

Contestação e dúvida ambiental sobre a exploração do lítio em Portugal: Contribuição da educação em Geociências para uma educação cidadã

Margarida Morgado^{1,3}, Jorge Bonito^{2,3}, Jorge Medina^{4a}, Dorinda Rebelo^{3,5},
Luís Marques³ & António Soares de Andrade^{4b}

¹ Escola Secundária Viriato, Estrada Velha de Abraveses, P-3510 204 Viseu, Portugal.
E-mail: morgadommargarida@gmail.com

² Universidade de Évora, CIEP-Centro de Investigação em Educação e Psicologia e Escola de Ciências Sociais, Departamento de Pedagogia e Educação, Largo dos Colegiais, 2, P-7002 554 Évora, Portugal. Email: jbonito@uevora.pt

³ Universidade de Aveiro, CIDTFF-Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores, Campus Universitário de Santiago, P-3810 193 Aveiro, Portugal. Email: luis@ua.pt

⁴ Universidade de Aveiro, GeoBioTec - Centro de Investigação em Geobiociências, Geotecnologias e Geo-engenharias, Departamento de Geociências., Campus Universitário de Santiago, P-3810 193 Aveiro, Portugal. Email: jmedina@ua.pt^a; asandrade@ua.pt^b

⁵ Agrupamento de Escolas de Estarreja, Rua Dr. Jaime Ferreira da Silva, P-3860 256 Estarreja, Portugal. Email: dorinda.rebelo@gmail.com

Resumo: A elaboração deste capítulo foi motivada pela preocupação com uma educação em ciências que, em sintonia com as atuais orientações defensoras da autonomia curricular, seja capaz de capacitar os alunos para poderem fundamentalmente participar em discussões relativas a temáticas, que estejam a merecer a atenção social. A problemática do lítio, que tem merecido espaço na comunicação social, é aqui tratada em três secções: controvérsia atual e quadro legal nacional e europeu referente à exploração de recursos; geologia do lítio em Portugal e obrigações de carácter ambiental; contribuição das Geociências para uma educação cidadã. Assim, assinalam-se certezas, dúvidas e contestações expressas através da dinâmica de interesses económicos, políticos

e de cidadania; aborda-se depois a legislação do Estado Português e da União Europeia, bem como a posição do grupo de trabalho constituído para estudar a exploração do lítio, num quadro de sustentabilidade. Segue-se o enquadramento geológico, em que pode coexistir o elemento em apreciação, referindo-se para o caso de Portugal as rochas pegmatíticas e um conjunto de minerais. Fica também uma observação quanto aos processos e métodos de exploração, bem como a questões de impacte ambiental inerentes e, ainda, à obrigatoriedade de definir procedimentos, que, pelo menos, as mitiguem. Finalmente, toma-se em consideração a matriz do Sistema Educativo Português, genericamente delineado na Constituição da República, aprofundado na respetiva Lei de Bases e operacionalizado, por exemplo, no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, assim como no quadro definido pela Autonomia e Flexibilidade Curricular. Analisando-se as aprendizagens essenciais, aponta-se para que, no âmbito das Geociências, a temática do lítio possa ter espaço no 7.º ano, no subtema da Geologia e sustentabilidade, no 8.º, 11.º e 12.º anos, aquando da abordagem da exploração sustentada de recursos geológicos. Reconhece-se, ainda, que os Domínios da Autonomia Curricular, valorizando a interdisciplinaridade, suscitam oportunidades para enriquecer a formação dos alunos, ao permitirem a abordagem de questões como a da sustentabilidade dos recursos naturais, presentes nos debates da atualidade. Mostra-se ser possível no âmbito da educação em ciências, particularmente das Geociências, uma abordagem curricular, integrando temáticas socialmente relevantes, como é a da exploração do lítio.

Palavras-chave: Controvérsia popular, Educação em Geociências, Exploração mineira, Impacte ambiental, Mineralizações de lítio em Portugal.

Abstract: The purpose of this chapter is based on the authors' concern with a specific kind of earth sciences education that, in articulation with the guidelines of the curricular autonomy, enables the students to critically participate in discussions related to subjects deserving the attention of society. The issue of lithium exploitation, which has been given space in the media is dealt here in three sections: current controversy and legal framework regarding the exploitation of resources; geology of lithium in Portugal and environmental obligations; earth sciences education contribution to a citizen education. Then through the dynamics of economic, political and social interests, certainties, doubts and challenges have been highlighted; the Portuguese State and the European Union legislation are addressed, as well as the position of the working group created to study the exploitation of lithium in a sustainability context. The geological environment in which lithium may exist, namely in Portugal, at the pegmatites rocks, is being discussed afterward as well as the exploitation environmental implications. Finally, the matrix of the Portuguese Educational System is taken into account, generically outlined in the Constitution of the Portuguese Republic, further developed in the respective Basic Law. It was operationalized, namely both by the Profile of Students Leaving Mandatory Education, as well as in the framework defined by Autonomy and Curricular Flexibility. When essential learnings are analysed, we realize that in the scope of Earth Sciences, the theme of the lithium may occur at the schooling 7th grade level, according to the sub theme Geology and sustainability; as far as the 8th, 11th and 12th grade are concerned, during the sustained exploitation of geological topics. It is also recognized that the Domains of Curricular Autonomy, valuing interdisciplinarity, give rise to opportunities that enrich the students' education, by approaching issues such as sustainability of natural resources, present in current discussions. So, this chapter reveals that it matters, and it is possible to develop an earth sciences education approach close to social issues, such as it is lithium exploitation.

Keywords: Popular controversy, Geoscience education, Mining, Environmental impact, Lithium mineralizations in Portugal.

Entre a contestação e a dúvida

Posições em confronto

Uma *Reportagem Especial sobre a Exploração de Lítio - Portugal à Carga*, da autoria de João Faiões, foi exibida em 9 de novembro de 2019, no canal de televisão privado Sociedade Independente de Comunicação, S.A. (Faiões, 2019). Ao longo de cerca de 27 min, o jornalista traça um perfil de narrativas sobre a exploração do lítio em rota de colisão. De um dos lados, a certeza da oposição das populações das zonas a concessionar que receiam pelos impactes ambientais provocados pelas explorações a céu aberto que estão previstas e a visão cética de um geólogo da Universidade do Minho acerca da rendibilidade da exploração. Do outro, a confiança do empresário, que garante que o “petróleo branco”, elemento fundamental das baterias dos automóveis elétricos, é o minério do futuro para a produção de lucro, e a do político que quer alavancar Portugal a tomar a dianteira na nova revolução industrial, ao nível da exploração de minerais de lítio, da produção de concentrados e de baterias de lítio. São narrativas síncronas, mas centradas em preocupações com horizontes temporais diversos: o imediatismo e interesse pessoal, ou o lucro e o relançamento de uma “segunda pedra” na atividade mineira portuguesa.

A exploração e extração de recursos minerais teve no passado impactos negativos assinaláveis. É certo que uma intensa atividade mineira contribui para a criação de emprego (direto e indireto) e para o desenvolvimento da economia nacional. Porém, muito do que se fez foi sem respeito pelo cumprimento das boas práticas e de normas de reabilitação ambiental, já então existentes¹. É, pois, um facto, que nunca se valorizou, para além de alguns diplomas legais, a recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas; mas também é verdade que a população, pouco sensibilizada para o problema, pouco interveio ou reivindicou essa recuperação. Nos últimos anos reconheceu-se a gravidade da situação e a sociedade hodierna tornou-se particularmente sensível à preservação do ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

Sublinhe-se que a *Declaração do Milénio das Nações Unidas*, adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas através da resolução 55/2, de 8 de setembro de 2000, reafirma o apoio aos princípios do desenvolvimento sustentável, nomeadamente os enunciados na Agenda 21 e que “we must spare

¹ Veja-se, por exemplo, o caso de cerca de 230 000 t de resíduos industriais perigosos, provenientes da Siderurgia Nacional, que laborou entre 1976 e 1996, na Maia, depositadas em 2001-2002 nas escombreiras das minas de carvão de São Pedro da Cova, no concelho de Gondomar. A segunda fase de remoção destes resíduos, que deveria ter arrancado em 2018, foi suspensa e continuava a aguardar, em junho de 2019, pela decisão do Tribunal Administrativo e Fiscal (TAF) de Braga, sobre o processo de impugnação pré-contratual instaurado ao ato de adjudicação da empreitada (Lusa, 2019, 5 de junho). Ao longo dos anos, esta situação tem sido motivo de muita contestação da comunidade local que organizou manifestações e vigílias. O executivo da União de Freguesias de Fânzeres e São Pedro da Cova lançou uma campanha com o nome “Remoção total dos resíduos perigosos já!” que consistiu na distribuição de 10 000 postais que têm imagens que simbolizam sinais de perigo e produtos tóxicos e uma mensagem a resumir o caso, sendo destinatário o primeiro-ministro (Pinto, 2019, 10 de maio). Em 15 de novembro de 2019, milhares de alunos do município de Gondomar realizaram um cordão humano a pedir a remoção dos resíduos. Nesse mesmo dia, o ministro do Ambiente e da Transição Energética anunciou que o TAF decidiu contra a empresa que contestou o concurso público, dando conta que a remoção dos resíduos iniciaria em 2020 (Bento & Rei, 2019, 16 de novembro). Em 5 de março de 2020, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte anunciava que o processo de retirada de resíduos industriais perigosos aguardava visto do Tribunal de Contas, relativamente à prestação de serviços.

no effort to free all of humanity, and above all our children and grandchildren, from the threat of living on a planet irredeemably spoilt by human activities, and whose resources would no longer be sufficient for their needs” (UN, 2000). Em conformidade, prevêem-se e adotam-se procedimentos para reabilitar e monitorizar as áreas degradadas a fim de assegurar a qualidade do solo, da água e da cobertura vegetal, contribuindo para a saúde das populações, como vem a ser o caso das antigas minas de urânio da Urgeiriça (Rebelo et al., 2018), situadas na freguesia de Canas de Senhorim, no concelho de Nelas, o da antiga área mineira do Lousal, sita na freguesia de Azinheira dos Barros, no concelho de Grândola, e o de um dos mais importantes centros de extração de cobre da Europa situado nas minas de São Domingos, na freguesia de Corte do Pinto, concelho de Mértola, três bons exemplos de práticas para recuperar os parques mineiros (IFT Films, 2009). Este programa de reabilitação ambiental de áreas mineiras degradadas é já um notável caso de sucesso².

O setor mineiro continua a oferecer perspetivas muito promissoras para o desenvolvimento económico de Portugal, ultrapassando em larga escala o peso que tem em termos de coeficiente nos agregados macroeconómicos, como o PIB e as exportações, pelo impacte regional que promove e o contributo que proporciona a setores a jusante. Cerca de 52% da indústria transformadora portuguesa (em termos de Valor Acrescentado Bruto) consome recursos minerais (não energéticos) (Guedes, 2019, 5 de julho). É nesse sentido que a *Estratégia Nacional para os Recursos Geológicos - Recursos Minerais* aponta, tendo como objetivo a promoção do setor mineiro, de modo sustentável, no plano económico, social, ambiental e territorial e promovendo o crescimento da economia nacional e o desenvolvimento regional, garantindo retorno e emprego para as populações locais e assegurando o desenvolvimento das comunidades onde se insere (Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/2012, de 11 de setembro).

A atividade mineira caracteriza-se por um conjunto de quatro indicadores: a) elevado retorno que é dado à economia dos países e áreas onde ocorre, como principal fonte de emprego, riqueza e progresso regional, no contexto da globalização e da concorrência desenfreada nos mercados de matérias-primas; b) fortes impactes ambientais causados; c) impossibilidade de deslocação da atividade para outro local; e d) inevitabilidade do fim da extração. Por isso, na decisão de atribuição dos direitos de concessão de uma mina, o Estado tem de estar consciente dos elevados impactes criados, positivos e negativos, bem como o caráter finito da atividade.

A mensagem da Direção-Geral de Energia e Geologia e da Empresa de Desenvolvimento Mineiro, de 2009, é que “o setor mineiro é hoje amigo do ambiente e tem uma relação pacífica com as populações” (IFT Filmes, 2009). Mais do que inquietudes com a reabilitação ambiental de áreas mineiras, as preocupações das populações locais onde se insere a extração dos recursos minerais são relativas ao tempo presente, o tempo das suas vidas e do seu quotidiano. Voltemos ao lítio.

² Veja-se, também, o exemplo da mina de Neves-Corvo, situada no concelho de Castro Verde, a segunda a nível de produção europeia de cobre da União Europeia, como um bom exemplo de boas práticas na exploração mineira e preservação ambiental. A Somincor, S.A., que explora esta mina, recebeu em 2008, pela terceira vez, os prémios nacionais de melhor empresa do ano e de melhor empresa do setor, atribuídos pela revista *Exame*, que reconhecem as suas boas práticas de gestão (Torrão, 2008, 19 de setembro).

A Lusorecursos Portugal Lithium, S.A., é uma empresa portuguesa, com sede em Braga, de prospeção, extração e transformação de matérias-primas, com forte valorização tecnológica, em particular, para a produção de baterias de lítio de elevada qualidade. Foi constituída em 25 de março de 2019 (Racius, 2020), com um capital social de 50 000 €, e obteve a concessão da exploração de lítio em Montalegre passados três dias, para um investimento da ordem dos 300 M€. A empresa garante ter descoberto uma das maiores jazidas de lítio (7.ª maior do mundo e a maior da Europa) com 30 Mt, pretendendo fazer uma exploração mista, a céu aberto e em mina subterrânea (abaixo dos 50 m), extraíndo lítio, feldspato e quartzo, com a instalação de uma unidade industrial de transformação e com a criação de cerca de 300 postos de trabalho.

O Presidente da Câmara de Montalegre afirma que o novo contrato de exploração é um investimento âncora para o concelho, para a região e também para toda a zona norte, esperando que o projeto traga desenvolvimento, emprego qualificado e ajude a fixar as pessoas à terra e “que tudo se faça no absoluto respeito pela preservação da paisagem e do ambiente” (Miranda, 2019, 28 de março).

Mas demos a merecida voz aos autóctones, escutados por João Faiões (Faiões, 2019). Morgade é uma freguesia do concelho de Montalegre, que em 2011 tinha 228 habitantes, dos quais 115 mulheres, distribuídas por 94 famílias (INE, 2011, p. 132). O trabalho no campo é, praticamente, a única fonte de rendimento da aldeia, onde a vida não permite grandes ambições. Com a extração do lítio, a população teme a destruição das linhas de água e das nascentes que abastecem as aldeias localizadas na serra do Barroso (1279 m), que faz parte do sistema montanhoso Peneda-Gerês, onde será feita a exploração e que alimentam o rio Beça. Acreditam que “toda a água irá desaparecer completamente”. Um cidadão local considera que a extração do lítio vai destruir a floresta, poluir os campos e afetar a saúde. Invoca o fantasma da exploração de volfrâmio nas extintas minas da Borralha, que empregaram milhares de pessoas, encerradas em 1958³, que apenas deixou viúvas⁴, e que a riqueza sairá do local.

Sara Oliveira também escutou três mulheres numa rua de Morgade, enquanto comiam, devagar, cerejas brancas. Uma atira: “Não queremos poluição, se não íamos para a cidade”; “Levam a água toda e ficamos sem nada. Como vão ficar as nossas terras? Como vão ficar as nossas águas? É uma tristeza”, lança a outra. E mais uma acha para a fogueira. “Não queremos a mina, vamos lá ver o que acontece. Com 300 metros de fundura, fica tudo sem água. Temos medo, claro que temos medo. Como vão ficar as nossas hortas?” E a conversa da apresentação inicial azeda: “Não vai trazer benefícios. Sempre vivemos sem o lítio, o que é que o lítio nos vai trazer? Antigamente, o Governo não olhava para a aldeia, agora é que têm interesse, é que se lembram de nós, e isto vai afetar a natureza, o oxigénio, o futuro” E no muro de pedra da Junta de freguesia, está uma faixa com uma mensagem bem clara: “Não à mina, sim à vida”, letras a preto, letras a vermelho (Oliveira, 2019, 31 de julho).

³ Em finais de 1962, as Minas da Borralha reabrem com uma nova administração, mas no final da década de 1970, os cortes na produção nacional de volfrâmio atingiram mortalmente estas minas, encerradas formalmente em 1993 (Araújo, 2017).

⁴ Uma invocação vívida, igualmente, nas “terras de viúvas”, como eram conhecidas as aldeias em torno das minas da Panasqueira (CM, 2003, 27 de julho; Gonçalves, 2014).

Em 28 de março de 2018 foi firmado o contrato para atribuição da concessão de exploração de depósitos minerais de lítio e minerais associados⁵ entre a Direção-Geral de Energia e Geologia e a sociedade anónima Lusorecursos Portugal Lithium. No ano seguinte, em julho, foi constituída a Montalegre com Vida - Associação de Defesa Ambiental, com sede em Morgade, que encabeça a luta no concelho contra a exploração dos minerais de lítio. A associação considera que o contrato de concessão “Romano” é ilegal, pelo facto de a empresa indicada não corresponder à que efetivamente assina, tendo interposto uma ação administrativa comum, no Tribunal Administrativo e Fiscal de Mirandela, com vista à anulação do mesmo (Lusa, 2019, 25 de novembro).

Enquanto aguarda decisão judicial, a Montalegre com Vida considera que o Estudo de Impacte Ambiental (EIA), entregue à Agência Portuguesa do Ambiente em 6 de janeiro de 2020 e conhecido em 25 desse mês, “vem embelezar a destruição”. A associação diz não acreditar em “nada do que lá diz porque é tudo falso” (Porto Canal, 2020, 25 de janeiro), no mesmo dia em que liderava um protesto que juntou cerca de 300 pessoas em Montalegre, na Feira do Fumeiro.

A posição do Presidente da Câmara de Montalegre, que considerou a exploração dos minerais de lítio como “um investimento âncora para o concelho”, foi mal acolhida pelos municíipes. Atualmente, o executivo escuda-se na associação Montalegre com Vida, por esta ser representativa da população, fazendo depender o parecer sobre a exploração do lítio da posição da associação ativista.

Poderíamos, ainda, invocar o caso da freguesia de Covas do Barroso, no município de Boticas, também ele na rota do lítio por parte da Savannah Lithium, Lda., outra empresa com sede em Braga, constituída em 14 de junho de 2016. Na zona da Guarda e da Serra da Estrela existem vários pedidos de exploração de lítio, em torno da área protegida, como é o caso da serra da Argemela (concelho da Covilhã). Assinale-se, ainda, a serra de Arga, no Alto Minho. Em todos eles, a população, individualmente ou associada, é contra a exploração de lítio.

Mas a oposição a uma eventual exploração de lítio não é consensual a todos os habitantes, como é a situação que se verifica na união de freguesias de Barco e Coutada, no concelho da Covilhã. Alguns fregueses defendem a exploração de lítio como forma de desenvolvimento da região, enquanto os autarcas se queixam da falta de informação avalizada que os ajude a decidir melhor.

Uma das questões estruturantes do direito de participação é, precisamente, a capacidade técnica para participar na discussão de um estudo desenvolvido por técnicos de áreas diversas. O ordenamento jurídico português precocemente adotou o brocardo romano *ignorantia juris non excusat*, vertido em forma de letra no art. 6º do Código Civil, ou seja, não se pode invocar o desconhecimento para deixar de observar a lei. Atentemos, porém, na fala da única pastora da união de freguesias de Arga de Baixo, Arga de Cima e Arga de São João. No seu dizer, a exploração do lítio “destrói a paisagem e coisas boas que temos aqui em cima, começando pela água. Uma indústria destas poderia chamar mais pessoas para a terra mas também poderia destruir tudo. Mais vale sermos poucos e termos as

⁵ Com o número de cadastro C-152 e com a denominação “Romano” (Contrato (extrato) n.º 258/2019, de 22 de maio).

condições boas". A cidadã queixa-se da pouca informação que chega e afirma que "as pessoas que têm algum poder deveriam divulgar mais, se calhar também não saberão muito. A maior parte das pessoas, as mais velhas sobretudo, não têm opinião sobre o assunto" (Faiões, 2019).

O geólogo Carlos Leal, da Universidade do Minho, não se inibe em considerar que "Portugal é um país rico de minas pobres" (Passos, 2018, 22 de janeiro) e que o lítio é um "metal político". A Quercus tem vindo a defender que "em algum lugar terá de haver minas de lítio" (Faiões, 2019), sendo para o efeito necessário estudar os locais onde não há impactes ambientais e onde as populações aceitem esse tipo de exploração. É, pois, nesta triangulação entre interesses económicos, privados e políticos que se desenvolve a atual "caça" ao lítio, numa luta desigual entre Governo, com o seu *ius imperium*, as empresas, com o seu poder económico, e o povo que, mesmo com garantias constitucionais e o direito de participação procedural e de ação popular estabelecidos, vê, amiúde, prevalecerem critérios económicos sobre os de natureza ambiental e científica. O que dizer, por exemplo, da consulta pública para a exploração de lítio na serra da Argemela, a decorrer desde o dia 2 de abril de 2020, em pleno Estado de Emergência, convidando-se todos os interessados, no prazo de 30 dias, a apresentar por escrito as reclamações fundamentadas (Aviso n.º 5628/2020, de 2 de abril)?⁶

E nesta "luta" desigual, porque é precisamente disso que se trata, existem dois campos absolutamente estruturantes para a participação popular: conhecimento jurídico e conhecimento científico. Enquanto do primeiro tema não nos ocupamos, neste capítulo, importa perceber em que medida a escola capacita o cidadão que conclui o ensino secundário para pensar e decidir acerca destas temáticas. Nesse assunto mergulharemos numa das próximas secções.

Quadro legal europeu e nacional

O regime geral de revelação e aproveitamento dos recursos geológicos é disciplinado pelo Decreto-Lei n.º 90/90 de 16 de março, sejam integrados ou não no domínio público, com exceção dos hidrocarbonetos. Os depósitos minerais (em território nacional e nos fundos marinhos da zona económica exclusiva⁷) estão integrados no domínio público e correspondem a "todas as ocorrências minerais existentes em território nacional e nos fundos marinhos da zona económica exclusiva que, pela sua raridade, alto valor específico ou importância na aplicação em processos industriais das substâncias nelas contidas, se apresentam com especial interesse para a economia nacional" (art. 2.º, n.º 1). Sobre os recursos do domínio público podem ser constituídos direitos de prospeção, pesquisa e de exploração, adquiridos por contratos administrativos. O regulamento do aproveitamento de depósitos minerais foi colocado em execução através do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março.

⁶ Este caso gerou, nesse mesmo dia, uma petição pública pela exoneração imediata do Diretor-Geral da Direção-Geral de Energia e Geologia (Cfr. URL <https://peticaopublica.com/pview.aspx?pi=PT98605>).

⁷ A zona económica exclusiva (ZEE) adjacente ao mar territorial, não pode ultrapassar as 200 milhas náuticas, contadas a partir das linhas de base. Portugal tem a terceira maior ZEE da União Europeia - com o valor de 11% - e a 11.ª do mundo. A ZEE portuguesa comprehende 3 subáreas: subárea do continente (287.521 km²), subárea dos Açores (930.687 km²) e subárea da Madeira (442.248 km²) (DGRNNSM, 2018).

Esta legislação era obsoleta e não acompanhava as exigências ambientais mais recentes, inclusive as decorrentes da legislação europeia, como é o caso da Diretiva 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho de 2001, relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente. O novo regime jurídico da revelação e do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, incluindo os localizados no espaço marítimo nacional é colocado em execução pela Lei n.º 54/2015, de 22 de junho. Ainda que se tenha definido que até final de setembro de 2015 o Governo aprovaria o diploma complementar que desenvolvesse o regime jurídico que define a revelação e o aproveitamento dos depósitos minerais, o certo é que não foi dada prioridade à nova regulamentação, baseando-se ainda concursos de prospeção e pesquisa de depósitos minerais, como é o caso do lítio, no Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de março⁸.

Atendendo ao potencial dos recursos geológicos nacionais, como fator de desenvolvimento económico e com uma importância estratégica crescente, e considerando o facto de Portugal dispor de um vasto número de ocorrências de minerais de lítio, cuja abundância também se reflete na dimensão dos jazigos, constituindo-se como uma oportunidade estratégica que deve ser estudada e aproveitada, por Despacho do Secretário de Estado da Energia, foi criado o Grupo de Trabalho “Lítio” para identificação e caracterização das ocorrências do depósito mineral de lítio no nosso país, bem como das respetivas atividades económicas de revelação e de aproveitamento, das ações que contribuam para dinamizar estas atividades, e para avaliação da possibilidade de produção de lítio metal em unidade de processamento e beneficiação específica para este elemento (Despacho n.º 15040/2016, de 13 de dezembro). O relatório deste Grupo de Trabalho, publicitado em 27 de março de 2017, apresenta 9 regiões de mineralizações de lítio, distribuídas desde Caminha até Idanha-a-Nova (GTL, 2017) e que são detalhadas na secção seguinte.

Considerando os resultados apresentados no Relatório do Grupo de Trabalho “Lítio”, bem como as sugestões recolhidas na sua consulta pública, e com o objetivo de promover o investimento neste domínio dos recursos geológicos, o Conselho de Ministros aprovou as linhas de orientação estratégica quanto à valorização do potencial de minerais de lítio em Portugal (Resolução do Conselho de Ministros n.º 11/2018, de 31 de janeiro). Na primeira linha, decide-se apostar no conhecimento geológico, como ponto de partida para o aproveitamento dos recursos de minerais de lítio, através da dinamização de concursos públicos para a atribuição de licenças de prospeção e pesquisa, bem como para a respetiva exploração, sobre áreas previamente delimitadas como revelando potencial e contendo alvos promissores. Os critérios de atribuição destas áreas privilegiarão, entre outros, o cumprimento das obrigações de caráter ambiental.

O regime jurídico da concessão do exercício da atividade de recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas foi aprovado pelo Decreto-Lei n.º 198-A/2001, de 6 de julho. Em 2006, o

⁸ Cfr., e.g., Aviso n.º 4722/2019, de 20 de março, em que se torna público que *Fortescue Metals Group Exploration Pty Ltd* requereu a atribuição de direitos de prospeção e pesquisa de depósitos minerais de ouro, prata, chumbo, zinco cobre, lítio, tungsténio, estanho e outros depósitos minerais ferrosos e minerais metálicos associados, numa área denominada “Fojo”, localizada no concelho de Melgaço, Monção e Arcos de Valdevez.

Parlamento Europeu e o Conselho aprovaram um pacote de medidas e procedimentos e estabelecem diretrizes destinadas a evitar ou reduzir o mais possível os efeitos negativos no ambiente, em especial na água, ar, solo, fauna e flora, e paisagem rural, e os riscos para a saúde humana, resultantes da gestão de resíduos de indústrias extractivas (Diretiva 2006/21/CE, de 15 de março), vindo a ser transpostas para o ordenamento jurídico nacional pelo Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro.

Exploração de lítio em Portugal

Potencialidades

O lítio é o metal mais leve e menos denso de entre todos os elementos sólidos, com uma densidade de 0,534 g/cm³. O lítio puro é macio, de cor branca prateada, mas perde rapidamente o brilho dada a sua elevada reatividade. Reage com o oxigénio para formar óxido de lítio (Li₂O) e com a água para formar hidróxido de lítio (LiOH). Na Natureza não existe na forma metálica pura e a sua abundância na crosta terrestre está estimada entre 20-65 ppm (Krebs, 2006), encontrando-se sempre combinado com outros elementos.

O lítio, suas ligas e compostos, têm uma ampla gama de aplicações. Possui calor específico mais alto do que qualquer outro elemento sólido, sendo usado em várias aplicações industriais que requerem transferências de calor, como as necessárias no fabrico de vidros e materiais cerâmicos. Outras aplicações incluem ligas metálicas, com a de alumínio (Al-Li), que podem também incorporar cobre, manganês e cádmio, no fabrico de metais leves e resistentes usados na indústria aeronáutica. O LiOH é usado para remover o CO₂ do ar respirado em naves espaciais. O estearato de lítio (C₁₈H₃₅LiO₂) é usado como lubrificante de uso geral e de alta temperatura e tem aplicações militares e na indústria da energia nuclear. O carbonato de lítio (Li₂CO₃) é usado em medicamentos antidepressivos (Jefferson Lab Resources, s.d.). O silicato de lítio (Na₂SiO₃) é um produto usado na consolidação de materiais pétreos do património construído. O consumo de lítio aumentou significativamente nos últimos anos porque as baterias são amplamente utilizadas no crescente mercado de dispositivos eletrónicos portáteis e são cada vez mais usadas em ferramentas, veículos e no armazenamento de energia em redes elétricas.

Embora o mercado do lítio varie localmente, de acordo com USGS (2020), a sua utilização final está estimada do seguinte modo: baterias, 65%; cerâmica e vidro, 18%; lubrificantes industriais, 5%; produção de polímeros, 3%; pó de fluxo de molde de fundição contínua, 3%; tratamento do ar, 1%; outros usos, 5%.

Existem essencialmente dois tipos principais de depósitos em que o lítio pode ser explorado:

Depósitos de salmoura

As salmouras lacustres e evaporitos de praia contêm lítio dissolvido que resultou da dissolução de rochas envolventes da bacia de drenagem. Quando exploradas, as salmouras encontram-se a pouca

profundidade de onde é bombeada para “piscinas” pouco profundas onde ficam a evaporar. As salmouras também contêm grandes quantidades de outros elementos, dos quais se destacam o Na, o K e o B. Os depósitos de salmoura encontram-se principalmente na América do Sul, conhecidos como *salares*, localizam-se numa área designada como o “Triângulo do Lítio”, na Argentina (*Salar del Hombre Muerto*), Bolívia (*Salar de Uyuni*) e Chile (*Salar de Atacama*). Em 2013, estes depósitos representavam mais de 85% das reservas mundiais de lítio (FUNDAMIN, 2013);

Depósitos de pegmatitos

Os compostos de lítio são obtidos a partir de minerais de Li existentes em pegmatitos associados a granitos, como a espodumena, a petalite ou a lepidolite. O concentrado obtido é normalmente convertido em Li_2CO_3 , com pureza superior a 99,5%, usando-se tecnologia mineira convencional. Em Portugal o lítio ocorre neste tipo de depósitos.

Segundo Gruber e Medina (2010) os depósitos de salmoura têm teores em lítio que variam entre 0,02-0,14% enquanto os depósitos pegmatíticos têm teores entre 0,59-1,59%. A extração de lítio a partir das salmouras tem um menor custo operacional comparativamente ao da extração a partir de pegmatitos, esta resultante da complexidade relacionada com os intensivos processos termais e hidrometalúrgicos necessários para o efeito. O lítio nas salmouras já se encontra numa forma solúvel em água, necessitando apenas de operações de concentração até se obter um sal rico em lítio, seguindo depois a separação e purificação. Nos minerais dos pegmatitos é necessário realizar um conjunto de operações de mineração, cominuição, concentração, conversão térmica e reação química, até se conseguir obter lítio numa forma solúvel. Esta cadeia de valorização tem por objetivo fundamental promover a concentração dos minerais de lítio num produto final chamado “concentrado”, expurgando outros minerais presentes (GTL, 2017), ou seja, existem elevados custos acrescidos de energia e de reagentes químicos.

Na última década tem havido uma procura crescente do lítio nos mercados internacionais. O facto de o tempo necessário para a concentração do lítio, a partir das salmouras, ser demorado, tem incentivado a exploração do lítio a partir de pegmatitos e de outras fontes menos convencionais, procurando-se soluções inovadoras que permitam reduzir os custos de produção. Exemplo disso são os depósitos deste tipo que atualmente são cada vez mais explorados na Austrália.

Além destas duas formas de exploração de lítio, uma terceira fonte de lítio tem vindo a ser identificada por várias companhias mineiras: a extração de lítio a partir de águas residuais que permaneceram em antigos reservatórios de petróleo já explorados. Este procedimento já foi testado e parece ser economicamente rentável. Isto poderá significar que os campos petrolíferos possam vir a tornar-se, a curto prazo, num foco de exploração para a indústria do lítio (SRC, 2020).

Em Portugal, em termos metalogénicos, existem depósitos aplito-pegmatíticos enquadrados na designada “Província tungsténio-estanífera do NW da Península Ibérica”, dos quais se pode potencialmente extrair lítio. Caracterizam-se pela ocorrência de estruturas aplito-pegmatíticas e hidrotermais que estão geneticamente associadas a intrusões graníticas sin a tardi-tectónicas

relativamente à terceira fase de deformação varisca, com idades compreendidas entre os 320 e os 290 milhões de anos (GTL, 2017). Os minerais de lítio mais importantes são: espodumena⁹, lepidolite¹⁰, petalite¹¹, ambligonite¹², zinnwaldite¹³, litiofilite¹⁴ e trifilite¹⁵.

Roda-Robles et al. (2016) concluem que a mineralização de lítio é comum na Zona Centro-Ibérica (ZCI) e, em menor grau, na Zona de Galiza-Trás-os-Montes (ZGTM) em Espanha e Portugal, ocorrendo ao longo de uma faixa com aproximadamente 500 km com orientação NNW-SSE. Ao longo desta faixa, existem diferenças no tipo de mineralização de lítio estando principalmente associado a corpos aplito-pegmatíticos e, em menor extensão, a veios de quartzo e fosfatos. De acordo com estes autores, a mineralização de lítio presente na ZCI pode ser classificada em quatro tipos: diques de aplito-pegmatitos que ocorrem em campos pegmatíticos, mineralização de lítio associada a cúpulas leuco-graníticas, pegmatitos berilo-fosfatados e veios de quartzo-montebrasite. Os principais minerais de lítio que ocorrem nestes corpos incluem: Li-mica, espodumena e/ou petalite nos campos pegmatíticos e cúpulas leuco-graníticas; trifilite-litiofilite nos pegmatitos berilo-fosfatados e ambligonite-montebrasite nos veios de quartzo-montebrasite. Consideram que a origem destes diferentes tipos de mineralização está relacionada com a diferenciação de magmas peraluminosos que foram gerados por fusão parcial de rochas metassedimentares na crista média durante a orogenia varisca. Com base na paragénese e composição química, os campos pegmatíticos e a mineralização litinífera associada às cúpulas de granitos registam níveis mais altos de fracionamento, enquanto os pegmatitos berilo-fosfatados e os veios de quartzo-montebrasite apresentam graus de fracionamento mais baixos. Existem vários indicadores texturais e mineralógicos para a exploração de lítio nas ZCI e ZGTM, apresentando, os campos pegmatíticos, maiores potenciais económicos para o lítio (Roda-Robles et al., 2016).

O potencial dos recursos geológicos nacionais tem vindo a ser considerado como fator de desenvolvimento económico e com uma importância estratégica crescente. Portugal parece dispor de um vasto número de ocorrências de minerais de lítio, cuja abundância também se reflete na dimensão dos jazigos, que têm vindo a ser estudados nas últimas décadas por instituições públicas e privadas. Este contexto atual parece constituir-se como uma oportunidade estratégica que deve ser aproveitada.

Com base no conhecimento geológico que tem vindo a ser acumulado nas últimas décadas, o relatório do já referido Grupo de Trabalho “Lítio”, identificou 9 regiões de mineralizações de lítio em Portugal, sem que a ordem pela qual são apresentadas reflita qualquer grau de importância hierárquica (Fig. 1): 1) Serra de Arga, 2) Barroso-Alvão, 3) Seixoso-Vieiros, 4) Almendra, 5) Barca d’Alva-Escalhão, 6) Massueime, 7) Guarda (incluindo Seixo Amarelo-Gonçalo, Gouveia, Sabugal, Bendada e Mangualde), 8) Argemela e 9) Segura (GTL, 2017).

⁹ Silicato de lítio e alumínio - $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$.

¹⁰ Aluminossilicato de lítio - $\text{K}(\text{Li},\text{Al},\text{Rb})_2(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$.

¹¹ Tectossilicato de alumínio e de lítio - $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$.

¹² Flúor-fosfato de alumínio e lítio - $\text{Li}(\text{Na})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{F},\text{OH})$. Natroambligonite é o membro rico em sódio, mas também o flúor e o hidroxilo substituem-se mutuamente, sendo a Montebrasite o elemento extremo pobre em flúor.

¹³ Fluoreto de hidróxido de silicato, alumínio, potássio e ferro - $\text{KLiFeAlO}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$.

¹⁴ Fosfato de lítio e manganés - LiMnPO_4 .

¹⁵ Fosfato de lítio e ferro - LiFePO_4 .



Extrato da Carta Geológica de Portugal, escala 1:1.000.000 (LNEG, 2010)

Figura 1 - As nove regiões com ocorrência de mineralizações de lítio em Portugal, potenciais locais de exploração, enumeradas pelo Grupo de Trabalho “Lítio” em 2017 [Fonte: adaptado do GTL, 2017].

Os autores do Relatório deste Grupo fazem uma importante compilação, organização e classificação de todos os dados e informações relevantes, geológicas e mineiras, descrevendo o estado da arte sobre o potencial litinífero de cada uma destas regiões indicadas como potenciais locais de exploração.

A análise SWOT elaborada pelo Grupo de Trabalho do Lítio (2017) destaca como pontos fortes: “a) o potencial mineral, com vários e extensos campos filonianos aplito-pegmatíticos hospedeiros de vários minerais de lítio; b) a elevada atratividade para investimentos no sector mineiro, devido ao quadro legal, suporte institucional e excelente infraestrutura, materializada em várias dezenas de pedidos para prospeção, pesquisa e exploração de recursos minerais litiníferos; e c) o *know-how* elevado na prospeção, caracterização, exploração e processamento de recursos minerais litiníferos em instituições de investigação e universitárias e em empresas” (p. 8). É apontada como ameaça a “esterilização de importantes recursos minerais litiníferos, devido a decisões erradas em políticas e planos de ordenamento do território” (GTL, 2017, p. 9).

Segundo Viegas et al. (2012), “a conjugação de vários fatores, entre os quais o contexto global favorável do mercado para o lítio e outros potenciais recursos existentes nos pegmatitos, o contexto geológico favorável à ocorrência de pegmatitos litiníferos e a ocorrência de um número considerável de campos pegmatíticos já conhecidos, fazem com que o futuro da exploração deste tipo de recursos

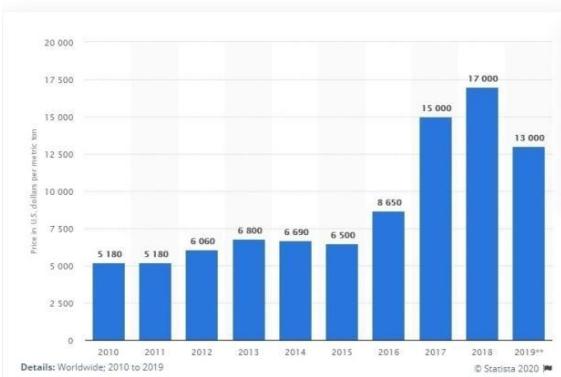
geológicos em Portugal seja promissora” (p. 23). Em contramão, Leal-Gomes (2018) defende que não são previsíveis grandes tonelagens homogéneas e que os jazigos conhecidos têm em geral pequenas dimensões. E escreve: “em termos tecnológicos ainda não se atingiu em Portugal o momento ideal de valorização dos recursos de Li disponíveis, e grande parte do trabalho terá de ser feito ao nível do planeamento, ordenamento da atividade extractiva e conservação dos recursos” (p. 76).

Do ponto de vista energético, dificilmente qualquer outro elemento químico será tão importante nas próximas décadas como será o lítio (SRC, 2018). Recentemente, o lítio tornou-se num importante componente dos eletrólitos e elétrodos nas baterias, requerendo um grau de pureza superior a 95,5%. Devido à sua baixa massa atómica, possui uma elevada taxa de carga e potência vs. peso. As baterias de iões de lítio possuem a mais alta tensão e densidade de energia de todas as outras baterias recarregáveis e são preferencialmente usadas em aparelhos portáteis nos quais a elevada potência energética, o baixo peso e o pequeno volume são cruciais (EMCC, 2020). A “desvantagem” é que a produção de baterias de iões de lítio requer grandes quantidades deste metal. Um telefone móvel moderno (*smartphone*) contém entre 5-7 g de *LCE* (*Lithium Carbonate Equivalent*), a unidade de medida mais comum quando se refere ao mercado de lítio. Um computador ligeiro (*notebook*) ou um *tablet* necessitam entre 20-40 g. Ferramentas elétricas como, por exemplo, uma parafusadora ou uma serra elétrica, necessitam entre 40-60 g nas suas baterias. Uma unidade de armazenamento para fins domésticos com uma capacidade de 10 kW/h contém cerca de 23 kg de *LCE*, e as baterias de um automóvel elétrico podem conter 40-80 kg. Uma unidade de armazenamento com uma capacidade de 650 MW/h contém 1,5 t. Milhões e milhões destes utensílios elétricos autónomos (com baterias) de uso diário (telemóveis, computadores, ferramentas, automóveis, e-bicicletas, etc.) exigem uma quantidade de *LCE* superior a 100.000 t/ano (SRC, 2018).

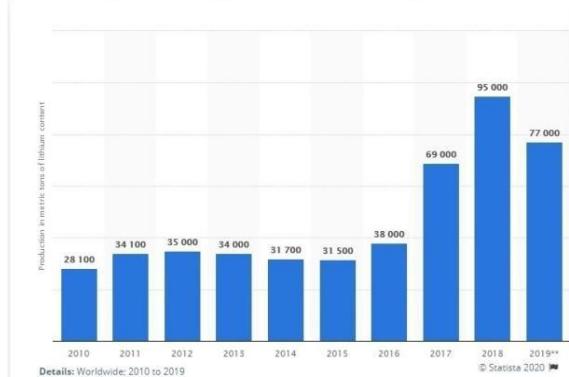
Recentemente, e como resultado da permanente pesquisa nesta área, começam a surgir outros metais alcalinos para substituir o lítio como principal componente das baterias (Moreno, 2017, 21 de abril). Helena Braga e sua equipa da Universidade do Porto tem vindo a pesquisar, com algum sucesso, a substituição do lítio pelo sódio (University Communications, 2017, 28 de fevereiro).

Em 2019, o preço médio do Li_2CO_3 era de 13.000 USD/t, bem inferior aos 17.000 USD/t praticado no ano anterior. Ainda assim, de acordo com analistas internacionais, é expectável que se venha a estabilizar prevendo-se para 2025 valores na ordem dos 7560 USD/t para Li_2CO_3 com pureza de 99%, 9399 USD/t com pureza 99,5% e 9380 USD/t para LiOH mono-hidratado, com pureza de 56,5% (Fig. 2). É expectável que a procura total para o lítio, em 2025 possa atingir 820.000 t de Li_2CO_3 , prevendo-se que num futuro muito próximo seja a indústria das baterias o principal consumidor. As minas de lítio, a nível mundial, produziram um total global estimado em 77.000 t em 2019, correspondendo a um elevado aumento relativamente a 2010, cuja produção foi de 28.100 t (Fig. 2). A mineração de lítio na Austrália diminuiu de 58.800 t em 2018 para 42.000 t em 2019; em Portugal, a extração aumentou de 800 t, em 2018, para 1.200 t no ano seguinte (Fig. 2). Estima-se que o Chile tenha a maior reserva mundial de lítio, com 8.600.000 t, seguida da Austrália, com 2.800.000 t; Portugal surge com 60.000 t estimadas (Fig. 2).

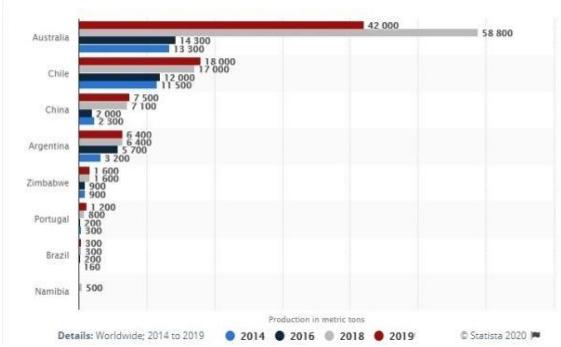
a) Average lithium carbonate price from 2010 to 2019
(in U.S. dollars per metric ton)



b) Lithium mine production worldwide from 2010 to 2019
(in metric tons of lithium content)



c) Major countries in worldwide lithium mine production from 2014 to 2019
(in metric tons)



d) Countries with the largest lithium reserves worldwide as of 2019
(in metric tons)

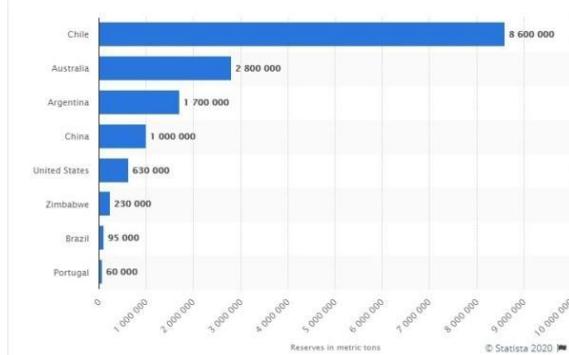


Figura 2 - a) Preço médio do Li₂CO₃ de 2010 até 2019. b) Produção mundial de lítio, de 2010 a 2019. c) Países com maior produção de lítio em todo o mundo, de 2014 a 2019. d) Maiores reservas mundiais de lítio [Fonte: Garside, 2020, 16 de janeiro].

Se as reservas até agora estimadas em Portugal forem realistas, e sendo atualmente o lítio um metal estratégico pelas razões aduzidas anteriormente, se queremos tirar algum proveito económico deste recurso metálico, ainda que com alguns impactes ambientais a serem corrigidos finda a exploração, temos que atuar com alguma celeridade. Dentro de poucos anos, economicamente, a exploração de lítio pode deixar de ser rentável por um conjunto variado de motivos: outros jazigos maiores podem ser descobertos, a oferta pode ser maior que a procura e o preço de mercado baixar; o lítio pode vir a ser substituído por outros metais que venham a ser mais eficazes para algumas das aplicações do mercado atual e deixar de ter a importância económica estratégica que tem atualmente. Mas se as reservas até agora dimensionadas não o justificarem, não se deve sacrificar a Natureza e o ambiente.

Como Alexandre Lima da Universidade do Porto refere, Portugal está a perder a corrida para outros países europeus, como a República Checa e a Alemanha, cujos projetos têm estrategicamente recebido o apoio dos respetivos Governos (Pinto, 2020, 24 de maio).

Riscos e promoção ambiental em Portugal

Com a política ambiental europeia e mundial, focada na descarbonização de grandes centros urbanos, promovendo preferencialmente a utilização de veículos utilitários elétricos de uso unipessoal em vez de veículos de combustão interna, a produção e utilização de baterias elétricas para a indústria automóvel, nas quais o lítio é um dos principais componentes, tornou-se um segmento industrial economicamente muito apetecível. Para alimentar esta indústria é necessária prospeção mineira, que permite conhecer as potenciais reservas e eventualmente explorar recursos mineiros.

As implicações ambientais resultantes de qualquer exploração, como as de depósitos de lítio, tornaram-se num assunto controverso e de contestação pela parte de alguns dos setores económicos da sociedade civil moderna e de interesse contemporâneo para uma sociedade futura sustentável.

Uma exploração a céu aberto é em tudo semelhante à exploração de uma pedreira comum de grandes dimensões. De um modo geral, na exploração mineira existe a possibilidade de libertação de compostos químicos, como sejam óleos e solventes ácidos, para além de impactes sobre a qualidade das águas, que conduzem à formação de drenagens ácidas, que podem ter dissolvidos outros elementos químicos pesados e que afetam significativamente os ecossistemas. Também pode ocorrer erosão dos materiais que formam as escombreiras, pela ação da água e do vento, bem como surgirem fraturas locais, alterando os padrões de escoamento subterrâneo da água. Numa outra dimensão, sublinhe-se, ainda, a exposição dos trabalhadores a esforços intensos, com incidência de várias doenças profissionais.

A Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, na sua redação atual, veio estabelecer as bases gerais da política de solos, de ordenamento do território e de urbanismo. Entre os vários fins desta política, destacam-se: “Valorizar as potencialidades do solo, salvaguardando a sua qualidade e a realização das suas funções ambientais, económicas, sociais e culturais, enquanto suporte físico” (art. 2.º, al. a)); “Garantir o desenvolvimento sustentável, a componente económica territorial” (art. 2.º, al. b)); “Evitar a contaminação do solo, eliminando ou minorando os efeitos de substâncias poluentes, a fim de garantir a salvaguarda da saúde humana e do ambiente” (art. 2.º, al. e)); e “Salvaguardar e valorizar a identidade do território nacional, promovendo a integração das suas diversidades e da qualidade de vida das populações” (art. 2.º, al. f)).

A avaliação do impacte ambiental (AIA) encontra-se prevista na Lei de Bases da Política de Ambiente (art. 18.º da Lei n.º 19/2014, de 14 de abril), tendo sido instituída pelo Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2014/52/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente. A AIA é um instrumento de carácter preventivo da política do ambiente, sustentado na elaboração de um estudo de impacte ambiental, na realização de estudos e consultas a entidades competentes em razão da matéria, na análise pelas autoridades competentes da informação apresentada no estudo e de eventual informação suplementar fornecida pelo proponente ou decorrente

das consultas efetuadas e na conclusão fundamentada pela autoridade de avaliação de impacte ambiental sobre os efeitos significativos do projeto no ambiente, bem como a identificação e proposta de medidas que evitem, minimizem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução de tais projetos e respetiva pós-avaliação (art. 2.º, al. d) do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua redação atual).

Segundo o EIA, realizado pela Lusorecursos Portugal Lithium, SA, por exemplo, conclui-se que o projeto *Concessão de Exploração de Depósitos Minerais de Lítio e Minerais Associados - “Romano”*, para uma área de 825,4 ha, inseridos nas freguesias de Morgade e Sarraquinhas, possui “impactes negativos”, mas não são “significativos”, por serem minimizáveis e com uma abrangência local. Acrescenta a existência de um “impacte positivo socioeconómico” e que a recuperação ambiental e paisagística irá trazer benefícios paisagísticos e benefícios para a biodiversidade que se sobrepõem aos impactes ambientais negativos provocados. O estudo considera que “a maioria dos impactes sobre a paisagem, decorrentes das fases de preparação e exploração, “são negativos”, isto porque a exploração mineira “modifica a paisagem em que se insere, contribuindo para a sua degradação quer pelas alterações que induz ao nível da forma do terreno, mas também pelo impacte visual provocado pelas escombeiras” e até “pelos equipamentos e movimentações de máquinas e veículos” (Costa, 2020, 25 de janeiro).

O EIA adianta que “não haverá impactes sensíveis no clima”, embora algumas variáveis climáticas, como o vento, possam influenciar a “direção da propagação do som e de poeiras”. Na zona mineira, as “principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos estão relacionadas com trabalhos de extração, transformação e transporte de inertes”, bem como do “tráfego rodoviário”. Os impactes a nível da qualidade do ar “cingir-se-ão essencialmente ao aumento de concentração de poluentes e poeiras, derivados das atividades de construção, mas agravadas nas atividades de exploração da fase realizada a céu aberto”. A nível dos impactes nos recursos hídricos é apontada a “contaminação com óleos de escorrência e alteração da escorrência superficial”, semelhante aos que se poderão verificar em relação ao solo, e é ainda expectável que a “construção e o desenvolvimento da mina tenham pequena influência na hidrologia verificada na povoação de Carvalhais e suas imediações, nomeadamente enquanto não for atingida a profundidade dos 100 m” (Costa, 2020, 25 de janeiro).

Quanto à flora e fauna do território, o EIA considera a “existência de florestas de resinosas, de eucaliptos, de folhosas, de pastagens permanentes e lameiros, bem como de várias espécies animais, algumas com estatuto de conservação desfavorável, como a águia-real, a salamandra-lusitânica, o tritão-palmado ou a rã-de-focinho-pontiagudo” (Costa, 2020, 25 de janeiro). Entre as medidas de minimização e compensação estão as seguintes:

- “garantir que as operações mais ruidosas, que se efetuem nas proximidades das casas, se restrinjam ao período diurno e nos dias úteis, a reflorestação da área intervencionada com espécies autóctones e minimizar a destruição de áreas florestais”;

- “a contaminação de ribeiras, lameiras e pontos de água com poeiras e escorrências da zona de exploração” é algo que o projeto “deve evitar a todo o custo, planeando o correto destino das águas pluviais”, bem como deve “fazer esforços para manter o estado ecológico do rio Beça”;
- “assegurar a avaliação de presença de quirópteros em todas as cavidades descobertas na área de intervenção”;
- colocar “caixas abrigo para morcegos em zonas florestais a não explorar e, caso seja detetada alguma galeria ou poço com elevada abundância deste animal, deve ser considerada a preservação dessa zona”.

O estudo refere, ainda, o recurso à mão-de-obra local, com o objetivo de criar cerca de 370 postos de trabalho até 2025 (Costa, 2020, 25 de janeiro).

Nos termos dos arts. 26.º e 27.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua redação atual, o EIA está sujeito a um parecer de uma Comissão de Avaliação composta por várias entidades, liderada pela Agência Portuguesa do Ambiente e, posteriormente, à participação pública (art.º. 29.º). Todo o cidadão interessado é titular do direito de participação. Para tal, após consultar a informação disponível nos locais indicados, Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional e câmaras municipais da área de localização do projeto, os interessados poderão emitir as suas opiniões, sugestões ou reclamações por escrito e dirigidas ao presidente da Autoridade de avaliação de impacte ambiental competente.

Note-se, porém, o seguinte: qualquer que seja o modo de exploração mineira há sempre impactes ambientais. A construção de uma via rodoviária, por exemplo, é uma cicatriz que fica na paisagem para sempre. Quando alguém questiona a construção de tantas autoestradas, fá-lo mencionando os milhões de euros que se gastam na sua construção, mas não se reporta ao impacte paisagístico e ambiental que causam, que fica lá para sempre! O cidadão, todavia, dá graças por ter uma boa rede viária, que une os vários locais do país, para que possa deslocar-se de modo rápido e seguro.

Poderíamos, ainda, invocar o exemplo das barragens. De início, todos os projetos de construção das barragens são contestados: ou porque “engolem” aldeias, porque “estragam” a paisagem existente ou, ainda, quer queiramos quer não, porque vão modificar o clima de uma região. Contudo, são recursos hídricos importantes, fonte de energia limpa e renovável. Parece claro que a construção de uma barragem vai ter todos estes impactes ambientais: impacte durante a construção, a movimentação de trabalhadores e máquinas, quantidades enormes de poeiras no ar e, após a sua conclusão, o “lago enorme” altera o clima a que a população local não estava habituada. Com o passar do tempo, a população autóctone, de um modo geral, acaba por se acostumar, a conviver bem com a edificação e perceber que os benefícios alcançados superam as perdas.

Durante a contestação popular, uma das razões apontadas pelo Conselho Diretivo de Morgade do Secretariado dos Baldios de Trás-os-Montes e Alto Douro, relativamente à potencial futura exploração a ser localizada em terrenos baldios daquela freguesia, do concelho de Montalegre, pela empresa Lusorecursos, é o impacte que a mesma poderá ter na albufeira da barragem do Alto Rabagão e o perigo que os trabalhos que envolvem uma exploração daquela dimensão possam causar, já que se

trata de uma fonte/riqueza hídrica ímpar desta região (Oliveira, 2019, 31 de julho). Apesar desta barragem ter sido construída há muitos anos¹⁶, seguramente as populações daquela região inicialmente não gostaram muito da ideia. Muito provavelmente não houve contestação popular, que é comum agora ver-se quando se trata de projetos de grande envergadura, porque se vivia num regime político totalitário que não dava azo a que isso acontecesse. Atualmente, os habitantes daquela região consideram a albufeira uma riqueza para a região, desde paisagística até turística¹⁷.

Em síntese, confirmamos que qualquer que seja o empreendimento humano há sempre algum impacte ambiental. Porém, o mesmo cidadão que contesta uma exploração “próximo da sua habitação” é o que usa eletricidade na sua casa, produtos do petróleo para se deslocar e baterias para comunicar em equipamentos eletrónicos. No caso das explorações mineiras, como parece óbvio, há uma inevitabilidade da deslocação das reservas para outro local. A contestação é um elemento positivo num estado democrático; mas uma crítica fundamentada em conhecimento técnico e científico suplanta um tormento ou grito de protesto e de medo. É preciso saber potenciar a parte positiva de uma infraestrutura desta dimensão. Mas, para isso, há que estar alerta ao desempenho e competência de cada agente. O EIA, presumidamente sério, deteta o impacte ambiental sobre os efeitos significativos do projeto no ambiente e identifica e propõe medidas que evitem, mitiguem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução. Espera-se, assim, que a entidade concessionária cumpra essas medidas, a bem do ecossistema e da saúde comunitária, e que o Estado, com o seu *ius imperium*, fiscalize e assegure a sua observância.

Contributos das Geociências para uma educação cidadã

A Constituição da República Portuguesa (CRP) consagra direitos e deveres culturais, competindo ao Estado promover “a democratização da educação e as demais condições para que a educação, realizada através da escola e de outros meios formativos”, contribuindo desse modo para a “igualdade de oportunidades, a superação das desigualdades económicas, sociais e culturais, o desenvolvimento da personalidade e do espírito de tolerância, de compreensão mútua, de solidariedade e de responsabilidade, para o progresso social e para a participação democrática na vida coletiva” (art. 73.º, n.º 2 da CRP). Desde 1986, com a Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) (Lei n.º 46/86, de 14 de outubro, na sua redação atual) é tornado explícito que a educação deve promover o “desenvolvimento do espírito democrático e pluralista, respeitador dos outros e das suas ideias, aberto ao diálogo e à livre troca de opiniões, formando cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social

¹⁶ A barragem do Alto Rabagão, também conhecida por barragem dos Pisões, é alimentada pelo rio Rabagão, da bacia hidrográfica do Cávado, e foi concluída em 1964. A sua albufeira tem uma capacidade útil de cerca de 557 hm³, sendo a segunda maior de Portugal (CNPGB, 2020).

¹⁷ Existem múltiplas propostas turísticas existentes que incluem a barragem do Alto Rabagão, como são, exemplo a da Fundação INATEL (Páscoa em Barroso - Trás-os-Montes), restaurantes nas margens e quartos com vista para a albufeira do Alto Rabagão ou as indicações de que é muito procurada pelos pescadores, porque o barbo, a boga e o escalo são espécies piscícolas comuns do lado e que é ainda autorizada a prática de outras atividades desportivas e de lazer, como o surf, barcos a motor.

em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (art. 4.º, n.º 5 da LBSE). Parece pois, bem claro, que Portugal pensa a educação escolar como um contributo para o progresso social, formando cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva através da participação democrática na vida coletiva.

Nesta aceção de pensamento, o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) (Martins et al., 2017), homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho, considera que a educação e a formação são alicerces fundamentais para o futuro das pessoas e do País e que se deve efetivar uma educação para todos, de qualidade, com uma intervenção que tenha em consideração os desafios colocados à educação no quadro da sociedade atual. O PASEO refere que é necessário garantir a todos os jovens que concluem a escolaridade obrigatória, independentemente do percurso formativo adotado, um conjunto de competências, entendidas como uma interligação entre conhecimentos, capacidades, atitudes e valores, que os torne aptos a investir permanentemente, ao longo da vida, na sua educação e a agir de forma livre, informada e consciente, perante os desafios sociais, económicos e tecnológicos do mundo atual.

O PASEO rege-se, entre outros, por princípios de base humanista, procurando que os jovens desenvolvam saberes e valores que lhes permitam a construção de uma sociedade mais justa, centrada na pessoa, na dignidade humana e na ação sobre o mundo enquanto bem comum a preservar através de princípios de sustentabilidade. Procura-se, assim, formar nos alunos a consciência de sustentabilidade, um dos maiores desafios existenciais do mundo contemporâneo, que consiste no estabelecimento, através da inovação política, ética e científica, de relações de sinergia e simbiose duradouras e seguras entre os sistemas social, económico e tecnológico e o Sistema Terra, de cujo frágil e complexo equilíbrio depende a continuidade histórica da civilização humana (Martins et al., 2017). Efetivando os princípios, o PASEO preconiza valores, procurando que os jovens, à saída da escolaridade obrigatória, sejam cidadãos: capazes de se respeitar a si mesmos e aos outros; que saibam agir eticamente, conscientes da obrigação de responder pelas próprias ações; capazes de ponderar as suas ações e as dos outros em função do bem comum; que pensem crítica e autonomamente, com criatividade, com competências de trabalho colaborativo e com capacidade de comunicação; que conheçam e respeitem os princípios fundamentais da sociedade democrática e os direitos, garantias e liberdades em que esta assenta; que valorizem o debate democrático e demonstrem respeito pela diversidade humana e cultural e saibam agir de acordo com os princípios dos direitos humanos; que saibam negociar a resolução de conflitos em prol da solidariedade e da sustentabilidade ecológica; intervencionistas, tomando a iniciativa e sendo empreendedores.

A criação de um novo quadro legal associado ao Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular (PAFC)¹⁸, implementado no ano letivo 2017-2018 em escolas-piloto de ensino não superior em Portugal

¹⁸ Sublinhe-se que a OCDE monitorizou, em janeiro de 2018, a implementação do PAFC, através do acompanhamento documental e de visitas técnicas a escolas, identificando pontos fortes e desafios, ao mesmo tempo que sugeriu ideias acerca de políticas educativas (OECD, 2018).

e alargado, no ano letivo seguinte, a todas as escolas/agrupamentos do país, pretendeu, entre outros aspetos, promover a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem dos alunos, tendo como referência as áreas de competência preconizadas no PASEO e as Aprendizagens Essenciais (AE) definidas para as diferentes áreas disciplinares e disciplinas. Estes documentos passaram a constituir as orientações base para a planificação, a implementação e a avaliação do ensino e da aprendizagem.

Chegados aqui, voltemos a nossa atenção para o assunto eixo deste trabalho, que vem a ser a capacitação do cidadão, permeada pela escola, para pensar, para participar democraticamente e tomar decisões fundamentadas em questões que estão presentes na sociedade atual, como é o caso da controvérsia da exploração dos minerais de lítio em Portugal.

O contínuo crescimento da população humana, que se cifra atualmente em mais de 7 713 milhões de pessoas (FTMC, 2015), é a principal causa da maioria dos problemas mundiais. E, assumidamente, a injustíssima distribuição da riqueza do mundo, aliada à aposta em setores que deveriam estar vedados¹⁹, agudiza os problemas e acentua as desigualdades²⁰ e o sofrimento que as populações vivem.

A crescente procura de recursos naturais e um ambiente em mudança torna essencial uma melhor integração das observações da Terra e a compreensão mais detalhada do sistema Terra para uma vida humana sustentável. Neste desafio, a comunidade de geocientistas pode ajudar a encontrar algumas das soluções. Bralower et al. (2008) advogam que as Geociências detêm as chaves para questões urgentes que controlarão cada vez mais a capacidade dos seres humanos de manter os modos de vida atuais. Por isso, segundo os autores, a geoeducação deveria iniciar-se a partir dos 12 anos de idade, com maior ênfase e padrões mais elevados no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário. O tempo das “rocks for jocks”, segundo os autores, é já passado: é chegado o momento de se entender mais profundamente as crises ambientais que a Terra enfrenta, nomeadamente a escassez de água, potável ou não, a diminuição dos recursos de combustíveis fósseis, as inundações, a erosão costeira, o colapso literal dos ecossistemas e, claramente, o aquecimento global.

Esses crescentes desafios ambientais tornam a compreensão das Geociências crítica para entender as questões económicas e políticas regionais e globais. Um cidadão cientificamente literato necessita de entender os desafios impostos por essas mudanças ambientais, a fim de fazer escolhas informadas, individual e coletivamente, e exigir dos demais o mesmo tipo de comportamento. Como bem assinalou McNutt (2009), na audiência ao Senado dos Estados Unidos da América, a ciência não é o único fator na tomada de decisões, mas necessita de ser um desses fatores. Os desafios das Geociências não são problemas teóricos ou abstratos. São questões concretas, problemáticas, como seja a necessidade

¹⁹ Veja-se, e.g., o caso da venda de armas dos cinco países que fabricam 75% das armas do mundo. Em 2019, e.g., A Alemanha bateu recordes de vendas, que chegaram aos 7950 M€, com os principais clientes envolvidos em conflitos, como é o caso do que persiste no Iémen (Euronews, 2019, 27 de dezembro).

²⁰ Segundo o *World Social Report 2020* (UN, 2020), a desigualdade de rendimentos aumentou na maioria dos países desenvolvidos e em alguns de rendimentos médios, incluindo a China e a Índia, desde 1990, e são precisamente estes países que abrigam 71% da população mundial. Apesar do progresso em alguns países, o rendimento e a riqueza estão cada vez mais concentradas no topo.

de ter acesso a água potável, a existência de ar e solos saudáveis e uso de recursos energéticos e metalíferos sem que a sua exploração coloque em risco as necessidades anteriormente referidas.

Para além da preparação de futuros geocientistas para enfrentar estes desafios, a educação cidadã, figurada no PASEO, deve estar guarnecida de formação em Geociências de modo que permita ao cidadão uma compreensão global dos problemas atuais que enfrentamos, de modo fundamentado, e o anime a tomar as melhores decisões com os meios à sua disposição, como seja o seu comportamento, a sua capacidade de intervenção comunitária e a sua participação em discussões públicas de projetos estruturantes, recorrendo, se necessário, à petição pública. Como ensina Barron (2007), lidar com esses "grandes desafios" complexos e urgentes globalmente exige uma abordagem interdisciplinar. E as Geociências, pela sua natureza, constituem um espaço e um esforço interdisciplinar, aplicando matemática, biologia, química, física e modelação computacional ao estudo do sistema Terra. Por todas estas razões, uma educação em Geociências é uma oportunidade excelente para preparar os cidadãos para o estudo desses "grandes desafios" e capacitá-los para uma cidadania ativa, participativa e colaborativa.

A disciplina de Ciências Naturais do 7.º ano (ensino básico) é inteiramente dedicada ao ensino das Geociências. Reserva o subtema *Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra* integrado no tema *Terra em transformação* para a abordagem de temáticas relacionadas com os recursos geológicos. As AE referem que o aluno deve ser capaz de "Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nas pessoas, nos animais e nas plantas que vivem nesse ambiente, partindo de questões problemáticas locais, regionais ou nacionais" e de "Explicitar a importância do conhecimento geológico para a sustentabilidade da vida na Terra", considerando-se que cabe aos professores promover ações estratégicas que induzam "ações solidárias para com outros nas tarefas de aprendizagem ou na sua organização/atividades de entreajuda" e que ajudem o aluno a "posicionar-se perante situações dilemáticas de ajuda a outros e de proteção de si" (DGE, 2018a, p. 11). Um olhar atento a alguns dos manuais escolares revela que as propostas de aprendizagem se orientam para as implicações ambientais da atividade antrópica (e.g., mina da Urgeiriça) e para a conscientização do impacte do crescimento populacional no consumo de recursos, no ambiente e na sustentabilidade da vida na Terra.

A disciplina de Ciências Naturais do 8.º ano (ensino básico) na abordagem do domínio *Sustentabilidade na Terra* sugere que os alunos caracterizem diferentes formas de exploração dos recursos naturais, indicando as principais transformações que sofrem, discutam os impactes da sua exploração/transformação e proponham medidas de redução dos mesmos e de promoção da sua sustentabilidade (DGE, 2018b, p. 11). O professor deve, para tal, promover estratégias que requeiram/induzam por parte do aluno a aceitação ou argumentação de pontos de vista diferentes, o respeito por diferentes características, crenças ou opiniões; o confronto de ideias e perspetivas distintas sobre a abordagem de um dado problema e ou maneira de o resolver, tendo em conta, por exemplo, diferentes perspetivas culturais, sejam de incidência local, nacional ou global. Os manuais escolares exploram os diversos aspectos relacionados com a exploração dos recursos naturais, bem como

analisam impactes da sua exploração e transformação apresentando exemplos concretos de explorações mineiras portuguesas e, em alguns casos, abordam mesmo a questão da exploração do lítio em Portugal e sugerem a realização de atividades práticas diversificadas, incluindo saídas de campo a locais de exploração mineira.

Na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, com as AE do domínio *Exploração sustentada de recursos geológicos*, pretende-se que os alunos fiquem a saber distinguir recurso, reserva e jazigo, tendo em conta aspectos de natureza geológica e económica, sejam capazes de interpretar dados relativos a processos de exploração de recursos geológicos (minerais, rochas, combustíveis fósseis, energia nuclear e energia geotérmica), potencialidades, sustentabilidade e seus impactes nos subsistemas da Terra e sejam capazes de analisar dados e de formular juízos críticos, cientificamente fundamentados, sobre a exploração sustentável de recursos geológicos em Portugal. Para tal, o professor pode promover estratégias que desenvolvam o pensamento crítico e analítico dos alunos, incidindo na: análise de factos, teorias, situações, identificando os seus elementos ou dados; problematização de situações reais próximas dos interesses dos alunos; elaboração de opiniões fundamentadas em factos ou dados (por exemplo textos com diferentes pontos de vista) de natureza disciplinar e interdisciplinar; mobilização de discurso oral e escrito de natureza argumentativa (expressar uma posição, apresentar argumentos e contra-argumentos) (DGE, 2018c, p. 5). Também neste ano de escolaridade, os manuais escolares enfatizam a distinção entre recursos renováveis e não renováveis, fazendo referência às vantagens e desvantagens da sua exploração e à necessidade da recuperação das minas desativadas.

Na disciplina de Geologia do 12.º ano, no domínio *A Terra Ontem, Hoje e Amanhã*, sugere-se que os alunos planifiquem e realizem atividades práticas que permitam encontrar formas de conciliar o desenvolvimento da região com a preservação dos recursos geoambientais e que interpretem informação diversificada relativa à exploração e contaminação por recursos geológicos. Sugere-se que o professor promova estratégias que envolvam por parte do aluno a pesquisa autónoma e criteriosa sobre as temáticas em estudo e o aprofundamento de informação, bem como a implementação de estratégias que requeiram/induzam por parte do aluno: a aceitação de pontos de vista diferentes; o respeito por diferenças de características, crenças, culturas ou opiniões (DGE, 2018d, p. 5). Os manuais escolares apresentam propostas que recaem na forma como pode ser efetuada a exploração de minerais, de materiais de construção e ornamentais e analisam impactes de explorações mineiras, bem como a reutilização e a reabilitação de antigas explorações, analisando alguns casos portugueses.

Na disciplina de Biologia do 12.º ano de escolaridade, no domínio *Preservar e recuperar o ambiente*, os alunos devem interpretar dados relativos à contaminação de ar, água ou solo, bem como planificar e realizar atividades práticas sobre contaminantes, efeitos e remediação biotecnológica. Devem, também, realizar intervenções de cidadania responsável (exequíveis e fundamentadas) orientadas para prevenir/ minimizar/ remediar a problemática em estudo e promover o uso sustentado dos recursos naturais (DGE, 2018e, p. 9). Nos manuais escolares de Biologia, o crescimento da população e os

avanços da ciência e da tecnologia surgem como as principais causas do aumento da exploração de recursos naturais. Destacam os principais poluentes que resultam desta atividade e seu impacte no ambiente e no ser humano, apontando formas de minimizar/mitigar.

Por outro lado, nestas disciplinas devem ser realizadas atividades que permitam que os alunos desenvolvam aprendizagens essenciais transversais, nomeadamente: pesquisa e sistematização de informação, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; exploração de acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; formulação e comunicação de opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); e a articulação de conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de Biologia e de Geologia.

Assim, procura-se o desenvolvimento nos alunos de competências que lhes permitem intervir de forma esclarecida em questões técnico-científicas que se colocam na sociedade atual, enquanto cidadãos ativos, bem como o interesse e a curiosidade pela ciência numa perspetiva de aprendizagem e de formação ao longo da vida.

A efetivação da Autonomia e Flexibilidade Curricular permite, também, a concretização de Domínios de Autonomia Curricular (DAC), nomeadamente, como áreas de confluência de trabalho interdisciplinar facilitador de abordagens transversais de temáticas relevantes para a formação dos alunos, onde as questões relacionadas com a sustentabilidade dos recursos naturais devem ser tidas em conta, porque estão no cerne do debate atual na sociedade portuguesa. Os DAC permitem trabalhar áreas de competência do PASEO e das AE, de forma interdisciplinar, para promover aprendizagens de natureza transdisciplinar, contribuindo, assim, para as grandes finalidades do Perfil dos Alunos, na medida em que permitem, entre outros aspetos: diversificar técnicas de trabalho, materiais e recursos; abordar os conteúdos/AE associados a situações e problemas do quotidiano, com relevância social e, por vezes, controversos; promover atividades de observação e questionamento da realidade, integrando saberes de diferentes disciplinas; desenvolver atividades cooperativas/collaborativas de aprendizagem; promover o confronto de pontos de vista, a argumentação e a tomada de decisões fundamentadas; promover a utilização crítica de fontes de informação; contribuir para uma intervenção cidadã livre, autónoma e responsável.

Considera-se, por isso, que o desenvolvimento do currículo e as orientações metodológicas apresentadas nas AE permitem que o professor explore, na sala de aula e em outros espaços de aprendizagem, situações-problema do quotidiano de forma contextualizada e integrada, entre as quais se inclui a temática da exploração do lítio em Portugal, contribuindo assim para a educação cidadã dos jovens.

Considerações finais

O que vem sendo apresentado espelha uma problemática que, emergindo da realidade dos recursos naturais, aqui explicitada pelo caso da exploração do lítio, do seu enquadramento e consequências, tem óbvias implicações políticas, sociais, económicas e ambientais e, em termos educacionais, repercussões multidisciplinares. Ultrapassa, naturalmente, o âmbito das Geociências, independentemente do papel crucial que, pela natureza do seu objeto de estudo, por estas deve ser desempenhado em prol do desafio da sustentabilidade, no seu sentido mais lato. Tal desafio é fortemente defendido em diretrizes nacionais e internacionais, incluindo a própria Organização das Nações Unidas. É preciso que elas sejam lidas pelos responsáveis dos governos das nações, nos vários níveis de decisão, como um alerta forte.

As consequências de tais decisões implicam que o cidadão, de forma individual e coletiva, se comprometa e se prepare para escrutinar ativamente as temáticas que a nível local ou regional contam. E contam, para que se evolua, ou não, já no imediato, no sentido de políticas ambientais, onde naturalmente se incluem as questões dos recursos naturais, que refletem uma ordem reconhecedora dum horizonte comum da humanidade, para o qual não é despiciendo o desenvolvimento económico inclusivo. E contam para que se não descarte acriticamente, por exemplo, os estudos de prospeção e eventuais subsequentes explorações de recursos metálicos (ou outros) como o lítio, as quais podem trazer proveitos para a atividade económica, tanto local como nacional, desde que sopesados com os inevitáveis constrangimentos ambientais apontados nos EIA, documentos que de todos têm de merecer a especial atenção. Até porque agregam, tanto diretrizes procedimentais para a exploração, como indicadores para posteriormente minimizar impactes ambientais na paisagem

Esta é uma nota no que, ao tempo útil das decisões políticas e técnicas a tomar, diz respeito. Como sugerido por vários especialistas (Pinto, 2020, 24 de maio), elas deverão ter em conta que é indispensável aproveitar, por exemplo, taxas de rentabilidade económica, as quais se podem alterar-se por razões muito diversas.

Entendem os autores legítimo considerar que estando tudo isto a ocorrer numa sociedade que precisa de se reinventar, em vez de se refazer, no pós crise pandémica em que, certamente, se virão a desenvolver as futuras etapas da problemática do lítio, é avisado lembrar Edgar Mourin, em muito recente entrevista: “*Nous essayons de nous entourer d'un maximum de certitudes, mais vivre, c'est naviguer dans une mer d'incertitudes, à travers des îlots et des archipels de certitudes sur lesquels on se ravitailler...*” (Lecompte, 2020, 6 de abril).

Retomando a questão nuclear deste capítulo - preparação do cidadão para ativamente participar e tomar decisões - a educação em geral, e a educação em Geociências em particular, sempre relevantes, têm nesta problemática da exploração do lítio, uma notável contribuição a dar. É por isso que este capítulo constitui, pelo menos por duas razões, um desafio educacional.

Primeiro, porque ao valorizar uma educação para o nosso tempo (Sterling, 2010) enraizada na realidade envolvente do aluno, procura-se uma articulação entre três polos, convergentes para a sua formação cidadã:

- Exploração do lítio que é assunto a merecer atualmente eco na sociedade e na comunicação social, refletindo diferenças de perspetivas entre as populações, pontos de vista dos decisores políticos, bem como interesses do poder económico;
- Quadro legal, a nível europeu e nacional, no que à exploração de recursos geológicos diz respeito, complementado por indicadores do potencial nacional no que às reservas de lítio diz respeito. Algumas notas também sobre exemplos de boas práticas de recuperação de parques mineiros, numa lógica de preocupações saudáveis com o valor da sustentabilidade;
- Enquadramento geológico das reservas portuguesas em depósitos pegmatíticos e aplito-pegmatitos e referência às operações de mineração, aos tipos de minerais e à localização e condições possíveis de exploração. Uma nota relativa às mais relevantes jazidas mundiais de lítio e à oportunidade, não despicienda, que para o país pode significar a sua exploração, se feita em tempo útil e garantindo boas práticas.

Segundo, porque se reconhecer que as “*existential challenges with which citizens in the twenty-first century must contend is coexisting peacefully with the environment*”, então as Geociências terão um contributo a dar no sentido de, por exemplo, “*to overcome cognitive barriers to spatial and temporal thinking*”, ou enfatizar que os “*Earth systems are continuously changing, that systems must be understood over both time and space, and that processes that influence Earth systems do so across many scales, from micro to planetary, and over timescales ranging from milliseconds to millennia*” (Orion, 2019, p. 2). Assim sendo, é necessário retirar ilações sobre os conteúdos a tratar, as abordagens a desenvolver e a procura dum entendimento mais sistémico do mundo natural, ao nível da escola. Com a intencionalidade de procurar espaço para tudo isto operacionalizar em contexto curricular atual, recorda-se que:

- a LBSE apela para a formação de cidadãos com elevado sentido de participação em tomadas de decisão relevantes para as populações;
- a AFC visa, através da contextualização interdisciplinar dos saberes, a promoção do desenvolvimento pessoal e a intervenção social;
- o PASEO, ao nível dos valores, recomenda a negociação de soluções de conflito visando a sustentabilidade ecológica;
- as AE, especificamente na disciplina de Biologia e Geologia, recomendam o fortalecimento de opiniões críticas e as influências recíprocas entre as vertentes científica, tecnológica e ambiental;
- os DAC, proporcionam a convergência de atividades interdisciplinares curricularmente articuladas e desenvolvidas no âmbito de ofertas educativas e formativas, próprias da autonomia curricular.

Sinergias entre estes dois pontos, emergentes das anteriores secções, revelam que o contexto curricular vigente proporciona a possibilidade - tanto no ensino básico, na disciplina de Ciências

Naturais, como no ensino secundário, nas de Biologia e Geologia, na de Biologia e na de Geologia - de integrar a temática da exploração do lítio e suas múltiplas consequências. Essa abordagem, correspondendo porventura a uma alteração da cultura educacional, pensada a partir das Geociências como sugere Sterling (2010), é vista pelos autores como um compromisso e um desafio para as escolas, os professores e, naturalmente, para os alunos, sempre no pressuposto de que a educação em ciências tem de ter impacte na preparação dos cidadãos e, assim, contribuir para sustentar as tomadas de decisão sobre questões que afetam a comunidade. Quando estas questões são equacionadas por critérios meramente técnicos, não incorporando o contributo a dimensão da cidadania, irão avolumar o caudal das más decisões ou, pelo menos, o das soluções imperfeitas.

Perante a importância do tema, fica a intenção dos autores, de dedicarem um trabalho futuro à construção, aplicação e avaliação de uma proposta de planificação, acompanhada dos respetivos materiais curriculares, específica para a educação cidadã participada sobre a exploração do lítio.

Agradecimentos: Para a realização deste trabalho, contou-se com o apoio do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (UID/CED/00194/2013) e do Centro de Investigação em Geobiociências, Geoengenharias e Geotecnologias (UIDB/04035/2020), ambos da Universidade de Aveiro, e dos geólogos João Alberto Correia Marques e José Delgado Rodrigues.

Referências bibliográficas

- Araújo, P. M. (2017). *Vozes que falam: caminhos do PCI na comunidade das Minas da Borralha*. Dissertação de Mestrado não publicada, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto.
- Barron, E. (2007). A perspective on the next 25 years. In *Workshop connecting Geoscience Departments to the future of Science: New structures for research and curriculum*. Northfield, MN: Carleton College.
- Bento, M. J., & Rei, T. (2019, 16 de novembro). Resíduos perigosos em S. Pedro da Cova vão ser removidos em 2020. *Correio da Manhã*.
- Bralower, T., Feiss P. G., & Manduca, C. A. (2008). Preparing a new generation of citizens and scientists to face Earth's future. *Liberal Education*, 94(2), 20-23.
- CM (2003, 27 de julho). Inferno a 610 metros. *Correio da Manhã*.
- CNPGB (2020). *Barragem do Alto Rabagão*. Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens. Disponível em https://cnpgb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/AltoRabagao.htm
- Costa, P. S. (2020, 25 de janeiro). Empresa com concessão admite impactos negativos, mas “minimizáveis, devido a mina de lítio em Montalegre. *Observador*.
- DGRNNSM (2018). Zonas marítimas sob soberania e ou jurisdição Portuguesa. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos. Disponível em <https://bit.ly/3dY1Lsq>

- DGE-Direção-Geral da Educação (2018a). *Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais, 7.º ano.* Lisboa: Ministério da Educação.
- DGE-Direção-Geral da Educação (2018b). *Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais, 8.º ano.* Lisboa: Ministério da Educação.
- DGE-Direção-Geral da Educação (2018c). *Aprendizagens essenciais de Biologia e Geologia, 11.º ano.* Lisboa: Ministério da Educação.
- DGE-Direção-Geral da Educação (2018d). *Aprendizagens essenciais de Geologia, 12.º ano.* Lisboa: Ministério da Educação.
- DGE-Direção-Geral da Educação (2018e). *Aprendizagens essenciais de Biologia, 12.º ano.* Lisboa: Ministério da Educação.
- EMCC (2020). Batteries anodes. *Energy Materials Center at Cornell.* Disponível em <http://www.emc2.cornell.edu/content/view/battery-anodes.html>
- Euronews (2019, 27 de dezembro). Exportações alemãs de armas sobem para níveis de 2015. Disponível em <https://pt.euronews.com/2019/12/27/exportacoes-alemas-de-armas-sobem-para-niveis-de-2015>
- Faiões, J. (2019). Reportagem especial sobre a exploração de lítio. *Portugal à Carga, SIC Notícias.* Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=AHQaNW8OKmQ>
- FTMC (2015). Sobrepopulação. *Fundação Tem Million Club.* Disponível em <https://bit.ly/2MWxgqX>
- FUNDAMIN (2013, 30 de março). El Triángulo del Litio: Argentina, Chile y Bolivia poseen más del 85% de las reservas mundiales de litio. *Fundación para el Desarrollo de la Minería Argentina.* Disponível em <https://web.archive.org/web/20130330092251/http://www.fundamin.com.ar/es/info/5-minerales-argentinos/315-el-triangulo-del-litio-argentina-chile-y-bolivia-poseen-mas-del-85-de-las-reservas-mundiales-de-litio.html>
- Garside, M. (2020, 16 de janeiro). *Lithium - Statistics & facts.* statista. Disponível em <https://www.statista.com/topics/3217/lithium/>
- Gonçalves, A. C. R. (2014). *Alterações ambientais e riscos associados à exploração mineira no médio curso do rio Zêzere. O caso das minas da Panasqueira.* Tese de Doutoramento não publicada, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Gruber, P., & Medina, P. (2010). *Global lithium availability: A constraint for electrical vehicles?* Master of Science, University of Michigan, Michigan.
- GTL - Grupo de Trabalho “Lítio” (2017). *Relatório do Grupo de Trabalho “Lítio”.* Despacho n.º 15040/2016, Diário da República n.º 237/2016, Série II de 2016-12-13.
- Guedes, M. (2019, 5 de julho). Um novo ciclo mineiro para Portugal. *Público.*
- IFT Films (Produtora) (2009). *A atividade mineira em Portugal* [vídeo]. Lisboa: DGEC e EDM.
- INE (2011). *Censos 2011 resultados definitivos - Região Norte.* Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Jefferson Lab Resources (s.d.). *The element lithium.* Disponível em <https://education.jlab.org/itselemental/ele003.html>

- Krebs, R. E. (2006). *The history and use of our Earth's chemical elements: A reference guide* (2nd edition). Westport: Greenwood Press.
- Leal-Gomes, C. A. A. (2018). Panorâmica sobre condições naturais de ocorrência de minérios de lítio no Norte de Portugal - Perspetivas de valorização de recursos de Lítio metálico. In C. Balsa, & J.S. Teixeira (Eds.), *Recursos geológicos de Trás-os-Montes: Passado, presente e perspetivas futuras*, (pp. 57-95). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Lecompte, F. (2020, 4 de abril). Edgar Morin: «Nous devons vivre avec l'incertitude». CNRS. *Le Journal*.
- Lusa (2019, 5 de junho). Remoção dos resíduos perigosos de São Pedro da Cova há um ano a aguardar decisão judicial. *Público*.
- Lusa (2019, 25 de novembro). Associação interpôs ação em tribunal para anular concessão de lítio em Montalegre. *Observador*.
- Martins, G. O., Gomes, C. A., Brocardo, J. M. L., Pedroso, J. V., Carrilho, J. L. A., Silva, L. M. U., ... Rodrigues, S. M. C. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Direção-Geral da Educação, Ministério da Educação.
- McNutt, M. (2009). *McNutt's testimony at Senate confirmation hearing for USGS Director*. Arizona Geology. Disponível em <https://arizonageology.blogspot.com/2009/10/mcnutts-testimony-at-senate.html>
- Miranda, A. (2019, 28 de março). Contrato de exploração de lítio em Montalegre foi assinado hoje. *Público*.
- Moreno, A. (2017, 21 de abril). Revolutionizing batteries with sodium. *The Austin Chronicle*.
- OECD (2018). *Curriculum flexibility and autonomy in Portugal - OECD Review*. Paris: Directorate for Education and Skills - OECD.
- Oliveira, S. D. (2019, 31 de julho). Lítio: o medo mora em Trás-os-Montes. *Notícias Magazine*.
- Orion, N. (2019). The future challenge of Earth science education research. *Disciplinary Interdisciplinary Science Education Research*, 1, 3.
- Passos, N. (2018, 22 de janeiro). A corrida ao "petróleo branco" português. Nós. *Jornal online da UMinho*.
- Pinto, L. (2020, 24 de maio). Portugal perde terreno na ambição europeia para o lítio. *Público*
- Pinto, M. C. (2019, 10 de maio). Dez mil postais para pedir a António Costa a remoção dos resíduos de São Pedro da Cova. *Público*.
- Porto Canal (2020, 25 de janeiro). Associação que contesta mina de lítio em Montalegre diz que EIA "embeleza a destruição". *Porto Canal*.
- Raciuss (2020). *Lusorecursos Portugal Lithium, SA*. Disponível em <https://www.raciuss.com/lusorecursos-portugal-lithium-s-a/>
- Rebelo, D., Bonito, J., Marques, L., Morgado, M., & Trindade, V. (2018). Perspetivas sobre o ensino das geociências no 3.^º ciclo do ensino básico. In F. Veiga (Coord.), *O ensino na escola de hoje. Teoria, investigação e aplicação* (pp. 145-184). Lisboa: Climepsi Editores.

- Roda-Robles, E., Pesquera, A., Gil-Crespo, P. P., Vieira, R., Lima, A., Garate-Olave, I., ... Torres-Ruiz, J. (2016). Geology and mineralogy of Li mineralization in the Central Iberian Zone (Spain and Portugal). *Mineralogical Magazine*, 80(1), 103-126.
- SRC (2018). *Lithium report: Everything you need to know about the lithium!* Schweiz, Swiss: Swiss Resource Capital AG.
- SRC AG (2020). *Battery metals report 2020: Everything you need to know about the battery metals lithium, cobalt, nickel and vanadium!* Schweiz, Swiss: Swiss Resource Capital AG.
- Sterling, S. (2010). Living in the Earth: Towards an education for our time. *Journal of Education for Sustainable Development*, 4(2), 213-218.
- Torrão, S. (2008, 29 de setembro). Somincor é empresa do ano. *Expresso*.
- UN (2000). *Resolution adopted by General Assembly - 55/2 United Nations Millennium Declaration*.
- UN (2020). *World social report 2020. Inequality in a rapidly changing world*. United Nations A/RES/55/2.
- University Communications (2017, 28 de fevereiro). Lithium-ion battery inventor introduces new technology for fast-charging, noncombustible batteries. *UT News*.
- USGS (2020). *Mineral commodity summaries 2020*. Reston, Virginia: US Geological Survey.
- Viegas, H., Martins, L., & Oliveira, D. (2012). Alguns aspectos da geoestratégia global do lítio. O caso de Portugal. *Geonovas*, 25, 19-25.

