

**Extração de Lítio nos municípios de Itinga e Araçuaí no Vale do Jequitinhonha em
Minas Gerais**

**Lithium extraction in the municipalities of Itinga and Araçuaí in the Jequitinhonha
Valley in Minas Gerais**

**Extracción de litio en los municipios de Itinga y Araçuaí en el valle de Jequitinhonha en
Minas Gerais**

Recebido: 04/10/2019 | Revisado: 12/10/2019 | Aceito: 22/10/2019 | Publicado: 29/10/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Edson Aparecido Gonçalves Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4971-1925>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Teófilo Otoni, Brasil

E-mail: edsonborges1994@gmail.com

Resumo

O lítio é um metal extremamente leve e com importantes propriedades físicas e eletroquímicas. Devido a seu elevado calor específico é usado em aplicações que envolvem transferência de calor e seu alto potencial eletroquímico e alta densidade energética faz com que seja altamente utilizado em baterias. Em consequência da sua alta reatividade não é encontrado em sua forma elementar na natureza. Sua ocorrência se dá principalmente em Salmouras de Lítio e Pegmatitos. No Brasil sua ocorrência só se dá em depósitos de pegmatito, sendo os principais depósitos localizados nos municípios de Itinga e Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. O presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de informação, através de uma revisão bibliográfica, sobre a exploração dos minerais de lítios nos referidos municípios. Com o constante aumento da demanda por minerais de lítio para uso em sistemas tecnológicos, principalmente em baterias de lítio, fez com que houvesse grandes investimentos em pesquisas e infraestrutura na região, podendo aumentar conforme o crescimento da demanda do mercado nacional e internacional aumenta.

Ficou evidente a importância do Vale do Jequitinhonha no cenário de desenvolvimento tecnológico, impulsionado pela Indústria 4.0, do Brasil.

Palavras-chave: Minerais de lítio; Baterias; Araçuaí; Itinga; Pegmatitos; Vale do Jequitinhonha.

Abstract

Lithium is an extremely light metal with important physical and electrochemical properties. Due to its high specific heat is used in applications involving heat transfer and its high electrochemical potential and high energy density makes it highly used in batteries. As a result of its high reactivity it is not found in its elemental form in nature. Its occurrence occurs mainly in Lithium Brines and Pegmatites. In Brazil its occurrence occurs only in pegmatite deposits, being the main deposits located in the municipalities of Itinga and Araçuaí, in the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais. The present work aims to gather information, through a literature review, about the exploration of lithium minerals in the referred municipalities. With the steady increase in demand for lithium minerals for use in technological systems, especially lithium batteries, this has led to large investments in research and infrastructure in the region, which may increase as domestic and international market demand increases. The importance of Jequitinhonha Valley in the scenario of technological development, driven by Brazil's Industry 4.0, was evident.

Keywords: Lithium minerals; Batteries; Araçuaí; Itinga; Pegmatites; Jequitinhonha Valley.

Resumen

El litio es un metal extremadamente ligero con importantes propiedades físicas y electroquímicas. Debido a su alto calor específico se utiliza en aplicaciones que implican transferencia de calor y su alto potencial electroquímico y alta densidad de energía lo hacen muy utilizado en baterías. Como resultado de su alta reactividad, no se encuentra en su forma elemental en la naturaleza. Su aparición ocurre principalmente en salmueras de litio y pegmatitas. En Brasil, su presencia ocurre solo en depósitos de pegmatita, siendo los principales depósitos ubicados en los municipios de Itinga y Araçuaí, en el Valle de Jequitinhonha, Minas Gerais. El presente trabajo tiene como objetivo recopilar información, a través de una revisión de la literatura, sobre la exploración de minerales de litio en los municipios referidos. Con el aumento constante de la demanda de minerales de litio para su uso en sistemas tecnológicos, especialmente baterías de litio, esto ha llevado a grandes inversiones en investigación e infraestructura en la región, que pueden aumentar a medida que

umenta la demanda del mercado nacional e internacional. La importancia de Vale do Jequitinhonha en el escenario del desarrollo tecnológico, impulsado por la Industria 4.0 de Brasil, era evidente.

Palabras clave: Minerales de lítio; Baterias; Araçuaí; Itinga; Pegmatitas; Valle de Jequitinhonha.

1. Introdução

A América do Sul detém abundantes reservas de recursos naturais, comuns e raros, e graças a isso é considerada uma região de grande importância estratégica para o modo capitalista do século XXI. Um dos recursos naturais mais estratégicos para o modelo capitalista é o Lítio, cujas reservas, em termos quantitativos e qualitativos, se concentram na América do Sul (Rodrigues, 2017).

O lítio possui número atômico 3, massa molar 6,941 g/mol, ponto de ebulição 1342,8 °C, ponto de fusão 180,54 °C e é o mais leve dos metais, com peso específico de 534 kg/m³, sob condições normais de temperatura e pressão. Ele não é encontrado em sua forma elementar na natureza devido a sua alta reatividade, ou seja, não existe livre na natureza, sendo localizado na maioria das vezes na condição de composto químico iônico. Devido seu elevado calor específico é usado em aplicações que envolvem transferência de calor e, por causa do seu elevado potencial eletroquímico e alta densidade energética, é altamente utilizado em baterias elétricas. (Peixoto, 1995; Braga, 2013; Rodrigues, 2017).

O lítio foi descoberto em 1817 por Johan August Arfwedson quando estudava a Petalita (LiAlSi₄O₁₀), mineral descoberto em 1800, na Suécia, pelo cientista brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva. Porém, devido as técnicas existentes na época de sua descoberta o lítio não pôde ser isolado por Arfwedson, o que aconteceria anos mais tarde, graças a Busen e Matthiessen em 1855, fazendo uso da técnica de eletrólise do cloreto de lítio fundido (Braga, 2008; França, 2013).

Segundo Rodrigues (2017), desde sua descoberta em 1817 a demanda do lítio se manteve inalterada, pois suas propriedades só foram estudadas a fundo com o passar dos anos e ajustadas para contribuir para o desenvolvimento tecnológico nos mais diversos setores da indústria. A partir da década de 1990, com o boom tecnológico que trouxe ao mundo inovações tecnológicas de ponta, como os telefones celulares e os computadores portáteis, esse quadro de estabilidade de demanda foi alterado.

Essa alteração se deu, principalmente, pelo surgimento da necessidade de baterias que possuíssem uma maior durabilidade e associadas aos modelos compactos, para suprirem a demanda energética dos novos aparatos tecnológicos que surgiam com o passar do tempo. Então, com o aumento da demanda por baterias iônicas de lítio, as novas companhias têm expandido a extração do elemento.

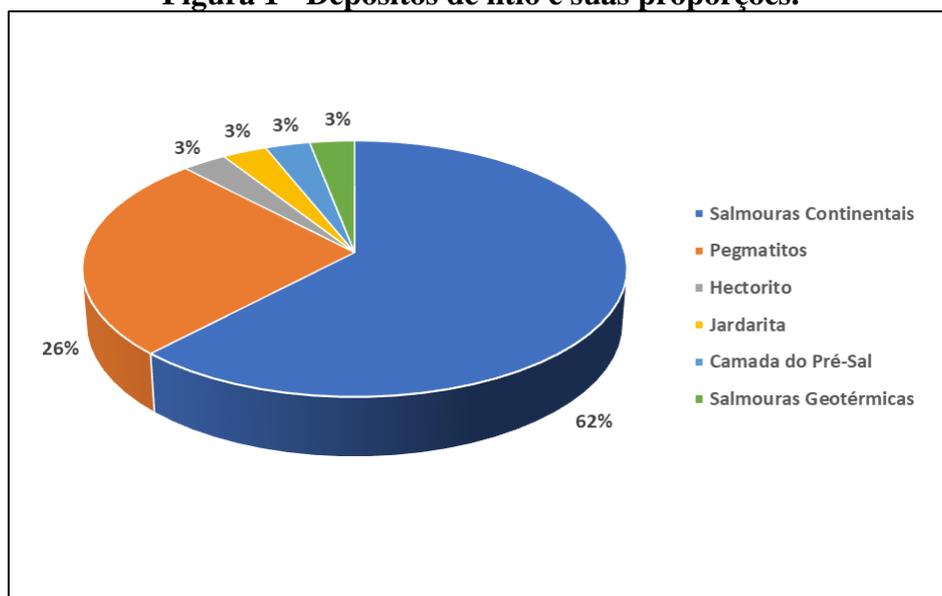
Levando em consideração a importância estratégica do lítio, a presente pesquisa visa fazer o levantamento de informações, por meio uma revisão de literatura, acerca da exploração de lítio no Brasil, especificamente nos municípios de Itinga e Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Depósitos de lítio

A ocorrência de minerais de lítio na natureza se dá, principalmente, por meio de evaporitos (salmouras de lítio) e pegmatitos (Braga, 2008). De acordo com Lopes (2019) não há registros da ocorrência de depósitos evaporíticos em território brasileiro, diferente dos pegmatitos, que são rochas comuns no Brasil. Além das principais fontes comerciais de lítio (pegmatitos e evaporitos), existem outras fontes com menor abundância deste elemento, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Depósitos de lítio e suas proporções.



Fonte: Adaptado de *Metal Bulletin Research* (2011).

Como ilustrado na figura 1, os depósitos de lítio variam de acordo com a formação geológica. Esses depósitos impactam diretamente na forma de extração e beneficiamento do elemento, tendo reflexos nos custos finais de produção.

2.1.1 Evapotiros (Salmouras de Lítio)

A ocorrência de evaporitos de lítio se dá em salares (lagos de sedimentos salinos) em bacias de drenagem que possuem a taxa de precipitação pluviométrica inferior à taxa de evaporação (Lopes, 2019).

De acordo com Braga (2008) mesmo entre os evaporitos, existem aqueles que possuem real viabilidade econômica e estes se encontram apenas em locais desérticos do planeta, próximos de vulcões com uma formação geológica recente, idade inferior a 50 milhões de anos. A formação dos evaporitos se deu graças às incessantes atividades vulcânicas ao longo dos anos e retenção de sais nas suas bacias de drenagem.

2.1.2 Pegmatitos

Segundo Sá (1977) geralmente emprega-se o termo pegmatito em dois sentidos, para distinção do aspecto textural ou para nomear um corpo de rocha. Para identificação da composição mineralógica usam-se diferentes denominações como: pegmatito granítico, pegmatito granodiorítico, pegmatito sienítico etc.

Luz et. al (2003), conforme citam Braga (2008), definem os pegmatitos como:

[...] rochas ígneas com granulometria grossa formadas pela cristalização de líquidos pós-magmáticos. Os pegmatitos estão associados, geneticamente, com seus vizinhos intrusivos. Mineralogicamente, os pegmatitos graníticos contêm feldspato, quartzo e mica, como os componentes principais, e uma variedade de elementos acessórios, como o lítio, o berílio, o tântalo, o estanho e o cério, que podem ocorrer ou não em concentrações economicamente significativas.

A quantidade de lítio presente nas rochas ígneas é uma função do tamanho da rocha, carga e concentração $(\text{MgO} + \text{FeO})/\text{Li}_2\text{O}$. Durante as etapas iniciais da cristalização do magma a relação Fe/Mg é muito alta e haverá uma substituição destes elementos por minerais ferromagnesianos, ao contrário do lítio, que irá se concentrar nas rochas.

De acordo com essa concentração de lítio, fica fácil evidenciar qual o tipo de processo de extração e beneficiamento.

2.2 Minerais de lítio

Devido a sua alta reatividade o lítio não ocorre na natureza de forma elementar, porém, existem mais de 100 minerais conhecidos que possam conter lítio. Ainda que existam centenas, apenas alguns deles possuem potencial econômico de extração (Brown *et al.*, 2016). A Tabela 1 apresenta os minerais mais comuns que contém o elemento lítio e são explorados economicamente.

Tabela 1 - Principais minerais economicamente exploráveis que contém lítio.

Nome	Fórmula Química	Teor de lítio (%)
Espodumênio	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	3,7
Lepidolita	$\text{K}_2(\text{Li},\text{Al})_{5-6}\{\text{Si}_{6-7}\text{Al}_{2-10}\text{O}_{20}\}(\text{OH},\text{F})_4$	1,39 – 3,6
Petalita	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	1,6 – 2,27
Eucryptita	LiAlSiO_4	2,1 – 5,53
Ambligonita	$\text{LiAl}[\text{PO}_4][\text{F},\text{OH}]$	3,4 – 4,7
Hectorita	$\text{Na}_{0,3}(\text{Mg},\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	0,54
Jadarita	$\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$	7,3

Fonte: Adaptado de Brown *et al.* (2016).

Como mostrado na tabela 1, cada fonte de lítio apresenta uma concentração. Esse tipo de concentração reporta os processos de beneficiamento, impactando diretamente nos custos finais e na qualidade do produto.

Apesar de existirem diversos minerais que possuem diferentes teores de lítio entre si, o espodumênio e a petalita são as principais fontes exploradas de forma comercial atualmente.

2.2.1 Espodumênio

O nome espodumênio vem do grego *spodos*, que significa cinzento, devido a cor adquirida quando é aquecido ao maçarico. Trata-se de um silicato de lítio pertencente ao grupo dos Inossilatos, cristalizado no sistema monoclinico e possui uma classe cristalográfica prismática. A clivagem é considerada de boa a perfeita, possui uma dureza varia entra 5 e 7 na escala de Mohs, fratura subconchal a irregular e o brilho vítreo.).

Segundo Navarro *et al.* (2017) o espodumênio é um mineral que possui origem magmática, hidrotermal, pneumatolítica e em situações mais raras, metamórfica. É comumente encontrado em granito pegmatíticos ricos em Lítio, em aplitos e granitos litíferos, sendo que nos pegmatitos chega a ocorrer sob a forma de cristais gigantesco de até noventa toneladas. É comumente maciço, com formação de agregados granulares e possui cristais prismáticos de compridos a curtos ou tubulares a colunares, tipicamente achatados e estriados. Os cristais são geralmente grossos com faces rugosas. A Figura 2 apresenta um exemplar de espodumênio.

Figura 2 - Espodumênio.



Fonte: Brown *et al.* (2016).

Como mostrado na figura 2, o espodumênio é a rocha na qual se encontra o lítio em sua maior concentração para posterior processo de beneficiamento.

2.2.2 Petalita

A petalita é um mineral da classe dos silicatos que possui clivagem perfeita e brilho vítreo com coloração incolor, branca ou cinzenta. Possui uma dureza de 6 na escala Mohs e uma densidade aproximada de 2,4 kg/m³. É comumente encontrada em associação com quartzo, feldspato e outros minerais de lítio, em corpos pegmatitos. A Figura 3 apresenta um exemplar de petalita.

Figura 3 - Petalita.



Fonte: Lopes (2019).

A Petalita tem uma coloração branca, semelhante a um calcáreo. Comparado com o espodumênio, apresenta uma concentração menor no teor de lítio.

2.3 Extração de Lítio nos municípios de Itinga e Araçuaí

As principais reservas de minérios de lítio do Brasil estão localizadas no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, especificamente nos municípios de Araçuaí e Itinga, onde há reservas de espodumênio, amblygonita, lepidolita e petalita (Ramos, 2006).

Essas reservas estão contidas no Distrito Pegmatítico de Araçuaí e faz parte da Província Pegmatítica Oriental do Brasil (Figura 4), inicialmente delimitada por Paiva (1946) (Neves *et al.* 1986). Distrito este que, de acordo com Sá (1977), na década de 70 já respondia pela maior parte da produção brasileira de minerais de Lítio (espodumênio, petalita, amblygonita e lepidolita).

que era chamada pelos garimpeiros de “crisólita”. Na referida época a garimpagem voltada para pedras preciosas era comum na região, com destaque, naquela época, para turmalinas, topázio e água-marinha.

Os primeiros minerais de lítio foram descobertos na região em 1950 pelo fazendeiro Avelar Pereira, que realizava exploração de berilo na lavra do “Genipapo”, onde encontrou um material escuro e muito pesado que, após análises, constatou-se que se tratava de uma Casserita, seu local de ocorrência era denominado “Fumal”. Mais tarde descobriu-se a existência de ambligonitas em pegmatitos do vale do Piauí (Sá, 1977).

Segundo Sá (1977) os garimpeiros da época já conheciam o espodumênio de longa data, até então apelidado de "cambalaxo" ou "crisólita podre". Sua exploração comercial só veio a ocorrer no final da década de 60, na lavra da "Cachoeira", em consequência da demanda do mercado nacional. Assim como o espodumênio, a petalita já era conhecida e chamada de "escória branca", comumente confundida com feldspato que também teve sua exploração comercial iniciada no final dos anos 60, após sua correta identificação (Salomão, 2019).

Devido as descobertas de cassiterita, em 1952 a Estanífera do Brasil e uma empresa subsidiária da ORQUIMA, iniciaram seus trabalhos de exploração em escala industrial na região, tendo como principais corpos de pegmatitos: a lavra do "Fumal", "Urubu" e "Generosa". Em 1958 a Estanífera do Brasil se retirou da região e os trabalhos da subsidiária da ORQUIMA perdurou até o ano de 1972, quando foi sucedida pela Companhia Arqueana de Minérios e Metais LTDA (Sá, 1977).

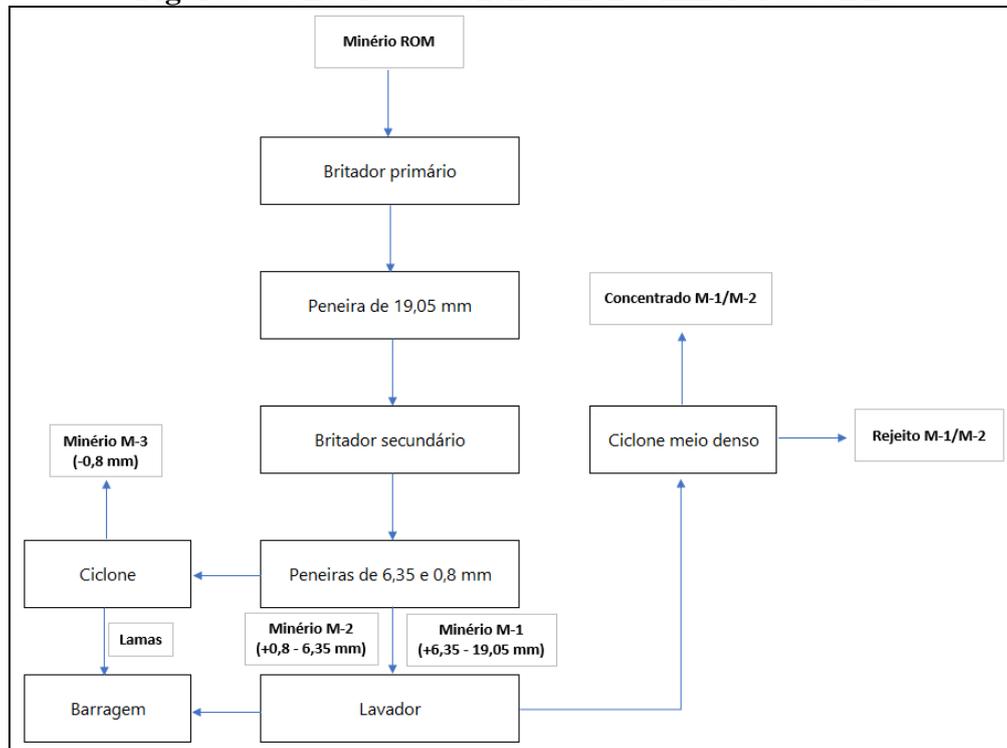
No ano de 2014, todos os direitos minerários até então pertencentes à Arqueana de Minérios e Metais, que envolviam minérios contendo lítio, foram cedidos para a Sigma Mineração S.A. Em consequência das cessões ocorridas em 2014, a única produtora de concentrados e compostos químicos de lítio no país até o ano de 2016 continuou a ser a Companhia Brasileira de Lítio – CBL (Garcia, 2015, 2017).

Segundo Garcia (2017) a produção da CBL se origina da Mina da Cachoeira, em Araçuaí, onde ocorre a lavra subterrânea dos pegmatitos. Após a lavra o minério é beneficiado, gerando como produtos o espodumênio e feldspato. O espodumênio é transferido para a fábrica da CBL em Divisa Alegre – MG, local onde são produzidos carbonato e hidróxido de lítio (Coelho, 2018).

O minério lavrado na Mina de Cachoeira tem seu processamento iniciado com as etapas de classificação/comunicação, realizadas com os britadores de mandíbulas e cônicos, e o fechamento do circuito ocorre com peneiras vibratórias. A concentração mineral é uma

etapa realizada com minério na granulometria de 6,35 a 19,05 mm, com um teor de 1,5% de Li_2O , em um circuito usando ciclone de meio denso. O concentrado produzido contém cerca de 5% Li_2O , correspondendo a um enriquecimento de 3,3 vezes. A Figura 5 apresenta o circuito de beneficiamento realizado pela CBL.

Figura 5 - Circuito de beneficiamento mineral da CBL.



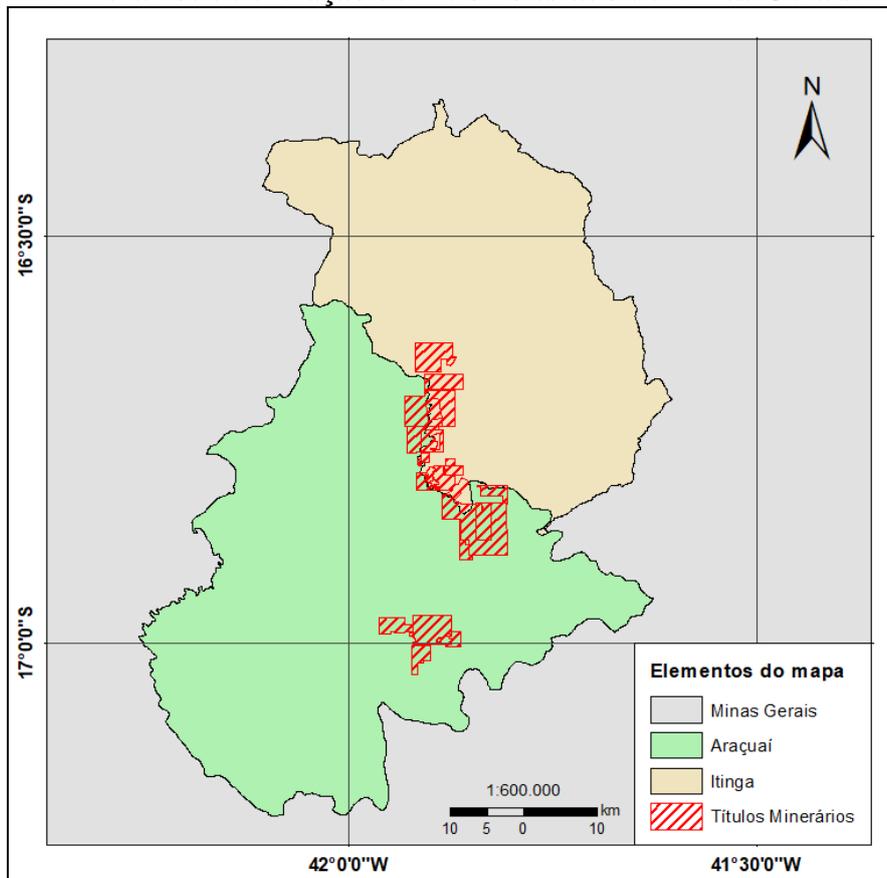
Fonte: Adaptado de Braga, França e Santos (2010).

Na figura 5 fica demonstrado o processo básico para extração de Lítio, da rocha até o produto para posterior processo de beneficiamento para produção de baterias.

A Sigma Mineração S.A acumula 28 títulos minerários entre os municípios de Araçuaí e Itinga, com área equivalente a 18.887 ha, que vão desde requerimento de pesquisa à concessão de lavra, entre os anos de 1953 e 2017, incluindo 7 concessões de mina, 3 autorizações de pesquisa e 4 requerimentos de lavra, o Projeto abarca 5 cavas com histórico de produção de Lítio (espodumênio) sendo elas Xuxa, Barreiro, Lavra do Meio, Murial e Maxixe (Teixeira et. al, 2019). A Figura 6 apresenta um mapa elaborado a partir de dados fornecidos pelo DNPM em 2019, por meio do Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, onde estão representados os títulos minerários da Sigma Mineração S.A no estado de Minas Gerais.

De acordo com Resende (2019), conforme citado por Lopes (2019) o projeto Grota do Cirilo possui duas fases, sendo a primeira fase referente ao depósito Xuxa, com início previsto para 2020 e uma produção estimada de 220.000 t/ano de concentrado de espodumênio. Já a segunda fase, com início previsto para 2021, refere-se ao depósito Barreiro e estima-se uma produção de 440.000 t/ano. Totalizando uma reserva de 43.610.000 toneladas com o teor de 1,47% de Li_2O e um concentrado final de 6% de espodumênio.

Figura 6 – Representação sem escala, de caráter apenas ilustrativo, dos Títulos Minerários de extração de Lítio no estado de Minas Gerais.



Fonte: google.com

Os principais depósitos dos minerais contendo Lítio, ficam em sua grande maioria na região entre os municípios de Itinga e Araçuaí, tendo alguns isolados no município de Araçuaí como ilustrado na figura 6.

Os principais depósitos da Sigma são o depósito Xuxa e Barreiro. Xuxa é um dos depósitos de *hard rock* mais exclusivos do mundo, devido à homogeneidade de sua classe e ao seu baixo nível de impurezas. O Barreiro também é um depósito de alto grau e plano, com

sua forma permanecendo “aberta” na superfície. Xuxa e Barreiro, com suas notas altas, se tornarão os depósitos da espinha dorsal da Sigma (Sigma, 2019).

De acordo com a estimativa atualizada dos recursos minerais da Grota do Cirilo, publicada em janeiro de 2019 pela SGS Canada Inc., que consistiu em recursos medidos e indicados de 45,7 milhões de toneladas e recurso inferido de 6,6 milhões de toneladas. Tal estimativa representa aproximadamente 1.560.919 toneladas de equivalente de carbonato de lítio ("LCE") nas categorias medidas e indicadas, com mais 220.070 toneladas de LCE na categoria inferida. De acordo com Schvartman (2018), citado por Lopes (2019), os investimentos realizados para exploração do lítio pela Sigma Mineração S.A pode fazer com que Minas Gerais alcance o cenário internacional com uma cadeia de produção competente em desenvolver tecnologias para atender o mercado de baterias de lítio usadas em celulares e carros elétricos.

3 Considerações finais

A atividade mineradora no Vale do Jequitinhonha ocorre desde o século XVIII, indo desde gemas preciosas até minérios de importância industrial como o Lítio. Devido as suas propriedades físicas e eletroquímicas, o lítio se tornou um metal utilizado em larga escala em sistemas de alta tecnologia, se fazendo um recurso altamente estratégico.

Em consequência dos constantes avanços tecnológicos o uso do lítio tende a aumentar cada vez mais, visto que a necessidade de baterias que armazenem grande quantidade de energia, uma das suas principais aplicabilidades, se torna cada vez mais crucial.

Sendo o vale do Jequitinhonha conhecido como “Vale da Miséria”, o aumento da demanda de lítio faz com que haja mais investimentos por parte da CBL para estudos e exploração de lítio, visto que os municípios de Araçuaí e Itinga detém os principais depósitos de minerais de lítio do Brasil. Tais investimentos podem, de certa forma, mudar o cenário da região fazendo-a entrar para o cenário internacional devido sua cadeia de produção de lítio.

No Brasil, a região do Vale do Jequitinhonha é um ponto estratégico tendo em vista a insurgência da Indústria 4.0, que traz consigo a proposta de sistemas tecnológicos inteligentes e isso remete novamente ao consumo energético por parte dos sistemas que só pode ser suprido pelas baterias de lítio.

Os objetivos propostos inicialmente para este estudo foram atingidos, pois foi possível levantar informações relevantes sobre a exploração de lítio nos municípios de Araçuaí e Itinga com base em trabalhos realizados sobre a região acerca do tema.

Como sugestões de trabalhos futuros, pode ser feito a análise físico química do material e até mesmo do rejeito, para aproveitamento em outras atividades.

Referências

Batista, D. F., Rocha, H. M., Cabral, J. B. P., & Oliveira, L. G. (2019). Avaliação físico-química e microbiológica das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíso Jataí-GO. *Geosul*, 34(72), 51-74.

Braga, P.F.A. & França, S.C.A. (2013). *Lítio: um mineral estratégico*. (Autores, por favor, o que é isso: um website? Um blog? Um objeto de internet/web? Qual o endereço eletrônico e a data de consulta? coloquem a informação de modo mais completo possível. Agradecemos)

BRAGA, P. F. A.; FRANÇA, S. C. A.; SANTOS, R. L. C. dos. Panorama da indústria de lítio no Brasil. In: II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste. 2010.

Braga, P.F.A., França, S.C.A. & Santos, R.L.C. (2010). *Panorama da indústria de lítio no Brasil*. In: II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste.

Braga, P.F.A. & Sampaio, J.A. (2008). *Rochas e Minerais Industriais*. 2.ed. CETEM/MCTI.

Brown, T., Walters, A., Idione, N., Gunn, G., Shaw, R.A. & Rayener, D. (2016). *Lithium: Definitions, mineralogy and deposits*. British Geological Survey.

Garcia, I.J. *Lítio*. Sumário Mineral - DNPM/MG, 2015.

GARCIA, I. J. *Lítio*. Sumário Mineral - DNPM/MG, 2017.

LOPES, M. de M. *Lítio - Características, Ocorrência, Produção e Uso*. 1990. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro federal de educação tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2019.

Smith, L., Mutyavaviri, E., Levich, B., Moores, S., & ODriscoll, M. (2011). Global lithium market outlook: projects and strategies to 2020 for a new era of demand. *Metal Bulletin Research*.

NAVARRO, G, R, B.; ZANARDO. A.; MONTIBELLER, C. C.; LEME T.G. Livro de referências de minerais comuns e economicamente relevantes: INOSSILICATOS, 2017. <<https://museuhe.com.br/site/wp-content/uploads/2018/02/Museu-HE-ESPODUM%C3%80ANIO.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

Neves, J.M.C., Soares, N.C.P. & Marciano, V.R.P. (1986). A província pegmatítica oriental do Brasil a luz dos conhecimentos atuais. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(1): 106-118.

Peixoto, E.M.A. (1995). *Elemento Químico: Lítio*. Revista Química Nova na escola, São Paulo, 2(25), nov. 1995.

RAMOS, L. J. Lítio. Sumário Mineral - DNPM/DIDEM, 2006.

RODRIGUES, B. S.; PADULA, R. Geopolítica do lítio no século XXI. *Revista Brasileira de Estratégia e Relações Interacionais*, p.197-220, 2017.

SA, J. H. da S. Pegmatitos litiníferos da região de Itinga-Araçuaí, Minas Gerais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1977.

SIGMA MINERAÇÃO. Sigma Lithium Triples Measured and Indicated Mineral Resources at Grotta do Cirilo. :<<http://www.sigmalithiumresources.com/wp-content/uploads/2019/01/Sigma-Lithium-Jan-Press-Release-FINAL-CLEAN.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

TEIXEIRA, R. A.; VIEIRA, A. D et al. Licenciamento Ambiental. Disponível em: <<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/view-externo?id=12573>>. Acesso em: 20 set. 2019.

Salomão, P. E. A., Santos, J. A. G., de Souza Ferreira, R., Gonçalves, B. B., de Carvalho, P. H. V., & Starich, R. (2019). Environmental impacts generated by road construction and operation. *Research, Society and Development*, 8(10), 278101368.

Coelho, A. R., Gonçalves, B. B., Salomão, P. E. A., Junior, H. C., & da Silva, I. G. (2018). Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. *Research, Society and Development*, 7(10), 10.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Edson Aparecido Gonçalves Borges – 50%

Pedro Emílio Amador Salomão – 50%