

## A COMPLEXIDADE DO LÍTIO GEOGÊNICO

<sup>1</sup>Manoel Jerônimo Moreira Cruz

<sup>2</sup>Maria Orquídia Teixeira Neves

<sup>3</sup>Olga Maria Fragueiro Otero

<sup>4</sup>Manuel Vitor Portugal Gonçalves

<sup>1</sup>Lana Carolina Sena Pena<sup>1</sup>

1 Programa de Pós-graduação em Geoquímica do Petróleo e Meio Ambiente -POSPETRO UFBA – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. E-mail: [jeronimo@ufba.br](mailto:jeronimo@ufba.br) <http://orcid.org/0000-0002-8488-4936>

2 Instituição: DECivil/CERENA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa Endereço: Av. Rovisco Pais, Nº 1, 1049-001, Lisboa - Portugal E-mail: [orquidia.neves@tecnico.ulisboa.pt](mailto:orquidia.neves@tecnico.ulisboa.pt) [orquidia.neves@tecnico.ulisboa.pt](mailto:orquidia.neves@tecnico.ulisboa.pt) <https://orcid.org/0000-0001-7134-5525>

3 Instituto de Geociências Universidade Federal da Bahia. E-mail: [ofotero@gmail.com](mailto:ofotero@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-0448-6925>

4 Pós-Graduação em Ambiente, Território e Sociedade, Universidade Católica do Salvador (UCSAL).E-mail: [hidrovitor81@gmail.com](mailto:hidrovitor81@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-0645-6776>

### RESUMO

No Brasil, a existências de duas importantes províncias pegmatíticas localizadas uma na região do Seridó, no nordeste do Brasil e outra mais a sudeste, ao norte do estado de Minas Gerais, limites com o estado da Bahia, apresentam referências da presença de Lítio Geogênico.

O Lítio, geogênico, secundário é um elemento químico que ocorre nos reservatórios geoquímicos superficiais, provenientes da ação do intemperismo químico das fases minerais, portadoras deste elemento. O enriquecimento supergênico fornece este elemento para os solos, sedimentos e água, ou seja, para os reservatórios geoquímicos superficiais. O Lítio é um elemento que traz diversos benefícios terapêuticos, entre eles cita-se o tratamento de distúrbios da saúde mental, como na doença afetiva bipolar, na prevenção de alterações do comportamento, podendo ser relacionado em alguma medida, na redução do suicídio e violência.

O suicídio é a décima causa de morte em todo o mundo. As taxas de suicídio variam muito de país para país e de regiões dentro de um país. O Brasil possui uma das menores taxas de suicídio mundial, no entanto esses números vêm aumentando em torno de 30%, nas últimas décadas.

As relações entre o Lítio e saúde mental podem ser abordadas pela geoquímica médica, que é um novo campo da Geologia, que investiga a distribuição dos materiais geológicos e as possíveis influências sobre a saúde humana. Este artigo apresenta as dificuldades da tentativa de relacionar os constatados teores de Lítio geogênico, existentes no Nordeste do Brasil, com os números das estatísticas de suicídio de levantamentos do sistema de saúde Brasileiro.

Palavras Chaves: Geologia Médica, Saúde Mental Elemento Lítio

## ABSTRACT

Lithium, geogenic, secondary is a chemical element that occurs in surface geochemical reservoirs, from the action of chemical weathering of mineral phases, carriers of this element. Supergene enrichment supplies this element to soils, sediments and water, that is, to surface geochemical reservoirs. Lithium is an element that brings several therapeutic benefits, among them the treatment of mental health disorders, such as bipolar affective disease, in the prevention of behavior changes, and may be related to some extent, in the reduction of suicide and violence.

Suicide is the tenth leading cause of death worldwide. Suicide rates vary greatly from country to country and from regions within a country. Brazil has one of the lowest suicide rates in the world, however these numbers have been increasing by around 30% in recent decades.

The relationship between lithium and mental health can be addressed by medical geochemistry, which is a new field of geology that investigates the distribution of geological materials and possible influences on human health. This article presents the difficulties of trying to relate the verified levels of geogenic Lithium, existing in the Northeast of Brazil, with the numbers of suicide statistics from surveys of the Brazilian health system.

Key word: Medical Geology, Mental health, Lithium Element

## I - INTRODUÇÃO

No Brasil, os estudos sobre o Lítio geogênico, relacionado à saúde mental, mais especificamente ao suicídio são bastante escassos. Recentemente, Cruz *et al.* (2022) publicaram dados sobre o estudo do Lítio geogênico na região de Guanambi, Bahia, referiram uma taxa de homicídios em torno de 30,8 mortes por 100 mil habitantes, de acordo com as informações do Atlas da Violência (2019). Esta taxa de homicídio é menor que a taxa média de homicídio do Brasil, que é de 31,6 mortes por 100 mil habitantes ou da taxa média da Bahia que é de 48,8 mortes por 100 mil habitantes.

O estudo sobre o Lítio em Portugal, segundo Oliveira *et al.* (2019) tecem importantes considerações sobre o suicídio, descrevendo o suicídio como um evento multifatorial causado por uma complexa interação entre fatores biológicos, genéticos, psicológicos, sociais e ambientais. A complexidade da epidemiologia do suicídio é ampliada por consideráveis variações de risco entre nações e dentro dos países (Helbich et al, 2015). Suscita-se que os estudos realizados por Neves *et al* (2015), sobre as relações entre o Lítio e o suicídio em

Portugal podem ser utilizados como referências comparativas para o estudo do Lítio geogênico e o suicídio no Brasil, tendo em vista as similaridades das estruturas sociais entre ambos os países.

O Lítio é um metal alcalino monovalente, bastante reativo, que não ocorre livremente na natureza, embora o seu teor seja relativamente baixo, encontra-se amplamente distribuídos no ambiente preferencialmente em domínios pegmatíticos e em sedimentos evaporíticos; Nas classificações geoquímicas, o Lítio é considerado um elemento litófilo e apesar de ser o terceiro elemento da tabela periódica, a sua abundância média é inferior à esperada, sendo estimado que na crosta terrestre ocorra em concentrações entre 17 e 20 ppm e na ordem de 6000 ppm em salmouras hipersalinas (Warren, 2017).

O Lítio encontra-se presente em diversos minerais, sendo estimada a existência de 250 a 700 minerais portadores de Lítio (Grew, 2020), no entanto destes apenas quatro são explorados para sua extração: espodumena, petalite, lepidolite e amblygonite (Velho *et al.*, 1998). Os minerais de Lítio são majoritariamente encontrados em pegmatitos litíferos, normalmente associados a rochas graníticas.

A pesquisa relativa ao Lítio iniciou-se a partir da caracterização dos minerais espodumênio ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) e petalita ( $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ), no início do século XVIII pelo naturalista e político brasileiro, José Bonifácio de Andrade e Silva. Durante este século, foi também descoberta a lepidolita ( $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Si},\text{Rb})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$ ) e foram ainda estudados vários sais de Lítio. Na segunda metade desse mesmo século, iniciou-se a comercialização do metal, após a descoberta de métodos de separação por electrólise de óxido e cloreto de Lítio (Kavanagh *et al.*, 2018).

Na água dos rios a concentração de Lítio é aproximadamente  $3\mu\text{g/L}$  (Aral e Vecchio-Sadus, 2008), nas águas superficiais o Lítio têm concentrações entre 1 e  $10\mu\text{g/L}$ , na água do mar esta concentração é de  $0,18\mu\text{g/L}$ , nas águas subterrâneas pode atingir  $500\mu\text{g/L}$  (Schrauzer, 2002) e nas águas minerais varia entre 0,05 e  $1\text{mg/L}$  (LaMoreaux e Tanner, 2001; Hassoun e Schnug, 2011).

Nos solos as concentrações do Lítio variam entre 10 e  $40\text{mg/kg}$ , sendo o valor médio geral em torno de  $20\text{mg/kg}$  e  $30\text{mg/kg}$  no caso dos solos graníticos (Kavanagh *et al.*, 2018). Em solos arenosos são encontrados valores mais baixos e mais altos em solos calcários (Kabata-Pendias *et al.*, 2007). No entanto, as maiores concentrações do elemento, possivelmente estão associadas a áreas com rocha ígneas plutônicas (como as graníticas) e sedimentos derivados de rochas aluminossilicáticas (Kabata-Pendias *et al.*, 1984).

No corpo humano a quantidade de Lítio é de aproximadamente  $7\text{mg}$  (Lenntech, 2015) e embora ainda não seja reconhecido como um elemento essencial, pode influenciar o metabolismo humano. Schrauzer (2002) indicou para um adulto de  $70\text{kg}$  uma dose provisória diária de  $1\text{mg Li/dia}$  ( $14,3\mu\text{g/kg}$  peso).

Segundo Peixer (2013), as maiores fontes de Lítio na dieta humana são os cereais e vegetais (0,5-3,4mg/kg), os produtos lácteos (0,50mg/kg), a carne (0,012mg/kg) e em algumas áreas a água de consumo público(0,1-2,0µg/L). Vários estudos indicaram que algumas águas minerais engarrafadas apresentam um enriquecimento natural, registrando valores mais elevados (9.860µg/L) em uma água mineral engarrafada na Eslováquia (Reimann et al., 2010). Já em Portugal foram registradas águas minerais naturais com teores de Lítio superiores a 1500µg/L, que apresentavam alta mineralização e classificadas como tipo hidrogenocarbonatada-sódica e naturalmente carbonatadas (> 25 mg/L de CO<sub>2</sub> livre). No Brasil, estudos de Dovidauskas *et al.*, (2019) indicam teores de Lítio da ordem de 28 µg L<sup>-1</sup>, na região do Estado de São Paulo.

A relação entre o Lítio e a saúde tem sido evidenciada ao longo do tempo, desde a sua recomendação para o tratamento da gota (que se mostrou ineficaz) até à sua utilização, bem-sucedida, para o tratamento de doenças do foro mental, administrado essencialmente sob a forma de carbonato e em doses terapêuticas de 600 a 1200mg Li/dia. Embora o efeito destas doses esteja bem definido, os efeitos adversos são relevantes. Devido à janela terapêutica estreita e a sua toxicidade, recomenda-se um controle regular da sua concentração no sangue. Por outro lado, nos últimos anos têm surgido vários estudos que sugerem que a ingestão de Lítio em doses baixas, como as que se encontram na água de consumo, poderão também promover benefícios para a saúde mental da população.

Estudos realizados com doses mais baixas e com menor potencial de toxicidade demonstraram efeitos positivos em perturbações afetivas. O estudo com um grupo de toxicod dependentes de drogas em recuperação (Schrauzer e de Vroey, 1994), mostrou efeitos benéficos no bem-estar e humor através da administração diária de um suplemento com 400µg de Lítio. O efeito neuro-protetor do Lítio foi observado em ensaios clínicos em pacientes com a doença de Alzheimer, através do uso de 300µg Li/dia (Marielza *et al.*, 2013), assim como em indivíduos em risco muito elevado para psicoses (Berger *et al.*, 2012).

Outros estudos, realizados em locais geográficos com diferentes climas, hábitos e dietas alimentares, indicaram uma relação inversa entre o teor de Lítio na água potável e a taxa de suicídio ou com a diminuição de comportamentos violentos ou suicidas. Estes resultados observaram-se no Texas (Schrauzer e Shrestha, 1990: 1-160µg Li/L), no Japão (Ohgami *et al.*, 2009: 1-60 µgLi/L), na Áustria (Kapusta et al., 2011: < 3-1300µg Li/L) e na Grécia (Giotakos *et al.*, 2013: 0,1-121 µgLi/L) entre outros. Esta tendência não foi observada por Kabacs *et al.* (2011) no leste de Inglaterra, onde as concentrações de Lítio na água de consumo público se posicionam entre 0,1 e 21µg /L e também em estudos preliminares em 45 municípios de Portugal (< 1 a 19 µg /L), segundo Oliveira *et al.* (2019). Após a publicação destes estudos, alguns pesquisadores discutem se a adição de Lítio na água de abastecimento público trará benefícios para a saúde mental da população em geral (Kabacs *et al.*, 2011).

## II – LÍTIO GEOGÊNICO NO BRASIL

No Brasil, a concentração de minerais de Lítio é descrita nas regiões nordeste e sudeste. Nesta região, Beurlen *et al.* (2014) estudaram a Província Pegmatítica Borborema (Seridó), conhecida desde a Primeira Guerra Mundial, quando foram explorados minerais de mica branca. Segundo os mesmos autores, as atividades de exploração de tântalo e as primeiras descobertas geológicas sistemáticas na década de 1940, produziram mapas geológicos esquemáticos dos pegmatitos mais importantes, sendo registrados dados do potencial metalogenético destes corpos ígneos, inclusive a presença do Lítio. Veras *et al.* (2018) revisaram os dados da Província Pegmatítica do Seridó, ratificando as afirmações anteriores, que os corpos ígneos abrigavam importantes reservas de Lítio, associada aos pegmatitos mineralizados.

Nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e parte do sul da Bahia, ocorre a Província Pegmatítica Oriental, onde mais de 90% desta Província localizada na parte leste do estado de Minas Gerais, especificamente na unidade geotectônica denominada Orogeno Araçuaí, com rochas graníticas de idades que variam do final do Neoproterozóico até o Cambro-Ordoviciano, cobrindo em torno de 1/3 da área rica em pegmatitos (Pedrosa-Soares *et al.*, 2007).

Os pegmatitos graníticos ricos em Lítio constituem usualmente uma pequena proporção (em geral 1-2 %) de todos os pegmatitos, foram estudados por Sá (1977), segundo este autor a preservação dos minerais de Lítio foi possível graças à ação relativamente reduzida dos agentes do intemperismo químico, o que não ocorreu no distrito pegmatítico de Minas Gerais

As descrições geológicas das áreas do Seridó, Araçuaí e do Vale do Jequitinhonha indicam a existência de Lítio nas litologias destas regiões, pressupondo-se que as populações dessas duas regiões estariam mais sujeitas as ações benéficas daquele elemento alcalino.

## II - APECTOS DO SUICÍDIO NO BRASIL

Vários estudos realizados, tanto em países em desenvolvimento quanto em países industrializados, indicam um predomínio de cerca de 90% de suicídios dentre os diversos transtornos mentais, sendo que os indivíduos com transtorno de humor têm risco de suicídio 20 vezes maior do que a população geral (Vita *et al.*, 2015). Diversas análises de ensaios clínicos mostraram que o risco de suicídio entre aqueles com transtornos de humor é significativamente reduzido quando são tratados com Lítio (Cipriani *et al.*, 2013). Foi proposto que as propriedades anti suicidas do Lítio podem ser independentes de seus efeitos estabilizadores de humor (Müller-Oerlinghausen, 2005). A dosagem de Lítio recomendado na terapia de manutenção do transtorno bipolar varia entre 0,6 e 1,0mmol/L, mesmo assim, o nível sanguíneo ideal em que o Lítio exerce seu possível efeito preventivo no suicídio não foi identificado (Kabacs *et al.*, 2011).

Como elemento traço natural o Lítio é mobilizado pelo intemperismo das rochas para solos e águas subterrâneas ou superficiais. Em algumas regiões, beber de fontes de água que podem apresentar altas concentrações de Lítio, como o rio Luta (0,33mmol/L) no norte do Chile, refletem uma ingestão diária natural de Lítio de até 1,5mmol/dia. Embora essas doses diárias de Lítio sejam consideravelmente mais baixas do que as usadas terapêuticamente, não se sabe até que ponto a ingestão de Lítio natural pode influenciar na saúde mental ou mortalidade por suicídio (Kapusta, *et al*, 2011). Embora as doses da ingestão natural de Lítio são relativamente baixas, há evidências crescentes de que níveis muito baixos de Lítio induzidos pelo consumo rotineiro de Lítio na água potável pública, pode ter efeitos ante suicidas, tanto em pacientes com transtornos de humor como na população em geral (Liaugaudaite *et al.*, 2017). No entanto, existe o questionamento que estas pesquisas muitas vezes não incluem fatores de cunho socioeconômicos, como pobreza e questões socioeconômicas. Vários fatores como sexo, idade, população densidade, renda média per capita, taxas de desemprego e quantidade de católicos romanos foram recentemente mostrados influenciando na mortalidade por suicídio em Portugal (Santana, 2015).

O primeiro Boletim Epidemiológico de Tentativas e Óbitos por Suicídio no Brasil (2020), divulgado pelo Ministério da Saúde, mostra altas taxas de suicídio entre idosos com mais de 70 anos, com registros médios de 8,9 mortes por 100 mil habitantes nos últimos seis anos, sendo que a média nacional da população é 5,5 mortes por 100 mil habitantes. Também chama atenção o alto índice entre jovens, principalmente homens e indígenas, além de aspectos sócios econômicos, como a grilagem de terras e o alcoolismo.

Nas áreas do Seridó e de Araçuaí, as estatísticas referentes apresentam números de mortes mais baixos do que o geral, ou até mesmo ausentes, entretanto os valores estatísticos são escassos. Nesta pesquisa foram realizados levantamento preliminares sobre o suicídio nestas regiões. A dificuldade de obtenção de dados é muito grande, acredita-se que devido às questões predominantemente religiosas e de cunho familiar. Um estudo sobre os casos de suicídio no Nordeste do Brasil, entre os anos de 2010 a 2014, mostra que dentre os dez municípios com maiores índices de suicídio do nordeste destacam-se São José do Seridó, em primeiro lugar, com 35,63 óbitos/100mil habitantes e Ouro Branco, em terceiro lugar, com 29,21 óbitos/100mil habitantes. Uma importante série de referências bibliográficas pode ser encontrada no trabalho de Cortez *et. al.*, 2019.

O Estado de Minas Gerais detêm os maiores índices de suicídio do Brasil ([Minas tem 60 tentativas de suicídio por dia \(hojeemdia.com.br\)](https://hojeemdia.com.br)), abrangendo inclusive as regiões pegmatíticas de Araçuaí.

## II - DISCUSSÕES

Em áreas onde existe a presença natural de Lítio é de se presupor que a população local esteja continuamente exposta a ação deste elemento químico, através da ingestão cotidiana de água e/ou do consumo de plantas bioacumuladoras deste elemento químico, a exemplo a batata e o tomate (<https://remediosnaturais.info/nutricao/alimentos-ricos-em-litio/>).

O Lítio geogênico é resultante da migração do Lítio, liberado pela meteorização de minerais litiníferos presentes nas rochas, para ambientes secundários, permitindo a difusão do elemento químico para o meio exógeno, promovendo assim sua reconcentração através de

processos de supergênese e desenvolvendo depósitos em solos e sedimentos (Macheyeki *et al.*, 2020).

Na região de Guanambi no estado da Bahia, Pena (2021) estudando a concentração de Lítio através das análises químicas de sedimentos de corrente, solos e águas, mostrou que o Lítio varia entre 0,5 a 22mg/L em solos e 0,5 a 20mg/L em sedimentos (Cruz et al., 2022). Entretanto, nos mesmos locais, as análises de água não apresentam valores detectáveis deste elemento químico.

Urge assinalar que, embora os valores tenham se apresentados muito baixos Linch (2001), o objetivo da prospecção geoquímica é sempre detectar a presença de corpos mineralizados primários em superfície e/ou ocultos em subsuperfície, através da presença de fortes anomalias geoquímicas (1ª ordem) que nesse caso é o Lítio e seus elementos farejadores/indicadores, que estão sempre associados (Moraes, comunicação verbal).

Tanto a Província Pegmatítica Oriental (Minas Gerais), quanto a Província Pegmatítica Borborema (Seridó) estão praticamente inseridas no semiárido brasileiro. O clima atual se instalou entre 8 e 10.000 anos atrás (<https://asabrazil.org.br/semiario>) e o comportamento das chuvas varia de 200 a 800mm anuais. A precipitação pluviométrica está concentrada em poucos meses do ano e distribuída de forma irregular em todo semiárido. Estes aspectos climáticos não favorecem o intemperismo químico das rochas e a liberação de elementos contido nos minerais, isso pode explicar as baixas concentrações de Lítio em amostras de água coletadas e analisadas em levantamentos hidrogeoquímicos destas regiões.

Outro ponto a se observar é o fenômeno da dispersão hidromórfica do químico que está sempre associada ao pH, Eh, temperatura da água. No caso dos elementos que se dispersam clásticamente se tem que observar a topografia, morfologia do terreno e a rede de drenagem (Moraes, comunicação verbal).

Uma associação entre as concentrações de Lítio nas regiões geologicamente anômalas deste elemento permanece incerta. Oliveira *et al.* (2019), apontaram que os efeitos positivos do Lítio, se ocorrerem, não são claros, incluindo sua aparente capacidade de reduzir suicídios em tratamento de longo prazo, com doses clinicamente significativas. Estudo futuros envolvendo uma maior amostragem e considerando outros fatores relevantes serão necessários, bem como uma análise dos mecanismos envolvidos na possível ação de Lítio geogênico e os fatores biogeoquímicos associados e pouco conhecidos desde importante elemento (Dawson et al., 1972).

Nos nossos sítios de pesquisa, à luz do conhecimento atual, é comprovada a relação dos efeitos benéficos do elemento Lítio em fármacos, para a saúde mental das populações. Entretanto, se projetar os mesmos efeitos benéficos do Lítio em fármacos ao Lítio geogênico carecem dados numéricos que comprovem essa relação.

#### IV – CONCLUSÕES

O suicídio é um grave problema generalizado da era moderna que pode ocorrer ao longo da vida (Barjasteh-Askari *et al.*, 2020). É uma das principais causas de morte em todo o mundo para a população em geral. Com base nas estatísticas da Organização Mundial da

Saúde, 2019), o suicídio foi a causa de 793.000 mortes em todo o mundo em 2016, com uma taxa anual global padronizada por idade de 10,5 por 100.000 habitantes.

As taxas de suicídio variam muito de país para país e até mesmo entre as regiões de um país. Há também uma diferença de gênero na incidência de suicídio. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2019), a taxa de suicídio consumado é cerca de duas vezes maior em homens do que em mulheres. No entanto, mostra-se que as tentativas de suicídio são mais frequentes em mulheres do que em homens (Eskin *et al.*, 2019).

O suicídio é um fenômeno complexo com muitos fatores contribuintes incluindo fatores psicológicos, sociais, econômicos, biológicos e ambientais (Sinyor et al., 2017). Há fortes evidências de que o suicídio ocorre principalmente entre pessoas com transtornos de humor (Smith e Cipriani, 2017). O risco de suicídio foi estimado em 6-10% na população com transtorno de humor, que é 10 vezes o risco correspondente em populações não psiquiátricas (Cipriani *et al.*, 2013). Devido às consequências devastadoras do suicídio na vida individual e familiar dos tentadores, muito esforço tem sido feito para prevenir a imaginação e tentativas suicidas.

Este artigo ratifica a necessidade do desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas, com metodologia específica, onde o cruzamento clássico de levantamento de dados geológicos e geoquímicos e com os dados numéricos das bases das organizações médicas brasileiras de dados do suicídio, não permitem se atingir o objetivo de provar que o Lítio geogênico se constitui, nas áreas de ocorrência, um salvaguarda para este mal moderno.

Os levantamentos engendrados nesta pesquisa tornam evidentes a necessidade da aplicação de uma metodologia amostral com o rigor dos itens do Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) (Moher et al ,2019). Os dados hidrogeoquímicos amostrais direcionados ao Lítio geogênico, a coleta de fluidos (urina) nas populações, estratificação do universo amostral com base em faixa etária e tempo de residência e domicílio na área da pesquisa são variáveis imprescindíveis so objetivo da comprovação benéfica do Lítio geogênico, presente nos meios naturais, a violência e a mortalidade por suicídio nas diversas províncias de existência de Lítio geogênico em águas do Brasil.

#### AGRDECIMENTOS:

Ao CNPq, pelo financiamento das pesquisas, Processo: 302613/2021-8. Ao Programa de Pós-graduação em Geoquímica do Petróleo e do Meio Ambiente, Pospetro, UFBA.

#### REFERÊNCIAS

Aral, H., Vecchio-Sadus, A., (2008). Toxicity of lithium to humans and the environment - A literature review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **70**, 349-356.

DOI: [10.1016/j.ecoenv.2008.02.026](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2008.02.026)

Barjasteh-Askaria,b,c, F , Davoudid, M , Aminif, H , Ghorbanic, M , Yaserih, M , Yunesiana,M , Mahvia, A .H. , Lester, D. Relationship between suicide mortality and lithium

in drinking water: A systematic review and meta-analysis. Journal of Affective Disorders, Volume 264, (2020), Pages 234-241. Relationship between suicide mortality and lithium in drinking water: A systematic review and meta-analysis - ScienceDirect. DOI:10.1016/j.jad.2019.12.027

Berger GE, Wood SJ, Ross M, Hamer CA, Wellard RM, Pell G, Phillips L, Nelson B, Amminger GP, Yung AR, Jackson G, Velakoulis D, Pantelis C, Manji H, McGorry PD. (2012). Neuroprotective effects of low-dose lithium in individuals at ultra-high risk for psychosis. A longitudinal MRI/MRS study. *Current Pharmaceutical Design*, 18 (4):570-575.

(<https://research.birmingham.ac.uk/en/publications/neuroprotective-effects-of-low-dose-lithium-in-individuals-at-ult>)

Beurlen H, Thomas,R. , Silva,M.R.R.da , Müller,A., Rhede,D., Soares,D.R. (2014) Perspectives for Li- and Ta-Mineralization in the Borborema Pegmatite Province, NE-Brazil: A review. Journal of South American Earth Sciences.Volume 56, Pages 110-127. DOI:10.1180/minmag.2011.075.5.2703

Dovidauskas, S, Okada, I.A, Okada,M.M., Briganti.R de C. Ocorrência de lítio em águas de abastecimento na região nordeste do estado de são paulo e possíveis implicações à saúde. (2019). 16ºCongresso Nacional do Meio Ambiente Justiça social e sustentabilidade medianizado pela economia verde 24 a 27 de setembro 2019 Poços de Caldas - MG - Brasil ISSN on-line N° 2317-9686 – V. 11 N.1 2019.

Erdemir, U.S., Gucer, S., (2018). Correlation of lithium bioaccessibility from tea (*Camellia sinensis* L.) with tea type and consumption habits. *Food Chem.* 244, 364–370. DOI:10.1016/j.foodchem.2017.10.053

Eskin, M., Albuhairan, F., Rezaeian, M., Abdel-Khalek, A.M., Harlak, H., El-Nayal, M., Asad, N., Khan, A., Mechri, A., Noor, I.M., et al., (2019). Suicidal thoughts, attempts and motives among university students in 12 muslim-majority countries. *Psychiatr. Q.* 90 (1), 229–248. DOI:10.1007/s11126-018-9613-4.

Cipriani, A., Hawton, K., Stockton, S., Geddes, J.R., (2013). Lithium in the prevention of suicide in mood disorders: updated systematic review and meta-analysis. *BMJ* 346,f 3646. DOI:10.1136/bmj.f3646

Cortez, P. A., Zerbini, T., & Veiga, H. M. S. (2019). Work context and burnout: Confirmation of moderators from meta-analysis evidence. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, 19(4), 755-761. DOI:10.17652/rpot/2019.4.17499

CPRM. Projeto Avaliação do Potencial Lítio no Brasil. (2016). *Série Minerais Estratégicos. Programa Geologia do Brasil*. Serviço Geológico Nacional.

Cruz, M.J.M, Pena,C.S.P,Otero,O.M.F.,Neves,M.O.Gonçalves,M.V.P.(2022) Are there geogenic relationships for Lithium between geology, geochemical anomalies and low levels of violence in the region of Guanambi, State of Bahia, NE Brazil?. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.4, p.32155-32170, apr., 2022. [DOI:10.34117/bjdv8n4-616](https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-616).

Dawson, E.B, Moore ,T.P. Ganity , J.N (1972). Relationship of Lithium Metabolism to Mental and Hospital Admission and Homicide. *Diseases of the Nervous System*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4648454>.

Grew, E. S. (2020). The minerals of Lithium. *Elements, An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry and Petrology*, 16(4), pp. 235-240. [DOI:10.2138/gselements.16.4.235](https://doi.org/10.2138/gselements.16.4.235)

Giotakos, O.; Nisianakis, P.; Tsouvelas, G.; Giakalou, V. (2013) Lithium in the public water supply and suicide mortality in Greece. *Biol. Trace Elem. Res. Biolog.*, 156, 376–379. [DOI: 10.1007/s12011-013-9815-4](https://doi.org/10.1007/s12011-013-9815-4)

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. (1984) *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press, Boca Raton, 505 p.

Kabata-Pendias. *Trace elements in soils and plants*. (2010). 4. ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press/Taylor & Francis Group,. 548 p. . [DOI:/10.1201/b10158](https://doi.org/10.1201/b10158)

Kabacs, N., Memom, A., Obinwa, T., Stochl, J., Perez, J., (2011). Lithium in drinking water and suicide rates across the East of England. *British Journal of Psychiatry*, **198**, 406-407. [DOI:10.1192/bjp.bp.110.088617](https://doi.org/10.1192/bjp.bp.110.088617).

Kapusta, N. D., Mossaheb, N., Etzersdorfer, E., Hlavin, G., Thau, K., Willeit, M., Praschak-Rieder, N., Sonneck, Praschak-Rieder, N., Sonneck, G., Leithner-Dziubas, K., (2011). Lithium in drinking water and suicide mortality. *British Journal of Psychiatry*, 198, 346-350. [DOI: 10.1192/bjp.bp.110.091041](https://doi.org/10.1192/bjp.bp.110.091041)

Kavanagh, L., Keohane, J., Cabellos, G. G., Lloyd, A., & Cleary, J. (2018). Global Lithium Sources - Industrial Use and Future in the Electric Vehicle Industry: A Review. *Resources - Open Access Journal* 7, 57. [DOI:/10.3390/resources7030057](https://doi.org/10.3390/resources7030057)

Hassoun, R., Schnug, E., (2011). Contribution of mineral and tap water to the dietary intake of As, B, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, U and Zn by humans. *In: Merkel, B, Schipek, M., (Eds.). The New Uranium Mining Boom. Challenge and lessons learned*. Springer, Berlin, 795-804

LaMoreaux, P.E., Tanner, J.T. (2001). *Springs and Bottled Waters of the World: Ancient History, Source, Occurrence, Quality and Use*. Springer-Verlag, Berlin. <https://link.springer.com/content/pdf/bfm:978-3-642-56414-7/1.pdf>

Lenntech. The chemical elements and water – Visto a julho 2022

(<http://www.lenntech.com/periodic/water/overview.htm>)

Liaugaudaite V, Mickuviene N, Raskauskiene N, Naginiene R, Sher L. (2017) Lithium levels in the public drinking water supply and risk of suicide: A pilot study. *J Trace Elem Med Biol*, 43:197–201, [DOI:10.1016/j.jtemb.2017.03.009](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.009)

Linch, O.A.B A (2001) *Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental Identificação e Caracterização de Províncias Geoquímicas Naturais, Alterações Antrópicas da Paisagem, Áreas Favoráveis à Prospecção Mineral e Regiões de Risco Para a Saúde no Estado do Paraná, Brasil*. Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração - Geologia Ambiental, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Macheyeki, A. S.; Li, X.; Kafumu, D. P.; Yuan, F. (2020) Types of ore deposits and their origin. In: Macheyeki, A. S.; Li, X.; Kafumu, D. P.; Yuan, F. **Applied geochemistry**. 1. ed. EUA: Elsevier, Capítulo 2, p. 45-85.

Marielza, A.N., Viel, T.A., Buck, H.S., (2013). Microdose lithium treatment stabilized cognitive impairment in patients with Alzheimer's disease. *Current Alzheimer Research*, 10 (1), 104-107.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. and Altman, D. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. (2019). [Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement | PLOS Medicine](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003581).

Müller-Oerlinghausen, B., Felber, W., Berghofer, A., Lauterbach, E. and Ahrens, B. (2005) The impact of lithium long-term medication on suicide-related behaviours and mortality of bipolar patients. *Archives of Suicide Research*, 9, 307-319. [DOI:10.1080/13811110590929550](https://doi.org/10.1080/13811110590929550).

Neves, M.O., Marques, J., Eggenkamp, H.G.M. (2020) Lithium in Portuguese bottled natural mineral waters—potential for health benefits? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), pp. 1–14, 8369. [DOI:10.3390/ijerph17228369](https://doi.org/10.3390/ijerph17228369)

Ohgami, H., Terao, T., Shiotsuki, I., Ishii, N., Iwata, N., (2009). Lithium levels in drinking water and risk of suicide. *British Journal of Psychiatry*, **194**, 464-465. [DOI: 10.1192/bjp.bp.108.055798](https://doi.org/10.1192/bjp.bp.108.055798)

Oliveira, P.; Zagalo, J.; Madeira, N.; Neves, O. Lithium in Public Drinking Water and Suicide Mortality in Portugal: Initial Approach. *Acta Med. Port.* 2019, 32, 47–52. [DOI:0000-0002-2292-1463](https://doi.org/10.21648/acta.med.port.2292-1463)

Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M; Alkmim F.F., Silva L.C., Babinski M., Cordani U., Castañeda C. (2007) Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*, 15 (1): 1-16. [DOI:10.18285/GEONOMOS.V15I1.103](https://doi.org/10.18285/GEONOMOS.V15I1.103)

Peixer, L. C.. *Determinação de metais alcalinos e alcalinos terrosos em alimentos*. Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza - Habilitação em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, São José, Santa Catarina, Março de 2013.(  
[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/8/88/TCC402-001\\_LubnaChagasPeixer.pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/8/88/TCC402-001_LubnaChagasPeixer.pdf))

Pena,L.S.(2021) Processos Geoambientais do Elemento Lítio nos Domínios Geológicos da Microrregião Guanambi, Centro-Sul da Bahia, Nordeste do Brasil.Dissetação de Mestrado. Pospetro UFBA.

Reimann, C.; Birke, M. *Geochemistry of European Bottled Water*; Borntraeger Science Publishers: Stuttgart, Germany,(2010); pp. 46–159.

Sá J.H.S. (1977). *Pegmatitos litíferos da região de Itinga-Araçuaí, Minas Gerais*. Tese de doutorado em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 111 p

Santana P, Costa C, Cardoso G, Loureiro A, Ferrão J. (2015) Suicide in Portugal: Spatial determinants in a context of economic crisis. *Health Place*. 35:85–94.  
DOI: 10.1016/j.healthplace.2015.07.001

Schrauzer, G.N., de Vroey, E., (1994). Effects of nutritional lithium supplementation on mood. A placebo-controlled study with former drug users. *Trace Element Research*, 40(1), 89-101. DOI: 10.1007/BF02916824

Schrauzer, G.N. (2002). Lithium: Occurrence, Dietary Intakes, Nutritional Essentiality. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 21, No. 1, 14–21.  
DOI: 10.1080/07315724.2002.10719188

Schrauzer, G.N e Shrestha,K.P (1990) Lithium in Drinking Water and the Incidences of Crimes, Suicides, and Arrests Related to Drug Addictions. *Biological Trace Element Research*, Vol. 25. DOI: 10.1007/BF02990271

Schrauzer, G.N., de Vroey, E., (1994). Effects of nutritional lithium supplementation on mood. A placebo-controlled study with former drug users. *Trace Element Research*, 40(1), 89-101. DOI: 10.1007/BF02916824

Smith, K.A., Cipriani, A., (2017). Lithium and suicide in mood disorders: updated meta-review of the scientific literature. *Bipolar Disord*. 19, 575–586. DOI:10.1111/bdi.12543

Sinyor, M., Tse, R., Pirkis, J., (2017). Global trends in suicide epidemiology. *Curr. Opin. Psychiatry* 30, 1–6. DOI: 10.1097/YCO.0000000000000296

Velho, J., Gomes, C., & Romariz, C. (1998). *Minerais industriais: Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercados*. pp. 311-316.

Vita A, De Peri L, Sacchetti E. (2015) Lithium in drinking water and suicide prevention: a review of the evidence. *Int Clin Psychopharmacol*.30:1–5.  
DOI: 10.1097/YIC.0000000000000048

Veras,J.D.D.,Conego JR,D, Souza Neto,J.A. (2018) Avaliação do Potencial de Lítio na Província Pegmatítica da Borborema através de Estudos Mineralógicos, Geofísicos e Geoquímicos. Conference: VIII Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral (SIME): .  
DOI: 10.13140/RG.2.2.36515.91682

Warren, J. (2017). Lithium in saline geosystems: Lake brines and clays. *Salty Matters*.

World Health Organisation, (2019). Suicide, Fact sheets. World Health Organization.  
Centers for Disease Control and Prevention: Suicide... - Google Acadêmico.