Proceedings CLME2017/VCEM
8º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia / V Congresso de Engenharia de Moçambique
Maputo, 4-8 Setembro 2017; Ed: J.F. Silva Gomes *et al.*; Publ: INEGI/FEUP (2017)

ARTIGO REF: 6535

A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DOS DEPÓSITOS LITINÍFEROS DE GONÇALO (GUARDA, PORTUGAL) NO ACTUAL PANORAMA EUROPEU DE PROSPECÇÃO, AVALIAÇÃO, EXTRACÇÃO DE LÍTIO PARA APLICAÇÃO EM TECNOLOGIAS VERDES

Romeu Vieira[1], Ana Maria Antão[2(*)], Alexandra Carolino[3]
[1]Instituto de Ciências da Terra, Universidade do Porto, DGAOT, Porto, Portugal
[2]Instituto Politécnico da Guarda (IPG), Guarda, Portugal
[3]Geóloga, Portugal
[(*)]*Email:* anantao@ipg.pt

RESUMO

As crescentes emissões globais de carbono e as constantes situações de poluição nas grandes cidades estão a despertar uma crescente consciencialização ecológica. De acordo com o relatório da Goldman Sachs, o caminho está nas em tecnologias de baixo carbono (TBC). Uma das TBC são os carros híbridos (Hvs) e elétricos (Evs), assim como os complexos de armazenamento energético (grid energy storage). Relativamente à produção de baterias de Li a Europa tem uma capacidade instalada de 1,798 MWh e algumas políticas da EU visam promover a construção de novas instalações de produção e desenvolvimento tecnológico de baterias. As tecnologias desenvolvidas na extração de Li dos minérios, levou à redução dos custos de extração, tratamento e produção, especialmente nos depósitos pegmatíticos. Empresas internacionais vêm em Portugal o potencial para desenvolverem os seus projetos de prospeção e pesquisa. Na Península Ibérica existe uma das maiores cinturas de depósitos de Li da Europa. Estes depósitos são maioritariamente pegmatitos litiníferos, encaixados em metassedimentos ou em granitóides Variscos nas zonas da Galiza-Trás-os-Montes e Centro-Ibérica. O campo pegmatítico de Gonçalo (Guarda) enquadra-se numa zona granítica onde afloram granitos Variscos. Com aumento dos preços do carbonato de lítio (LCE) e hidróxido de lítio, os depósitos pegmatíticos revelam-se agora fontes economicamente rentáveis de Li. Com a otimização dos processos de extração de Li dos depósitos pegmatíticos de lepidolite e zinnwaldite, estes são atualmente uma fonte não tradicional de lítio, com custos de produção equiparáveis aos depósitos pegmatíticos de espodumena. Há necessidade agora de provar a existência de recursos e reservas minerais de acordo com os códigos internacionais, e o interesse destas empresas cotadas em bolsa apresenta-se como uma excelente oportunidade, quer para as empresas nacionais, quer para o país, para atingir esse há muito adiado objetivo.

INTRODUÇÃO

As crescentes emissões globais de carbono e as constantes situações de poluição nas grandes cidades mundiais estão a despertar uma crescente consciencialização ecológica da sociedade. O que na conferência da ONU para o clima (Quioto,1992) pareciam meras medidas políticas, tornaram-se na conferência sobre o clima da ONU em Paris (2015), reais preocupações ambientais a reboque do escândalo da VW e dos efeitos de *smog* na China. De acordo com o relatório da Goldman Sachs [Low carbon Economy, 2015] o caminho deve ser uma aposta em tecnologias de baixo carbono e menos centrado no "aquecimento global".

Uma das tecnologias de baixo carbono com grande impacto nas tecnologias verdes, é a dos carros híbridos (Hvs) e eléctricos (Evs), sem esquecer o potencial dos grandes complexos de armazenamento energético (*grid energy storage*). Pressionados pela consciencialização ambiental, por políticas de economias verdes (*greening economies*), e em consequência dos recentes escândalos de poluição automóvel, os grandes construtores automóveis querem uma fatia deste mercado. O fenómeno Tesla é um bom exemplo disso. A nível europeu a Mercedes, BMW, Renault, Volvo, Audi e VW, apresentam mais de 20 modelos Hvs e Evs. No que diz respeito à produção de baterias de lítio a Europa tem uma capacidade instalada de 1,798 MWh [relatório CEMAC, 2015] e algumas políticas europeias querem promover a construção de novas instalações de produção e desenvolvimento tecnológico. A cadeia de valor associada a este mercado que permite a reciclagem e re-utilização das baterias é também um mercado a ter em consideração no contexto da Europa.

O impulso dado em direção a soluções tecnológicas limpas (*cleantech solutions*) no setor dos transportes, energia e eletrónica, têm potenciado o mercado das baterias de lítio que atualmente se encontra em forte expansão. O recente relatório da BCG [BCG, 2016], estima que o mercado de carros elétricos atinga cerca de 25 biliões de $US em 2020, com cerca de 14 milhões de carros elétricos vendidos na China, Japão, Estados Unidos da América e Europa ocidental. Estima-se que perto de 40% do fornecimento total de Lítio seja usado na produção de baterias, nomeadamente para carros elétricos (Evs).

ENQUADRAMENTO

Sendo assim não será surpresa que a procura de lítio para estes equipamentos aumente de um valor de 0,3 milhões em 2015 para 11 milhões em 2025, estimando a Bloomberg New Energy Finance que a venda destes veículos em 2040 atinja os 41 milhões (cerca de 35 % de todos os veículos vendidos). É este mercado o grande impulsionador da procura de lítio no mundo, com taxas de crescimento anual da ordem dos 16 %. O gráfico 1 mostra essa evolução.

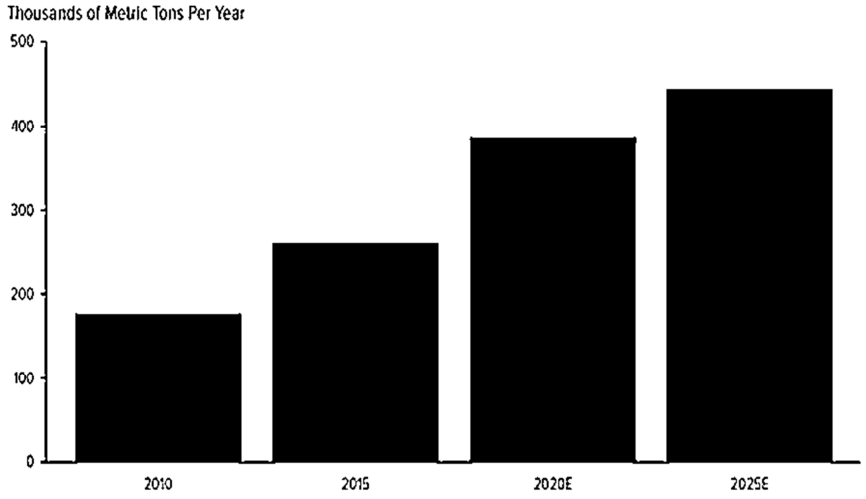

Gráfico 1 - Capacidade de surgimento de novas minas de lítio. Fonte (USGS, Finantial Times, U.S. Global Investors, Bernstein)

Foram assim desenvolvidas novas tecnologias, quer no armazenamento, quer na extração de lítio dos minérios que levou à redução dos seus custos de extração, tratamento e produção

especialmente nos depósitos de pegmatitos litiníferos. Após terem assegurado os melhores depósitos pegmatíticos nos seus países, companhias de prospeção e pesquisa (P&P) australianas e canadianas começaram a tentar garantir outros depósitos de pegmatitos litiníferos, sendo a Europa e muito concretamente Portugal uma das suas bases de P&P (Figura 1). Com efeito os últimos dados do USGS e do US Global Investors [USGS, 2017] colocam Portugal como o maior produtor europeu de lítio nos últimos 3 anos (Gráfico 2)

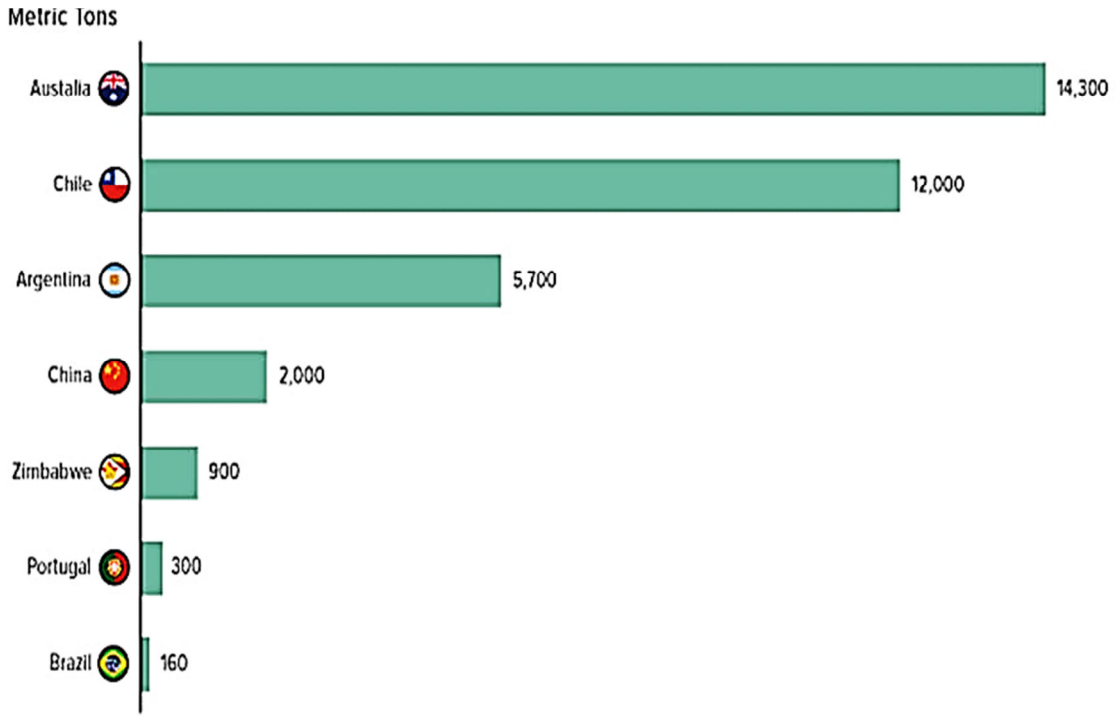

Gráfico 2 - Maiores produtores mundiais de lítio (dados de 2016). Fonte (USGS, U.S. Global Investors)

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), a China já lidera o mundo no número de ciclomotores elétricos e frotas de autocarros, esperando-se que até 2020 as suas empresas de automóveis dupliquem a sua capacidade de produção de carros elétricos, estando a sua aquisição isenta de impostos como forma de promover o seu uso entre os cidadãos chineses.

O gráfico 3 alerta-nos para a necessidade de encontrar abastecimento para as várias aplicações possíveis, de lítio, já em curso, mas também nos alerta para as inúmeras aplicações que certamente serão despoletadas pelo avanço tecnológico dos próximos anos.

Este raciocínio foi igualmente válido para outas matérias-primas como por exemplo o níquel, quando este foi disponibilizado no mercado de consumo de matérias primas.

A preocupação energética tem levado a avanços tecnológicos que alguns anos atrás eram impensáveis. Por exemplo a energia elétrica, que era produzida em função dos consumos

imediatos hoje é encarada como possível de ser produzida e armazenada para ser guardada e, portanto, ficar disponível em função das necessidades do momento.

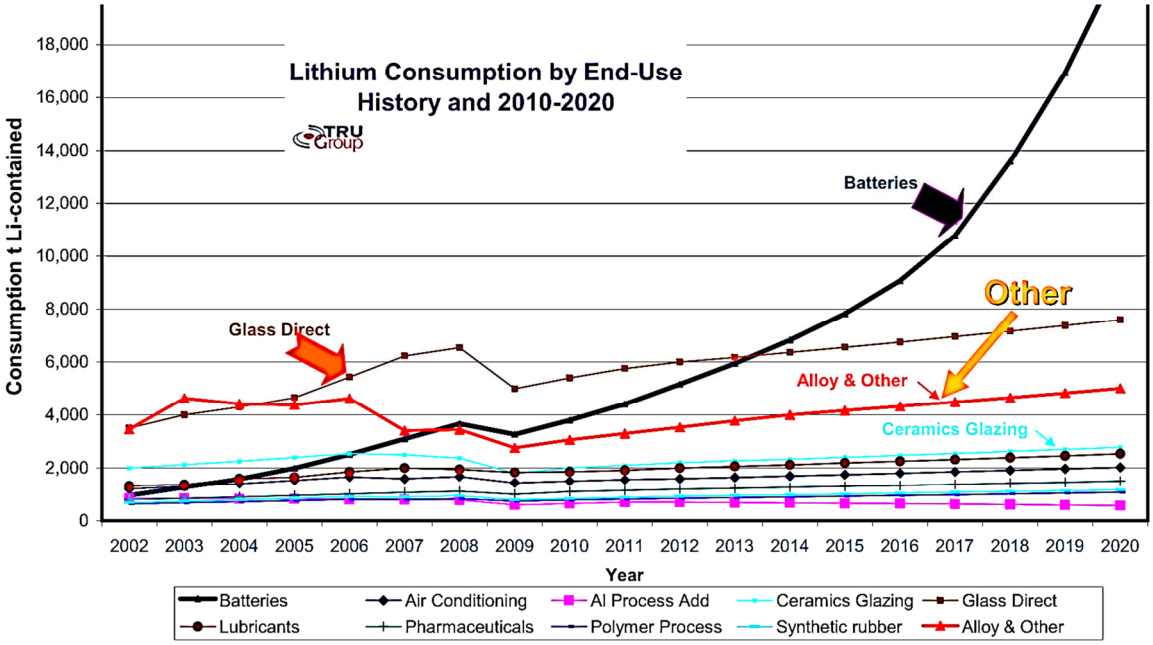

Gráfico 3 - Projeção da utilização de lítio, nos vários setores empresariais, desde 2002 até 2020.
Fonte TRU Group, 2011.

Espera-se que a diversificação das aplicações de lítio seja crescente (Gráfico 4), embora o tradicional abastecimento à indústria cerâmica não seja descorado, ainda que esta, esteja a atravessar um período de crise em consonância com a crise da construção civil a nível nacional e europeu.

O ano de 2016 foi o ano de excelência para o surgimento de inúmeras "jovens empresas" em todo o mundo a par com empresas tradicionais do setor que operam não só partindo de rocha dura, mas também partindo de exploração de lítio das salmouras.

Este ultimo é um mercado tradicionalmente implantado no chamado triangulo sul americano que engloba: o Chile, a Argentina e a Bolívia. A Austrália tem, até ao momento, a maior produção de lítio aliado a patentes estratégicas que têm sido registadas permitindo a diversificação das fontes de lítio.

O LÍTIO EM PORTUGAL

Um acordo recentemente celebrado entre uma empresa australiana e um grupo português tradicionalmente vocacionado para soluções destinadas à indústria cerâmica, patenteia a dinâmica empresarial portuguesa e a sua preocupação na poupança energética. Efetivamente, a presença do pegmatito com lítio permite aproveitar a sua ação fundente, durante a cozedura da pasta cerâmica, diminuindo, assim, a fatura energética nos custos de produção final.

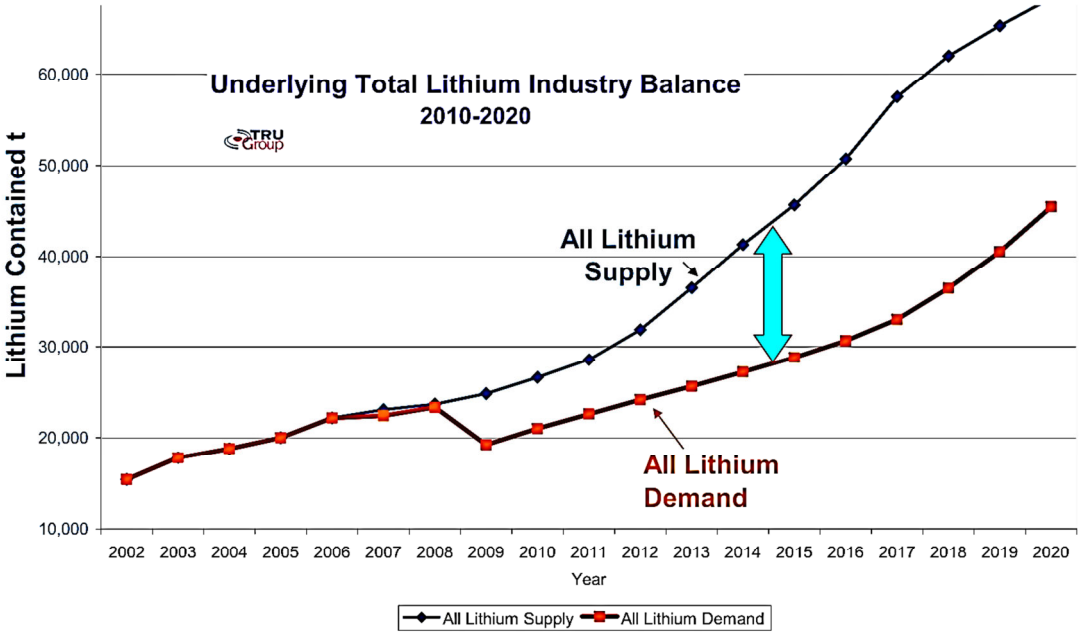

Gráfico 4. Demostração gráfica entre a procura de lítio e toda a oferta de abastecimento ao mercado, projetada desde o ano de 2002 até 2020 no mundo. Fonte TRU Group, 2011.

O maior grupo empresarial que explora várias minas em Portugal, incluindo minas em que o lítio se encontra em fórmulas químicas e mineralógicas diferentes, não abdica de continuar a abastecer as necessidades da indústria cerâmica. Nas suas instalações faz já uma pré concentração física que atinge cerca de 2.5% Li_2O, destinado, tradicionalmente, ao abastecimento das necessidades da indústria cerâmica não só nacional como, também para a exportação.

Todos os dados até agora recolhidos apontam para um elevado potencial da zona dada a concentração natural da formação geológica e a sua continuidade, permitindo destacar o seu elevado potencial. O acordo, agora alcançado permitirá delimitará e recolher mais informação para a quantificação das potencialidades do jazigo em causa, licenciado pelo estado português com o número MNC 000008, e com uma extensão de cerca de 634 ha à cota variável entra 450m e 850m.

O governo atento às potencialidades existentes no país anunciou no início do passado mês de dezembro a constituição de um grupo de trabalho com a missão de identificar e caraterizar depósitos de lítio e possibilidades de prospeção e aproveitamento, referindo recentemente o Secretário de Estado da Energia que "*O potencial dos recursos geológicos nacionais, como fator de desenvolvimento económico e com uma importância estratégica crescente, determina a adoção de medidas de valorização e promoção dos bens naturais existentes em Portugal, numa ótica de sustentabilidade ambiental e de responsabilidade social*".

A figura 1 identifica no território português os pedidos de P&P que deram entrada na Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) no último ano e meio, apenas para minerais de lítio. No seguimento de trabalhos subsequentes, foram identificadas três grandes áreas de prospeção no norte e centro de Portugal rica em pegmatitos litiníferos com petalite/espodumena (ver figura 1): Barroso-Alvão, Serra da Arga e Barca de Alva.

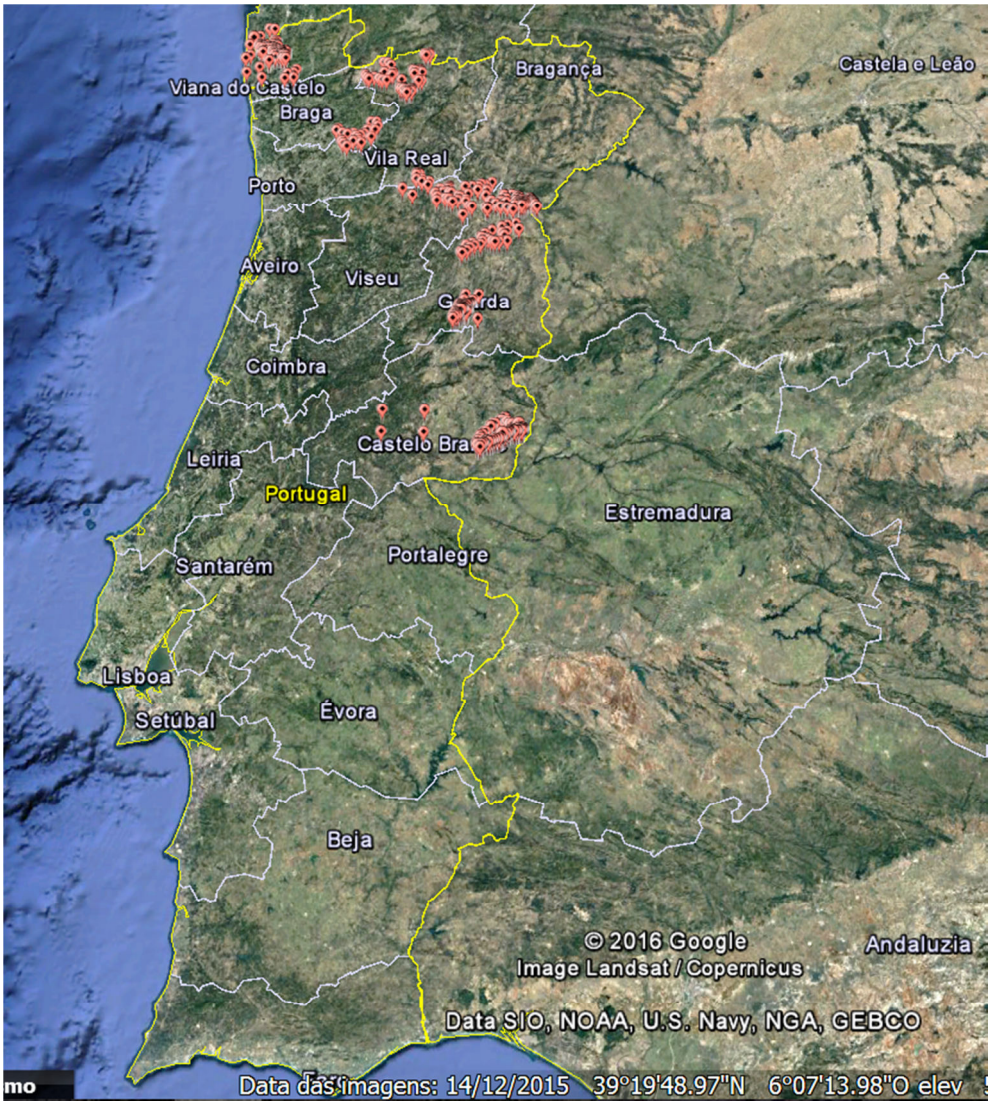

Fig. 1 - Implantação dos limites (📍) dos pedidos de P&P para lítio, requeridas ao Estado Português nos últimos 18 meses. Fonte: Diário da República, 2.ª série, várias datas.

O primeiro destes encontra-se em fase avançada de prospeção (Projeto Sepeda) na zona de Boticas por um consórcio luso-australiano (Lusidakota). Esta identifica como vantagens de Portugal a existência de infra-estruturas de energia e transporte que permitem a entrega diária de matéria-prima e a proximidade da matéria em relação aos espaços de armazenamento, o que reduz o investimento a realizar.

Pelo menos 25 localidades foram identificadas e estudadas no território português, sendo algumas delas sido alvo de extração mineira nas últimas décadas [Roda-Robles et. al, 2016]. No passado as zonas mineiras de Almendra-Barca de Alva [Almeida, 2003; Gaspar, 1997; Lima et. al, 2003; Ramos et. al, 1978], Argemela [Ferraz et. al, 2010; Noronha, J.L.A, 2010], Barroso-Alvão [Martins et. al, 2007; Lima, 2000; Lima et. al, 2003a], Seixo-Amarelo-Gonçalo [Farinha Ramos, 1998, 2010; R. Vide, 2011; Neves, O. 1983], e da Serra de Arga [Leal Gomes, 1994] deram o seu valioso contributo para o conhecimento da geologia destes depósitos litiníferos em Portugal.

Na Península Ibérica existe uma das maiores cinturas de depósitos de lítio da Europa (Figura 2). Estes depósitos são essencialmente corpos pegmatíticos litiníferos, encaixados quer em

rochas metassedimentares, quer em granitóides Variscos ao longo de uma faixa de direção NNO-SSE nas zonas da Galiza-Trás-os-Montes e Centro-Ibérica.

O PROJETO DE IC&DT E O CAMPO APLITOPEGMATITICO DE GONÇALO

Atualmente encontra-se em exploração o campo pegmatítico de Seixo-Amarelo-Gonçalo, o cabeço da Argemela no Fundão, esperando-se para muito breve a entrada em exploração do campo de Boticas-Chaves (Projeto Sepeda).

É neste contexto, de grande atividade mineira, que o Projeto 023720 (AAC/02/SAICT/2016) se enquadra. Trata-se de um projeto de IC&DT, enquadrado no programa Portugal 2020, que pretende dar a conhecer e promover na comunidade local e nacional a mais-valia do campo aplitopegmatitico existente na zona de Gonçalo-Seixo Amarelo. Sendo o objetivo primário deste projeto, reforçar a investigação nesta área, bem como o desenvolvimento tecnológico e a inovação, tem uma importante componente no uso eficiente, seguro e sustentável dos recursos locais bem como uma vertente de exploração da herança cultural que este tipo de atividade de setor primário pode certamente potenciar em regiões de baixa densidade. Pretende-se assim, aprofundar o conhecimento sobre o campo aplitopegmatítico da região, promovendo a sua sustentabilidade através de uma gestão eficiente dos seus recursos endógenos sem descurar a componente ambiental, bem como desenvolver produtos, processos e serviços com vista à dinamização das cadeias de valor associadas aos recursos naturais, neste caso o lítio.

As atividades que se propõem realizar no âmbito deste projeto vão desde os levantamentos topográficos e cadastrais, a estudos geológicos/geotécnicos, e a estudos de impacte ambiental onde se propõe fazer a monitorização dos recursos hídricos superficiais bem como da qualidade do ar e solos, suscetíveis de sofrer alterações profundas com a atividade extrativa. As atividades de divulgação/promoção irão potenciar o desenvolvimento de produtos e serviços ligados a este setor, tendo a população local um papel fundamental na sua dinamização e concretização.

O campo pegmatítico de Gonçalo (Guarda) enquadra-se numa zona granítica onde afloram granitos Variscos, peraluminosos do tipo-S. A maioria das soleiras litiníferas ocorrem encaixadas na fácies do granito da Guarda (porfiroide, essencialmente biotítico), assim como alguns corpos instalados em rochas metassedimentares (Figura 2). Os afloramentos das soleiras pegmatíticas surgem numa encosta do maciço granítico da Serra da Estrela, em elevações entre os 450 e os 850m. A maioria das soleiras são sub-horizontais e com possanças <3,5m. Além do quartzo, feldspatos e moscovite, outras fases minerais de Li, Be, Nb, Ta, e Sn também ocorrem. São definidos três tipos de filões (dois de soleiras pegmatíticas e um tipo misto): 1) filões litiníferos, ricos em lepidolite que ocorrem nos níveis estruturais mais elevados; 2) filões estaníferos que afloram em níveis estruturais mais baixos a sudeste da falha NE-SO Vela-Gonçalo; 3) filões mistos que aparecem numa posição intermédia. A intrusão destes corpos pegmatíticos induziu na zona granítica encaixante fenómenos de metassomatismo, com substituição da biotite por zinnwaldite nas zonas de contacto. Os valores médios de Li nas soleiras litiníferas são 5845 ± 592ppm (N=43), ou seja 1,24% Li_2O [Farinha Ramos, 1998].

Com o aumento da procura, e consequente aumento dos preços do lítio, principalmente dos compostos usados no fabrico de baterias de lítio, carbonato de lítio (LCE) e hidróxido de lítio

(LH), os depósitos pegmatíticos revelam-se agora fontes economicamente rentáveis de lítio (Gráfico 5).

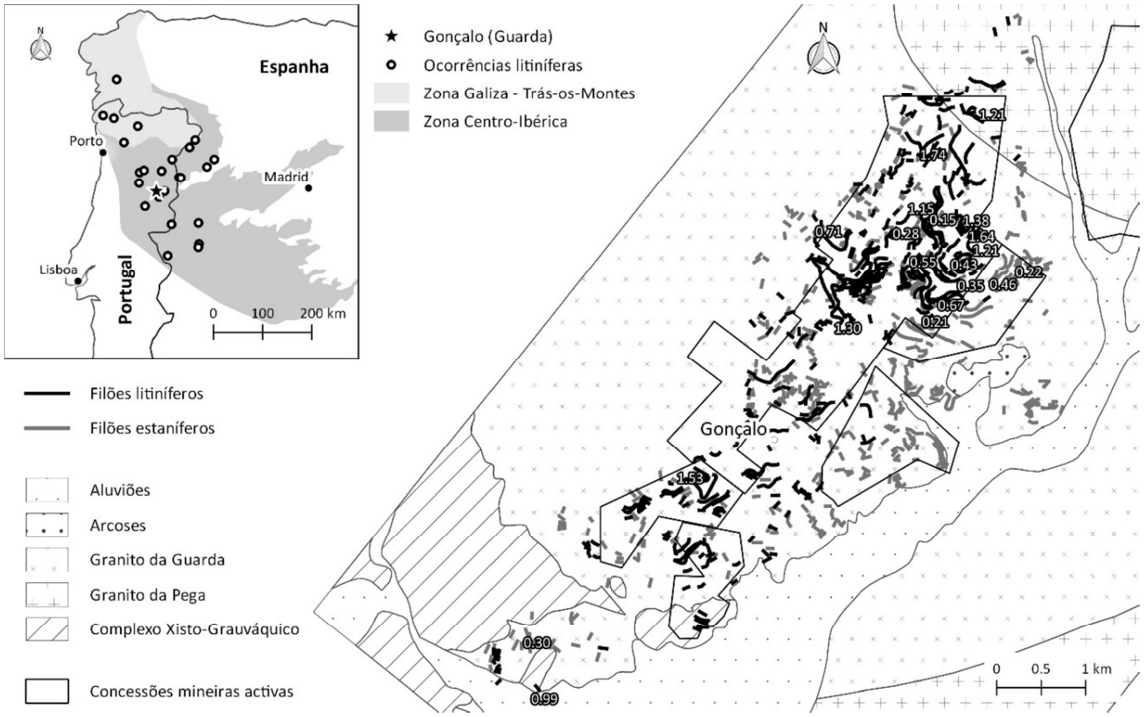

Fig. 2 - Campo pegmatítico de Gonçalo e principais ocorrências litiníferas da Península Ibérica. Os valores na figura referem-se a valores de %Li_2O de amostragem de rocha-total [adaptado de Farinha Ramos, 1998; Roda-Robles et al., 2016].

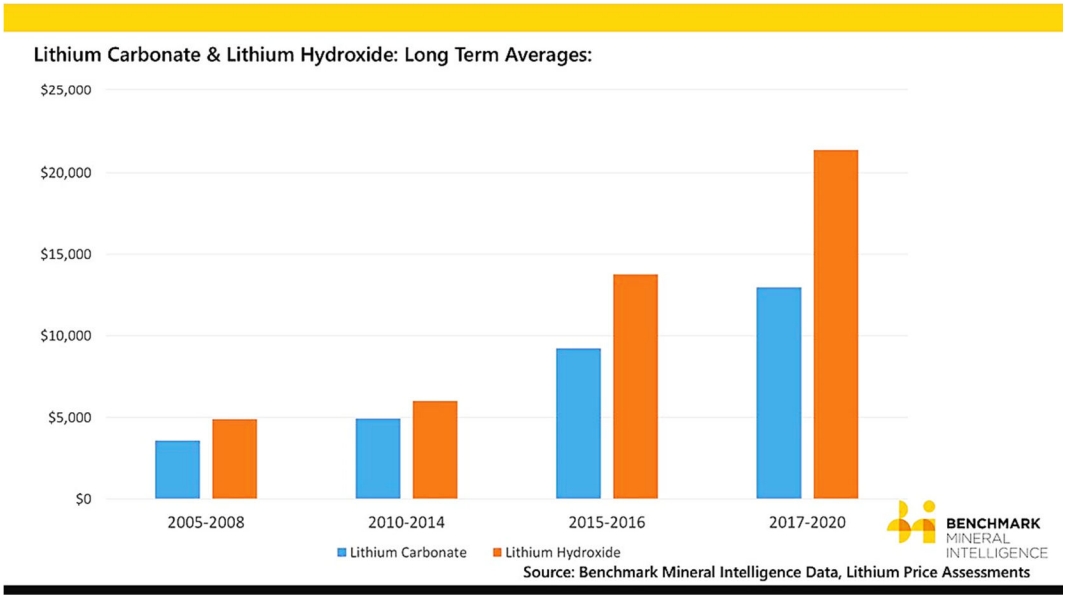

Gráfico 5 - Projeção dos preços de lítio (carbonato de lítio e hidróxido de lítio) para os próximos 3 anos segundo a Benchmark Mineral Intelligence. (Fonte INN, 29 março 2017)

Se historicamente os depósitos de espodumena eram os únicos economicamente competitivos, a otimização dos processos de beneficiação e extração de lítio dos depósitos pegmatíticos de lepidolite e zinnwaldite tornou-se atualmente numa fonte não tradicional de lítio, com custos de produção equiparáveis aos de espodumena.

Assim, o campo pegmatítico de Gonçalo, Guarda apresenta-se como uma fonte estratégica de lítio. Há décadas que a extração destas soleiras litiníferas é realizada por diferentes empresas portuguesas, com diversas concessões mineiras ativas na região (Figura 2). Esta atividade despertou o interesse de várias companhias listadas em bolsas internacionais, reproduzido nos pedidos de P&P submetidos em 2016 (Figura 1).

CONCLUSÕES

O próximo passo, e talvez o mais importante, quer na zona do Gonçalo, quer a nível Ibérico, é a definição de recursos e reservas minerais. Uma das vantagens da região de Gonçalo, relativamente a outros campos pegmatíticos, é o facto de já terem contratos de concessão mineira garantidos. Se tivermos em conta a estimativa de minério litinífero apresentada por Farinha Ramos [1998] de 1,4M de toneladas, e assumindo o teor médio das soleiras litiníferas, estamos na presença de um potencial litinífero de aproximadamente 43.000 toneladas métricas de LCE. A título de exemplo, a Tesla estima a produção de 80.000 Evs em 2017, com uma necessidade estimada de 8000 toneladas métricas de LCE para a produção das baterias de lítio.

Há necessidade agora de provar a existência de recursos e reservas minerais de acordo com os códigos internacionais, e o interesse destas empresas cotadas em bolsa apresenta-se como uma excelente oportunidade, quer para as empresas nacionais, quer para o país, para atingir esse há muito adiado objetivo. Os últimos dados da INN baseados na Mineral Commodity Summaries (USGS, 2017) colocam o Chile, a China, a Argentina e a Austrália como os países com as maiores reservas calculadas de lítio do mundo, estando Portugal em quinto lugar (e primeiro na Europa) com uma previsão de 60000 MT de lítio, que interessam conhecer e explorar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), o Programa COMPETE (Portugal 2020), o Centro de Geociências da UC e a UDI do Instituto Politécnico da Guarda (Projeto 023720 AAC/02/SAICT/2016 em aprovação).

REFERÊNCIAS

[1]-Almeida, C.M.P. Estudo do filão aplitopegmatítico da mina da Bajoca, Almendra. Contribuição científico-tecnológica. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, 2003.

[2]-Bloomberg News, Germany Plans $1.4 Billion in Incentives for Electric Cars, consultado em 02.05.2016 na página http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-27/germany-planning-1-4-billion-in-incentives-for-electric-cars.,2016.

[3]-CEMAC, Automotive Lithium-ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations, 25p., disponível em http://www.nrel.gov/docs/fy16osti/66086.pdf.,2015.

[4]-Farinha Ramos J., Aplitopegmatitos com mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo - Gonçalo. O recurso geológico. “Ciências geológicas- Ensino e Investigação e sua História”, 2010.

[5]-Farinha Ramos J., Mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo-Gonçalo. Contribuição para o seu conhecimento, Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, 2 Vol., 659p.,1998.

[6]-Farinha Ramos, J., Locality No.5, Seixo-Amarelo - Gonçalo rare element aplite-pegmatite field. In: A. Lima & E. Roda-Robles (Eds). Granitic Pegmatites: the state of the art, Field Trip Guidebook, Dep. Geologia da FCUP, Porto, Portugal, Memórias no. 9, pp. 73-87,2007.

[7]-Ferraz, P., Rodrigues, B.C., Oliveira, A, Farinha Ramos, Resultados da campanha de prospeção do jazigo de Sn-Li de Argemela. VIII Congresso Nacional de Geologia, 4p., 2010.

[8]-Gaspar, L., Contribuição para o estudo das mineralizações de Sn, W e Li do sector Barca de Alva - Escalhão. Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa, 1997.

[9]-Goldman Sachs, Low carbon Economy. Equity Research, (2015) 53p., disponível em http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/new-energy-landscape-folder/report-the-low-carbon-economy/report.pdf.

[10]-INN. Investing News Network. www.investingnewsnetwork.com

[11]-Leal Gomes, C., Estudo estrutural e paragenético de um sistema pegmatoide granítico - o campo aplitopegmatitico de Arga -Minho (Portugal). Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, 695 p., 1994.

[12]-Lima, A., Almeida, C. & Noronha, F., A zonação mineralógica do filão principal da mina da Bajoca no campo aplitopegmatítico de Almendra (Nordeste de Portugal). CD-ROM do Volume Especial do VI Congresso Nacional de Geologia V, 49-51, 2003.

[13]-Lima, A., Estrutura, Mineralogia e Génese dos Filões Aplitopegmatíticos com Espodumena da Região do Barroso-Alvão (Norte de Portugal). Tese de Doutoramento. Universidade do Porto, Portugal and INPL, Nancy, France. 270pp, 2010.

[14]-Lima, A., Vieira, R. C., Martins, T. C., Farinha, J. A., Noronha, F. M. P., Charoy, B., Os filões aplitopegmatíticos litiníferos da região Barroso-Alvão (Norte de Portugal). Memórias e Notícias, nº2 (Nova Série), pp. 173-194. Publ. do Dep. Ciências da Terra e do Museu Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra, 2003a.

[15]-Martins, T., Lima, A. and Noronha, F., Locality No. 1 - An overview of the Barroso-Alvão Aplite-Pegmatite Field. Memórias Nº 9 - Granitic Pegmatites: The State of the Art - Field Trip Guidebook. Edited by Alexandre Lima e Encarnación Roda Robles. Porto, 2007

[16]-Martins, T., Multidisciplinary study of pegmatites and associated Li and Sn-Nb-Ta mineralisation from the Barroso-Alvão region. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto. http://hdl.handle.net/10216/83857, 2009.

[17]-Neves, O., Caracterização químico-estrutural e petrográfica das micas litiníferas da mina do castanho nº 1 (Gonçalo-Guarda). Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, 1993.

[18]-Noronha, J.L.A., Viabilidade técnica da valorização de um minério de ambligonite da Argemela através de flutuação por espumas. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, 2010.

[19]-Roda-Robles, E., Pesquera, A., Gil-Crespo, P., Vieira, R., Lima, A., Garate-Olave, I., Martins, T. & Torres-Ruiz, J., Geology and Mineralogy of the Li-mineralizations in the Central Iberian Zone (Spain and Portugal), Mineral. Mag., 80/1 (2016) 103-126.

[20]-TRU Group, Inc., Shocking Future Battering the Lithium Industry through 2020, 2011.

USGS, Mineral commodity summaries, 202 p. https://doi.org/10.3133/70180197, 2017.

[21]-Vide, R., Mina de Alvarrões. Concessão de exploração do depósito de Feldspato, Quartzo e Lítio C-8. Visita integrada no MiniFórum CYTED/IBEROEKA, 2011.