54 e o seu risco de abastecimento (*SR*) calculado em 1,04. Uma vez que os valores limite usados neste estudo são, respetivamente, de 2,8 e 1,0, facilmente poderemos concluir que, na perspetiva da análise realizada, não há importância económica acrescida para o lítio na UE e que o seu risco de abastecimento está no limiar da “linha de perigo”. Esta é uma conclusão legítima face aos resultados numéricos obtidos, mas bastante desfasada da realidade e, sobretudo, das perspetivas futuras (envolvendo as de curto prazo que incluem medidas já amplamente divulgadas para 2025). O maior problema deste exercício consiste na abordagem estática da criticalidade; depois, em alguns dos novos fatores usados no cálculo relacionados com a substituição e a reciclagem. No caso específico do lítio: *(i)* a ponderação dada ao índice de substituição relacionado com o risco de abastecimento ($SI_{SR} = 0,90$) é discutível; *(ii)* há um peso muito elevado (1,34) da importação no cálculo do parâmetro ($HHI_{WGI-V_{EU28}}$); *(iii)* a dependência de importação (*IR*) é manifestamente elevada (86%) e pode subir de forma muito acentuada nos próximos anos; e *(iv)* não há perspetivas concretas de subida significativa e rápida da taxa de entrada resultante da reciclagem de produtos em fim-de-vida (EOL_{RIR}), pelo que o abastecimento do mercado permanecerá dependente da exploração e transformação de matéria-prima mineral primária.

Conforme referido anteriormente, a concretização das estratégias anunciadas por alguns dos principais grupos industriais europeus em conjunto com a implementação de várias políticas públicas irá alterar de forma radical os fluxos e a repartição do lítio pelos diferentes setores industriais na UE (Fig. 2). Esta alteração aumentará necessariamente a dependência da UE de quantitativos importados, a menos que a produção doméstica cresça de forma assinalável a curto prazo. Não são esperadas grandes modificações ao nível dos “consumidores tradicionais europeus”, mas é bem possível que o setor das baterias (nomeadamente para apoio à mobilidade elétrica) suba consideravelmente; esta expectativa será contudo contrariada se os principais consumidores potenciais (em particular a “nova” indústria automóvel) deslocarem os seus futuros centros de produção de baterias e/ou de montagem de veículos híbridos e/ou elétricos para territórios fora do espaço europeu. É bem possível que nas próximas décadas hajam novidades quanto à reciclagem de baterias e à implementação de infraestruturas adequadas à recolha/redistribuição destes produtos; mas este é um caminho que só agora começa a ser desbravado. Até ser possível garantir percentagens significativas de reciclagem, toda a “economia do lítio” manterá a sua forte dependência da produção primária e, atendendo às razões atrás explicitadas, poderá orientar-se preferencialmente para sistemas pegmatíticos análogos aos que existem no território português.

FIGURA 2

Repartição do consumo de lítio na UE considerando os valores médios de cada subsector referentes ao período 2010-2014.



Informações adicionais podem ser obtidas em “Bio Intelligence Service (2015). Study on Data for a Raw Material System Analysis: Roadmap and Test of the Fully Operational MSA for Raw Materials – Final Report. Prepared for the European Commission, DG GROW” p41-43.

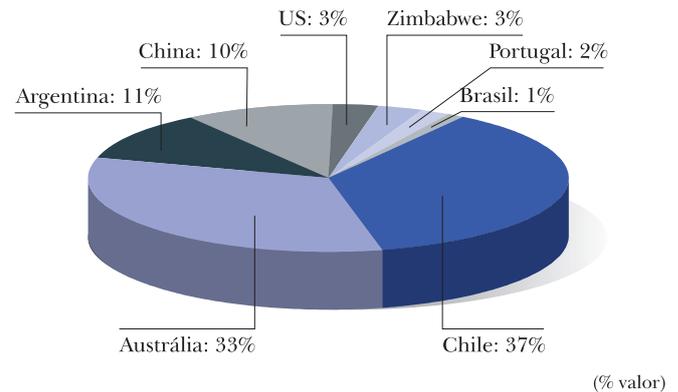
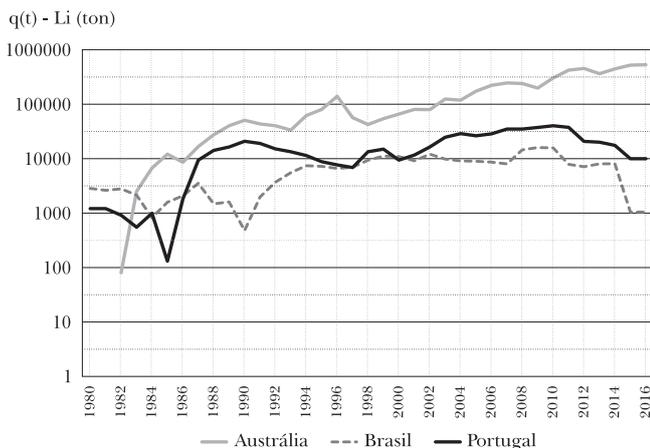
3.3. O contributo (possível e desejável) de Portugal

Portugal é um dos maiores produtores de lítio à escala mundial e, sem qualquer margem para dúvida, o único que à escala da UE apresenta potencial para crescer de forma muito considerável em curto intervalo de tempo (Fig. 3). No levantamento realizado pelo LNEG em 2010 (Filipe *et al.*, 2010), o potencial moderado assinalado para o lítio consubstanciava-se na estimativa global de recursos em torno de 106,3 kt Li. Todavia, face ao conjunto de dados disponíveis na literatura, este valor afigura-se subestimado, havendo quem adiante valores máximos potenciais de 10 Mt de produção bruta, grosso modo equivalentes a 610 kt Li. A prossecução dos trabalhos de avaliação em curso, assim como dos muitos dos projetos de prospeção e pesquisa projetados, será determinante para

aquilatar devidamente os recursos (e reservas) existentes em Portugal. Sem este trabalho teremos certamente dificuldades em prosseguir de forma conclusiva com a metodologia multidimensional referida na secção 2. Contudo, mesmo sem este instrumento, não será difícil identificar os locais que, em função do conhecimento geológico acumulado, justificam já alguns cuidados acrescidos no que respeita à salvaguarda dos recursos identificados como promissores nas sete áreas de maior potencial reconhecido (Serra de Arga, Seixoso-Vieiros, Barroso-Alvão, Fregeneda-Almendra, Massueime, Guarda-Gonçalo, Argemela-Segura). É crucial que as autoridades intervenientes nos instrumentos de ordenamento do território tenham, efetivamente, consciência deste problema; é ainda determinante dotar essas autoridades dos meios necessários para o efeito em conformidade com o enquadramento legal vigente.

FIGURA 3

Evolução recente da produção de lítio em sistemas pegmatíticos localizados em diferentes países, conforme dados compilados pelos Serviços Geológicos Britânicos



Source: Deutsche Bank, company data.

Os possíveis incrementos de produção de concentrados litiníferos em Portugal poderão trazer para o País outro tipo de vantagens, se os primeiros forem devidamente enquadrados numa perspetiva de desenvolvimento integrado que mobilize em devido tempo os atores intervenientes quer nos estádios existentes da cadeia de valor do lítio, quer nos que podem ser criados a médio-longo prazo, permitindo assim a construção daquela cadeia e valor de uma forma duradoira e sustentável.

Algumas considerações e potenciais medidas concretas a ter em conta:

- 1) O governo de Portugal apoia claramente a construção de uma cadeia de valor de lítio no país.
- 2) Portugal tem um contexto geológico muito favorável: os recursos e as reservas podem aumentar dramaticamente, especialmente em profundidade, com o desenvolvimento de campanhas de sondagens.
- 3) Várias empresas nacionais e internacionais estão investindo na prospeção e exploração de lítio, estando alguns projetos bastante avançados, permitindo antecipar aumento significativo da produção a partir de 2020.

4) Existe *know-how* em prospeção, exploração e processamento de lítio, em instituições de investigação, academia e indústria.

5) Apesar da heterogeneidade mineralógica dos depósitos de lítio (que deve ser investigada com o objetivo de transformá-los num produto mais homogêneo) há capacidade para ter uma unidade comum de refinamento para baterias, utilizado por várias empresas que produzirão concentrados de lítio e produzindo hidróxido/carbonato de lítio. Esta unidade seria fornecedora de fabricantes de materiais catódicos, projetada desde o início para ter um importante setor de reciclagem e sendo assim também alimentada por concentrados de lítio reciclado.

6) Os Estados membros da UE têm uma oportunidade única para estabelecer este tipo de unidades na Europa, evitando exportações de concentrados de lítio para outras partes do mundo (o “modelo australiano”) e a fuga do respetivo valor acrescentado, como o plano estratégico da CE lançado recentemente (e mencionado em várias comunicações oficiais) incentiva, criando também várias ferramentas financeiras e estimulando a articulação com o Banco Europeu de Investimento. Portugal, tendo em conta os pontos acima referidos, tem todas as condições para ser um desses Estados-Membros, mas deve agir de forma rápida e competitiva, trabalhando com todas as partes interessadas, incluindo os utilizadores a jusante.

A visão geral que neste momento é possível ter sobre o contributo de Portugal para a problemática do lítio na UE gera um cenário que pode (e deve) ser implementado (e monitorizado) em sucessivas etapas, concorrendo para um largo conjunto de objetivos com evidente importância económica e social, mas também ambiental. A subida na cadeia de valor mineral, gerando maior riqueza e emprego qualificado, configura um passo importante para o desenlace de diversas transformações em cascata que acabam por ser decisivas à: (i) consolidação da mobilidade elétrica; (ii) gestão sustentável da energia gerada via eólica ou fotovoltaica (em meio residencial ou em rede); (iii) generalização da sociedade digital; e (iv) promoção de estímulos para o incremento da reciclagem/reutilização de produtos contendo lítio ou seus derivados, reduzindo a pressão sobre os recursos primários. Importa, porém, não esquecer que na base de todas estas transformações está, e continuará a estar por muito tempo, a prospeção e pesquisa mineral cujas atividades devem ser devidamente apoiadas/estimuladas

e, sobretudo, integradas numa visão de desenvolvimento estratégico para a indústria mineira em Portugal que abarque outras matérias-primas minerais para além das litíferas. Mas, igualmente importante para o sucesso futuro dos vários empreendimentos possíveis é a implementação coerente e generalizada das medidas que visem a salvaguarda do acesso presente e futuro aos recursos minerais cuja avaliação não pode ser objetivamente realizada sem a permanente atualização do conhecimento geológico existente sobre os mesmos. Compete ao poder político a última palavra, não apenas para decidir sobre os dividendos que poderá obter através das atividades a cargo da indústria mineira em Portugal, mas sobretudo para identificar claramente e de forma concertada o que, no seu entender, pode a indústria mineira dar a Portugal, contribuindo para a necessária recuperação económica sustentada do País.

No devido momento, Portugal perdeu a 1ª grande revolução industrial, marcada pela exploração e usufruto generalizado de (alguns) recursos energéticos; perdeu ainda a marcha que determinou a 2ª revolução industrial, caracterizada pela produção massificada. Em ambas as ocasiões, o atraso com que o País incorporou muitas das ideias-chave (e avanços tecnológicos) decorrentes destes movimentos teve enormes repercussões no seu desenvolvimento económico e social (sempre débil e retardado). Temos hoje a oportunidade de desempenhar um papel significativo na transição para a 3ª grande revolução industrial, determinada pela procura incessante do *mixing* adequado de energia e de matérias-primas (minerais) e pelo primado da qualidade em detrimento da quantidade. Assim haja visão de futuro e condições para fazer do momento presente a “conjuntura de mudança” capaz de fomentar políticas de desenvolvimento suportadas pela necessária (re)industrialização do País. Numa época dominada por preocupações ambientais e num País onde os “serviços” ganham cada vez mais ímpeto, a defesa da (re)industrialização soa a algo do passado. Contudo, qualquer caminho de progresso que contemple o desenvolvimento sustentável como desiderato maior deve atender à criação e distribuição de riqueza baseada numa economia estável e forte, inevitavelmente alicerçada em núcleos industriais tecnologicamente evoluídos e social/ambientalmente responsáveis.

4. CONCLUSÕES

A disponibilidade continuada de matérias-primas minerais necessárias à promoção de políticas de desenvolvimento compagináveis com os desideratos da “Sustentabilidade” depende hoje, mais do que nunca, de instrumentos de ordenamento territorial que reconheçam a necessidade de salvaguardar o acesso futuro aos recursos minerais. O enquadramento legal desenvolvido em Portugal nos últimos anos tem dado passos importantes nesse sentido e, muito recentemente, houve oportunidade de complementar estes avanços com a conceção, teste e validação de uma metodologia multidimensional visando a identificação de Recursos Minerais de Importância Pública cujo acesso deve ser salvaguardado. Até ao momento, a metodologia multidimensional não foi aplicada aos recursos de lítio existentes no território nacional. Contudo, é desejável que tal aconteça com brevidade, sobretudo após harmonização da base de dados existente, integrando ainda a informação resultante das atividades de prospeção e pesquisa mineral em curso e projetada para o futuro próximo. Tal não obsta, porém, que à luz dos critérios vigentes sejam implementadas medidas preventivas que salvaguardem os recursos identificados como promissores nas sete áreas de maior potencial reconhecido (Serra de Arga, Seixoso-Vieiros, Barroso-Alvão, Fregeneda-Almendra, Massueime, Guarda-Gonçalo, Argemela-Segura).

A disponibilidade futura de lítio requerida pela evolução antecipada em diferentes setores económicos, mas sobretudo no âmbito do armazenamento de energia da mobilidade elétrica, não está garantida. O setor das baterias é, efetivamente, o que maior vulnerabilidade apresenta face a uma possível interrupção de abastecimento de lítio, podendo inclusivamente colocar em risco muitos dos programas gizados para a promoção da mobilidade elétrica e aumento das quotas de produção elétrica sem recurso a combustíveis fósseis ou nucleares. Vários estudos publicados nos últimos anos sobre a disponibilidade de recursos de lítio concluem não haver razões para grandes preocupações; ou seja, os recursos identificados são suficientes para responder à procura crescente que se espera durante todo o restante século XXI. Contudo, algumas das evidências apresentadas nestes estudos são discutíveis, sendo necessário manter os níveis altos de investimento em projetos promissores

de prospeção e pesquisa mineral, análogos a muitos dos que já começaram ou estão em vias de início em Portugal, procurando simultaneamente apostar na abertura de novas minas e construção das infraestruturas necessárias ao tratamento e beneficiação dos produtos minerais primários, integrando-os preferencialmente na manufatura de baterias usadas em um número crescente de aplicações.

A UE é um importador líquido de lítio, embora seja líder no consumo *per capita* de carros elétricos e produção de energia recorrendo a sistemas alternativos aos convencionais. Atendendo às estratégias já anunciadas por alguns dos principais motores da indústria europeia, assim como ao desenho das políticas públicas traçadas por diversos Estados-Membros para os setores dos transportes e da produção (descentralizada) de energia, são esperadas modificações apreciáveis a curto-médio prazo nos fluxos que atualmente caracterizam a transferência do lítio no sistema económico/industrial europeu. Há, assim, todo o interesse em aumentar consideravelmente a produção doméstica (europeia) e, neste palco, Portugal poderá ter um papel incontornável. Mas os possíveis incrementos de produção de concentrados litiníferos em Portugal poderão trazer para o País outro tipo de vantagens, se os primeiros forem devidamente enquadrados numa perspetiva de desenvolvimento integrado que mobilize em devido tempo os atores intervenientes quer nos estádios existentes da cadeia de valor do lítio, quer nos que podem ser criados a médio-longo prazo. Contudo, esta visão de desenvolvimento ruirá irremediavelmente em curto intervalo de tempo se os instrumentos de planeamento e ordenamento territorial não cuidarem de salvaguardar o acesso (presente e futuro) aos recursos de lítio já identificados e para os quais existem dados geológicos suficientemente robustos que justifiquem essa decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLENGINIA G.A., NUSSA P., DEWULFA J., NITAA V., PEIRÒA L.T., VIDAL-LEGAZA B. LATUNUSSAA C., MANCINIA L., BLAGOEVAB D., PENNINGTONA D., PELLEGRINIC M., VAN MAERCKEV A., SOLARC S., GROHOLC M., CIUPAGEAA C. (2017) - *EU methodology for critical raw materials assessment: policy needs and proposed solutions for incremental improvements*. Resources Policy, 53: 12-19.
- CARVALHO J., LOPES C., MATEUS A., MARTINS L., GOULÃO M. (2018) - *Planning the future exploitation of ornamental stones in Portugal using a weighed multi-dimensional approach*. Resources Policy (in press); doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.001
- Delloite Sustainability, BGS, BRGM, TNO, (2017) - *Study on the review of the list of critical raw materials*. Criticality assessments. Final Report prepared for the European Commission, 93p.
- DIVYA K.C., ØSTERGARD J. (2009) - *Battery energy storage technology for power systems – an overview*. Electric Power Systems Research 79: 511-520.
- EBENSPERGER, A., MAXWELL, P., MOSCOSO, C. (2005) - *The lithium industry: its recent evolution and future prospects*. Resources Policy 30: 218-231.
- FASEL D., TRAN M.Q. (2005) - *Availability of lithium in the context of future D-T fusion reactors*. Fusion Eng. Des. 75-79:1163-1168.
- FILIFE A., INVERNO C.M., OLIVEIRA D.P.S., SANTANA H., MATOS J.X., FARINHA RAMOS J., CARVALHO J., BATISTA M.J., SARDINHA R., SALGUEIRO R., LISBOA V., MACHADO LEITE M.R., CASAL MOURA J., MARTINS L.M., COSTA L.R. (2010) - *Recursos Minerais. O Potencial de Portugal*. LNEG, Lisboa, pp.74.
- GROSJEAN C., MIRANDA P.H., PERRIN M., POGGI P. (2012) - *Assessment of world lithium resources and consequences of their geographic distribution on the expected development of the electric vehicle industry*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16: 1735-1744.
- GRUBER P.W., MEDINA P.A., KEOLEIAN G.A., KESLER S.E., EVERSON M.P., WALLINGTON T.J. (2011) - *Global lithium availability: a constraint for electric vehicles?* Journal of Ind. Ecology 15: 760-775.
- HADJIPASCHALIS I., POULIKKAS A., EFTHIMIOV V. (2009) - *Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13: 1513-1522.
- KESLER S.E., GRUBER P.W., MEDINA P.A., KEOLEIAN G.A., EVERSON M.P., WALLINGTON T.J. (2012) - *Global lithium resources: relative importance of pegmatite, brine and other deposits*. Ore Geology Reviews 48: 55-69.
- KÜHN A., GLÖSER S. (2013) - *The influence of potential raw material shortages on the market penetration of alternative drives*. 15th WCTR, July 11-15, Rio de Janeiro, Brasil.
- KUSHNIR D., SANDÉN B.A. (2012) - *The time dimension and lithium resource constraints for electric vehicles*. Resources Policy 37: 93-103.
- LOPES C., LISBOA V., CARVALHO J., MATEUS A., MARTINS L. (2018) - *Challenges to access and safeguard mineral resources for society: a case study of kaolin in Portugal*. Land Use Policy (in press).
- MATEUS, A., LOPES, C., MARTINS, L., CARVALHO, J. (2017) - *Towards a multi-dimensional methodology supporting a safeguarding decision on the future access to mineral resources*. Mineral Economics, 30: 229-255.
- MOHR S.H., MUDD G.M., GIURCO D. (2012) - *Lithium resources and production: critical assessment and global projections*. Minerals 2(1): 65-84.
- MOSS R.L., TZIMAS E., KARA H., WILLIS P., KOOROSHY J. (2013) - *The potential risks from metals bottlenecks to the deployment of strategic energy technologies*. Energy Policy 55: 556-564.
- OBER, J.A. (2006) - *Lithium*. U.S. Geological Survey Minerals Yearbook. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/lithimyb06.pdf>.
- PRIOR T., WÄGER P.A., STAMP A., WIDMER R., GIURCO D. (2013) - *Sustainable governance of scarce metals: the case of lithium*. Science for the Total Environment 461-462: 785-791.
- RÅDE I., ANDERSON B.A. (2001) - *Requirements for metals of electric vehicle batteries*. Journal of Power Sources 93: 55-71.
- RYDH C.J., SVÄRD B. (2003) - *Impact on global metal flows arising from the use of portable rechargeable batteries*. The Science of the TOTAL ENVIRONMENT 302: 167-184.
- VIKSTRÖM H., DAVIDSSON S., HÖÖK M. (2013) - *Lithium availability and future production outlooks*. Applied Energy 110: 252-266.
- YAKSIC A.Y., TILTON J.E. (2009) - *Using the cumulative availability curve to assess the threat of mineral depletion: the case of lithium*. Resources Policy 34: 185-194.