

_Impacto da mineração de lítio na saúde: resultados preliminares do projeto ILiFOOD

Health impact of lithium mining: preliminary results of the ILiFOOD project

Susana Jesus¹, Marta Ventura^{1,2}, Diogo Miranda³, Inês Delgado^{1,4}, Andreia Rego^{1,4}, Sandra Gueifão¹, Mariana Ribeiro^{1,4}, Ricardo Assunção⁵, Isabel Castanheira², Orquídia Neves³, Inês Coelho¹

ines.coelho@insa.min-saude.pt

(1) Departamento de Alimentação e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

(2) Marine and Environmental Sciences Centre. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Costa da Caparica, Portugal

(3) Centro de Recursos Naturais e Ambiente. Departamento de Engenharia em Recursos Minerais e Energéticos, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

(4) Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

(5) Egas Moniz Center for Interdisciplinary Research, Egas Moniz School of Health and Science, Caparica, Portugal

_Resumo

A atividade mineira para exploração de lítio está em expansão devido à utilização de lítio em baterias de produtos eletrónicos ou veículos elétricos. Os níveis de lítio nas águas, solos e alimentos em diferentes regiões geográficas são variáveis, especialmente nas zonas próximas de explorações de lítio. O projeto exploratório ILiFOOD tem como objetivo avaliar o impacto da mineração de lítio nas explorações agrícolas/hortas familiares de locais circundantes e na ingestão alimentar das populações. A investigação contribuirá para avaliar o risco de exposição das populações locais ao lítio, e a outros elementos químicos, com base nos seus níveis em vegetais (couves e batatas) e em águas (de rega e de consumo) e solos provenientes de zonas rurais próximas e afastadas de minas ativas com recursos de lítio, localizadas nas regiões de Barroso-Alvão e Guarda. Para estimar a exposição da população, serão aplicados inquéritos sociodemográficos e de consumo alimentar aos residentes dos locais em estudo. Trata-se de um estudo inovador em Portugal que irá, pela primeira vez, explorar a relação entre a exposição alimentar e a atividade mineira da exploração de recursos litiníferos. Os resultados preliminares obtidos na envolvente da mina C57 (Guarda) revelaram teores mais elevados de Li nas couves amostradas nas hortas localizadas até 0,5 km de distância da mina.

_Abstract

Lithium mining activity is expanding due to the use of lithium in batteries for electronic products or electric vehicles. Lithium levels in the water, soils, and food vary from region to region, especially in areas within active mining lithium explorations. ILiFOOD aims to evaluate the impact of lithium mining on surrounding local farms and populations' dietary intake. This exploratory project will contribute to enlightening the risk of exposure of local populations to lithium and other chemicals elements, by evaluating its levels in vegetables (cabbages and potatoes) and in water (drinking and irrigation) and soil from rural areas close and far from active lithium mines resources, located in Barroso-Alvão and Guarda regions to assess population's exposure, socio-demographic and food consumption surveys will be applied to inhabitants of local farms. This is an innovative study in Portugal, which will for the first time; assess the relationship

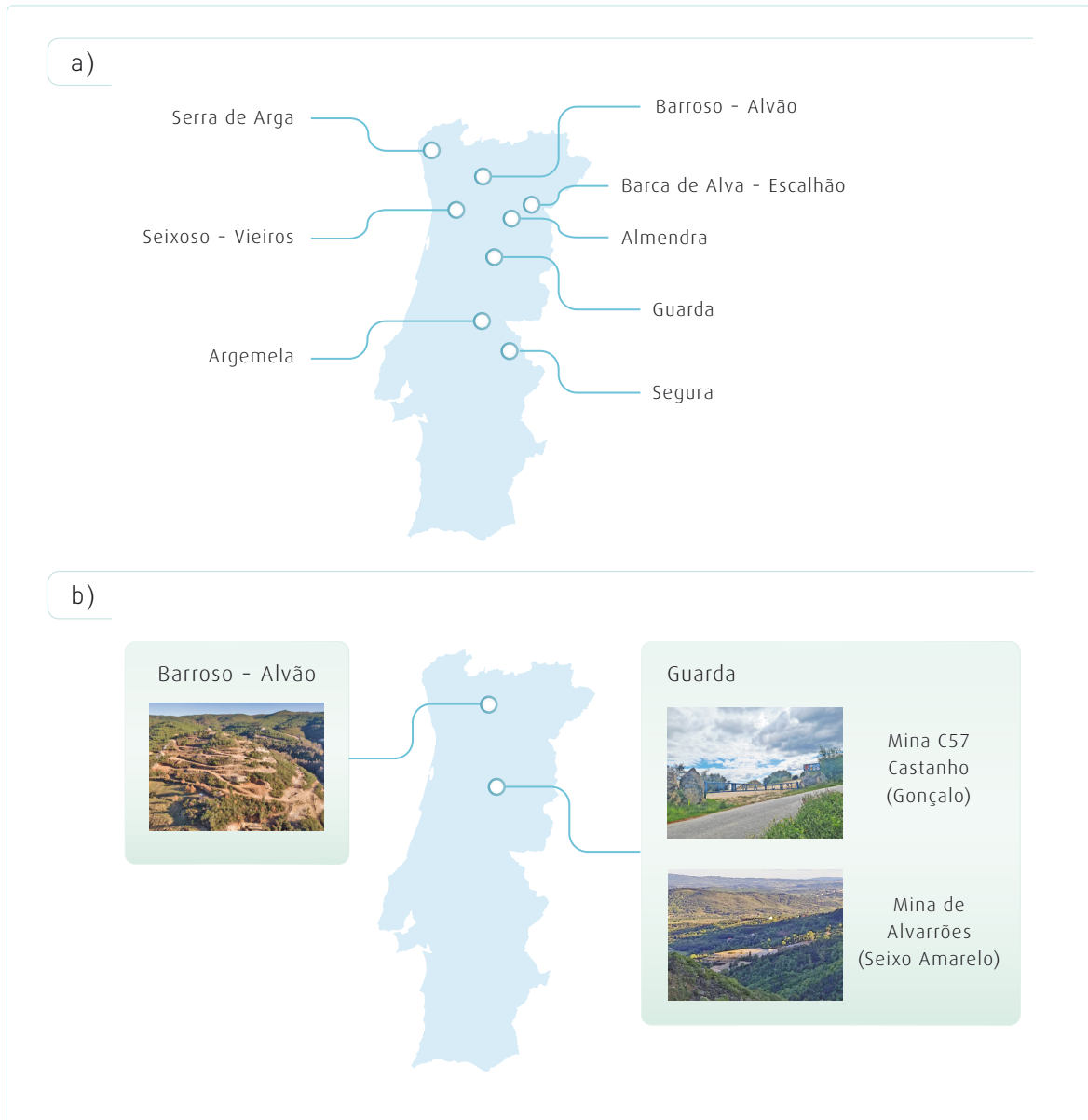
between food exposure and mining activity of lithium resources. Preliminary results obtained in the surroundings of the C57 mine (Guarda) revealed higher levels of Li in the cabbage leaves sampled in the local farms located up to 0.5 km away from the mine.

_Introdução

Nos últimos anos, o interesse pela mineralização do lítio (Li) tem vindo a aumentar a nível global (1,2). Portugal é um dos poucos países europeus com concessões mineiras com recursos litiníferos, sendo que até ao momento estão registadas oito concessões (figura 1a), estando previstas novas explorações de Li num futuro próximo (1). Se por um lado o Li é retratado como uma solução "amiga" do ambiente para substituir os combustíveis fósseis, por outro têm vindo a surgir preocupações quanto aos impactos ambientais negativos da sua mineração e transformação, bem como aos impactos sociais na saúde e segurança das populações vizinhas (3-5). De acordo com estudos científicos, os níveis deste elemento químico em solos e águas variam dependendo das características geológicas e das condições ambientais (4,6). Por conseguinte, os níveis de Li nos alimentos também podem apresentar variabilidade, principalmente em áreas próximas a minas com recursos de lítio. É importante avaliar o impacto na saúde da população envolvente associado à exposição, através da dieta, a este elemento.



Figura 1: ↴ Concessões mineiras de lítio activas em Portugal (a); Minas com recursos de lítio integradas no projeto ILiFOOD (b).



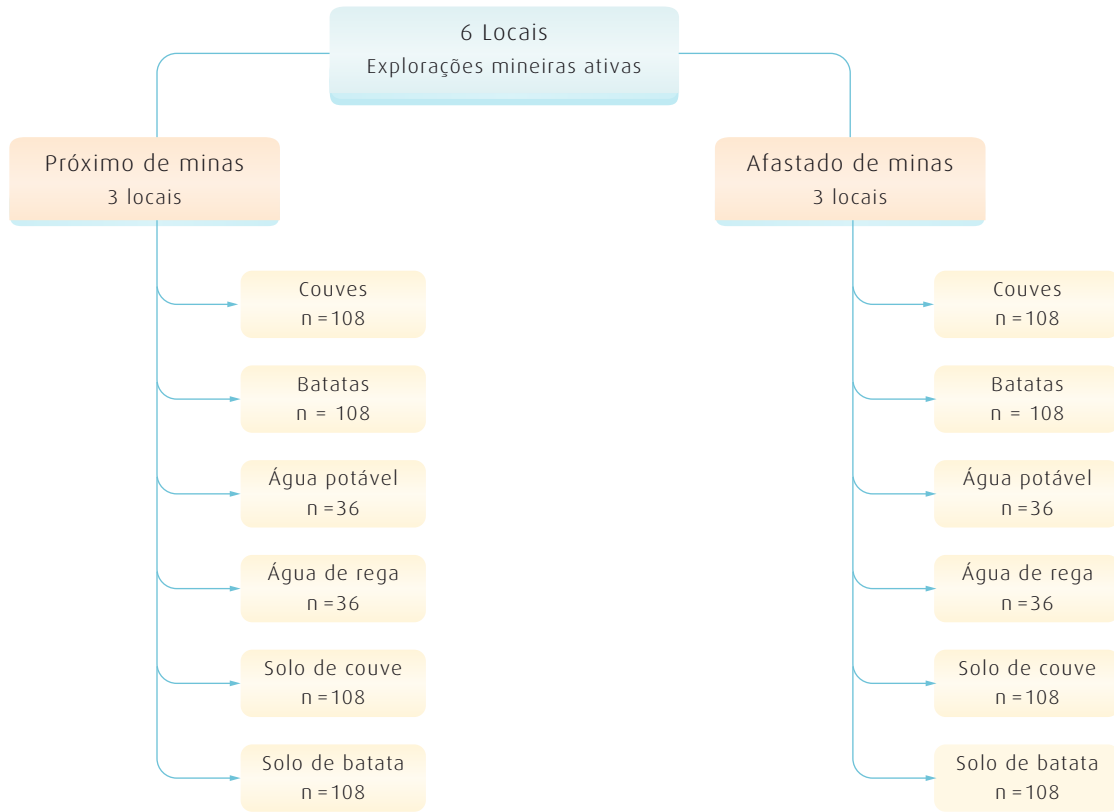
Adaptado de: Relatório do Grupo de Trabalho "Lítio" (2).

Neste contexto, encontra-se a decorrer o projeto exploratório ILiFOOD (Lítio na alimentação: o impacto das explorações mineiras de lítio) que contribuirá para avaliar o risco da exposição das populações ao Li, e a outros elementos químicos. Para tal, serão determinados e comparados os níveis de Li em vegetais (couves e batatas), em solos e em água (rega e potável) colhidos em zonas rurais próximas e afastadas de três minas ativas, que têm recursos de Li: C57 e Alvarrões

(distrito da Guarda), e Barroso (distrito de Vila Real) (figura 1b). No total serão seleccionados seis locais. O respetivo plano de amostragem encontra-se representado na figura 2. Para cada mina foi definido um local próximo da mina e um local afastado. Consideraram-se próximas das minas as hortas que se localizavam até 1,5 km e como hortas afastadas seleccionaram-se locais compreendidos entre 2 e 8,5 km da mina.



Figura 2: Plano de amostragem do projeto ILiFOOD.



A fim de estimar a exposição da população, o projeto prevê a aplicação de inquéritos sociodemográficos e de consumo alimentar aos residentes das hortas em estudo. Com este projeto será possível, pela primeira vez em Portugal, explorar a relação entre a exposição alimentar e a atividade mineira na exploração de Li.

Objetivo

O presente trabalho apresenta os dados preliminares relativos aos teores de Li em couves de dois locais em estudo, no âmbito do projeto ILiFOOD que tem como objetivos: i) estudar o impacto da exploração mineira nos alimentos (couves e batatas) cultivados em zonas circundantes de minas com recursos litiníferos bem como em águas (potável e de rega) e solos; ii) realizar uma avaliação do risco da população envolvente associado à exposição ao lítio, através da dieta.

Materiais e métodos

Estando o projeto em curso, serão apenas apresentados resultados preliminares. Assim, os dados agora publicados dizem respeito ao teor de Li em amostras de couve recolhidas em dois locais, nomeadamente próximo e afastado da mina C57 (figura 1b). Em cada local foram selecionadas doze hortas, tendo sido recolhidas três couves por horta (n=36), as quais foram analisadas laboratorialmente em doze *pools* por local. As recolhas foram realizadas entre abril e agosto de 2022.

No laboratório as couves foram lavadas com água da torneira, secas em estufa, trituradas e digeridas, por micro-ondas em vaso fechado, com uma mistura de ácido nítrico/peróxido de hidrogénio/água ultrapura, num rácio de 4:1:3, de forma a destruir a matéria orgânica.



O teor de Li foi determinado por espectrometria de massa com plasma indutivo acoplado (ICP-MS).

Os dados foram obtidos em triplicado, em condições de garantia da qualidade suportadas pelos requisitos descritos na norma ISO/IEC 17025:2017 (*General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*). A concentração encontra-se expressa, pela média de três réplicas, em μg de Li/kg de couve em peso fresco.

Para a análise estatística foi utilizado o programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, v27). Foi aplicado o teste *t-student* para identificar as diferenças significativas entre as médias das concentrações de Li nas amostras, considerando um *p-value* de 0,05.

Resultados e discussão

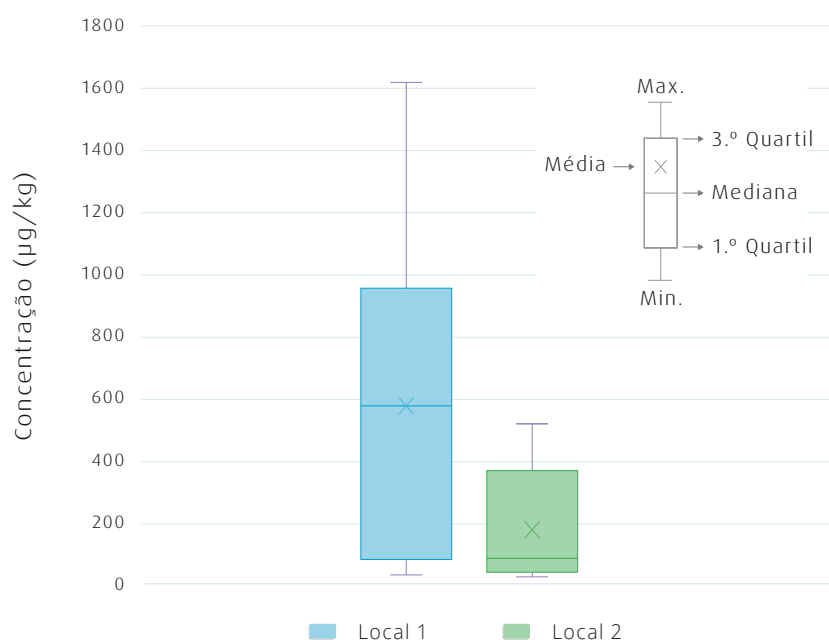
Neste trabalho apresentam-se os resultados preliminares obtidos nas amostras colhidas nas hortas na envolvente da mina C57, no distrito da Guarda. Os locais 1 e 2 correspondem às hortas situadas perto e afastadas da mina, respetivamente. As amostras dos restan-

tes locais ainda se encontram em análise. Os resultados obtidos encontram-se representados no [gráfico 1](#).

No local 1 (próximo da mina, até 1,5km), constatou-se uma grande dispersão de teores de Li, que variaram entre $44 \pm 1 \mu\text{g}/\text{kg}$ e $1627 \pm 39 \mu\text{g}/\text{kg}$ (peso fresco), com um valor de mediana de $582 \mu\text{g}/\text{kg}$. Os valores mais elevados (superiores a $1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ (peso fresco)) foram observados em 3 hortas que se encontram a menos de 0,5 km da mina em estudo. Estes resultados estão de acordo com Ammari, *et al.* (2011) que obteve um valor médio de Li de $1200 \mu\text{g}/\text{kg}$ (peso fresco), em couves recolhidas em solos do Vale Jordão, uma região produtora de Li (7). Por outro lado, na horta mais afastada da mina dentro deste local, o teor de Li nas couves foi de $88,9 \pm 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ (peso fresco).

Na literatura são poucos os estudos para o teor de Li em couves e alguns encontram-se expressos em peso seco. Kabata-Pendias (2001) indica teores de $500 \mu\text{g}/\text{kg}$ (peso seco) neste produto hortícola (8), enquanto Figueroa, *et al.* (2013) observou concentrações mais elevadas em amostras provenientes do

Gráfico 1: ▣ Concentração de Li ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso fresco) em couves do local 1 (próximo da mina) e local 2 (afastado da mina).





norte do Chile (região produtora de Li), entre 3800 e 3200 µg/kg (peso seco) (5). Convertendo os teores de Li encontrados no local 1 para peso seco, estes variaram entre 304 µg/kg e 11144 µg/kg. Tendo por base a distância das hortas relativamente à mina, verificou-se que, das 9 hortas mais próximas, que distam no máximo 0,5 km da mina, 6 apresentaram resultados acima de 3800 µg/kg (peso seco). Estes resultados demonstram que a variabilidade dos teores de Li nas couves pode estar relacionada com a exploração mineira, mas também com as condições locais, como características físico-químicas do solo, entre elas o pH, que influencia a disponibilidade de Li e a consequente transferência deste elemento do solo para a planta (7,9,10).

Os valores de Li para o local 2 (afastado da mina, 2 a 8,5 km), variaram entre 34 ± 1 µg/kg e 509 ± 19 µg/kg (peso fresco), com uma mediana de 109 µg/kg. Estes resultados são, em média, inferiores aos teores de Li encontrados nas couves do local 1, assim como a amplitude dos resultados no local 2 é menor. O teste de *t-student* mostrou diferenças significativas entre a média dos dois locais ($p=0,010$).

Comparando os resultados dos dois locais, verifica-se uma sobreposição entre os 5 teores mais baixos de Li encontrados no local 1 e os resultados obtidos para o local 2. Destes, dois têm origem em hortas que distam da mina mais de 0,8 km, o que parece sugerir que a proximidade de explorações mineiras com recursos litiníferos pode ter influência nos teores encontrados nos alimentos. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Pinheiro D. (2020) que determinou também nos solos teores de Li mais elevados perto da mina C57 comparativamente a outros locais mais afastados (6). Também Sobolev, *et al.* (2019) concluiu que em locais onde existem reservas de Li é esperada uma concentração nos alimentos superior (9). Esta evidência deverá ser suportada pelos restantes resultados previstos no projeto, quer noutros locais, quer noutras matrizes.

_Conclusão

Dado o crescente aumento de interesse nas energias verdes, e o subsequente aumento das explorações mineiras de Li, é essencial entender qual o seu impacto na alimentação e por consequência na saúde das populações circundantes.

De acordo com os resultados preliminares obtidos, os teores de Li nas couves parecem ser mais elevados nas hortas localizadas a menos de 0,5 km da mina C57. Para distâncias superiores a 0,5 km observou-se uma grande variabilidade de concentrações, que poderá estar relacionada com outras fontes.

Com a inclusão dos restantes dados analíticos (restantes locais, couves, batatas, águas e solos) previstos no projeto será possível avaliar e concluir sobre o impacto da proximidade a explorações mineiras no teor de Li dos alimentos consumidos pela população local. A integração dos resultados analíticos com os questionários sociodemográficos irá permitir uma avaliação da dose de exposição ao Li associada ao consumo destes alimentos.

Financiamento:

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto EXPL/CTA-AMB/0977/2021.

Referências bibliográficas:

- (1) Kaunda RB. Potential environmental impacts of lithium mining. *J Energy & Natural Resources Law*. 2020 Jul 2;38(3):237-44. <https://doi.org/10.1080/02646811.2020.1754596>
- (2) Ministério da Economia e do Mar. Despacho n.º 15040/2016, de 13 de dezembro. DR n.º 237/2016, 2ª Série(2016-12-13):36474. Cria 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. <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/15040-2016-1053487593>.
- (3) Yalamanchali R. Lithium, an emerging environmental contaminant, is mobile in the soil-plant system. (Thesis Master's Degree, Lincoln University, 2012). <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/5231>
- (4) Rodrigues PMSM, Antão AMMC, Rodrigues R. Evaluation of the impact of lithium exploitation at the C57 mine (Gonçalo, Portugal) on water, soil and air quality. *Environ Earth Sci*. 2019 Sep 19;78(17):533. <http://link.springer.com/10.1007/s12665-019-8541-4>



artigos breves_ n. 8

- (5) Figueroa LT, Razmillic B, Zumeata O, et al. Environmental Lithium Exposure in the North of Chile — II. Natural Food Sources. *Biol Trace Elem Res.* 2013 Jan 28;151(1):122-31. <http://link.springer.com/10.1007/s12011-012-9543-1>
- (6) Pinheiro D. Lithium concentration and distribution in Portuguese soils. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2020. (Extended Abstract) <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997262046/Versao%20Final-Extended%20Abstract%2078323%20MEGM.pdf>
- (7) Ammari TG, Al-Zu'bi Y, Abu-Baker S, et al. The occurrence of lithium in the environment of the Jordan Valley and its transfer into the food chain. *Environ Geochem Health.* 2011 Oct;33(5):427-37. Epub 2010 Sep 26. <https://doi.org/10.1007/s10653-010-9343-5>.
- (8) Kabata-Pendias Alina, Pendias Henryk. Trace elements in soils and plants (3th ed.). Boca Raton: CRC Press, c2011.
- (9) Sobolev OI, Gutyj BV, Darmohray LM, et al. Lithium in the natural environment and its migration in the trophic chain. *Ukr J Ecol.* 2019;9(2):195-203. http://193.138.93.8/bitstream/BNAU/2489/1/lithium_in_the_natural.pdf
- (10) Tanveer M, Hasanuzzaman M, Wang L. Lithium in Environment and Potential Targets to Reduce Lithium Toxicity in Plants. *J Plant Growth Regul.* 2019 Dec 28;38(4):1574-86. <http://link.springer.com/10.1007/s00344-019-09957-2>