

# LIVRO DE ATAS



## XII CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA

*Geografias de Transição para a Sustentabilidade*

13 a 15 de novembro de 2019  
Universidade do Minho - Guimarães

### Editores

Paula Cristina Remoaldo  
Maria José Caldeira  
Virgínia Teles  
Elaine Borges Scalabrini  
José Alberto Rio Fernandes



# FACTORES LIMITANTES DA VALORIZAÇÃO DE RECURSOS DE LI METÁLICO EM PORTUGAL

GOMES, Carlos Leal

Lab 2 PT – Universidade do Minho, Braga, Portugal, carlosleal.db@gmail.com

**Resumo:** Em Portugal a obtenção de carbonato de Li a partir de minerais e a própria exploração das reservas que venham a ser identificadas, enfrentam limitações, tanto ao nível dos protocolos de beneficiação de minérios e metalúrgia como também, logo à partida, nas directivas de planeamento regional e ordenamento do território que condicionam os licenciamentos de prospeção. Analisam-se os factores limitantes da valorização de recursos, desde a escala dos teores e tonelagens das ocorrências conhecidas, sempre baixos, e associações de minérios, demasiado complexas, até à megescala do impacte territorial em unidades administrativas com numerosas intenções de uso da terra.

**Palavras-chave:** Pegmatitos; salmouras; ordenamento territorial; lítio, valor

## 1. Introdução

Em território português têm aumentado as intenções de aproveitamento e prospeção de lítio metálico face ao crescimento global da procura, que se relaciona, com a tendência de generalização de uso da energia eléctrica. Em resposta a esta tendência tecnológica e económica, o conjunto de recursos base de Li, está em redefinição, mas é cada vez mais abrangente, incluindo: soluções (salmouras) e precipitados em “salares” (Chile, Bolívia e Argentina), hectorite (argila) hidrotermal (USA), jadarite vulcanogénica a exalativa (Sérvia) e minerais de Li em pegmatitos graníticos e rochas hipabissais ou metassomáticas, como acontece em regiões onde ocorrem metalizações em sistemas graníticos residuais, incluindo vários países europeus (Fig. 1).

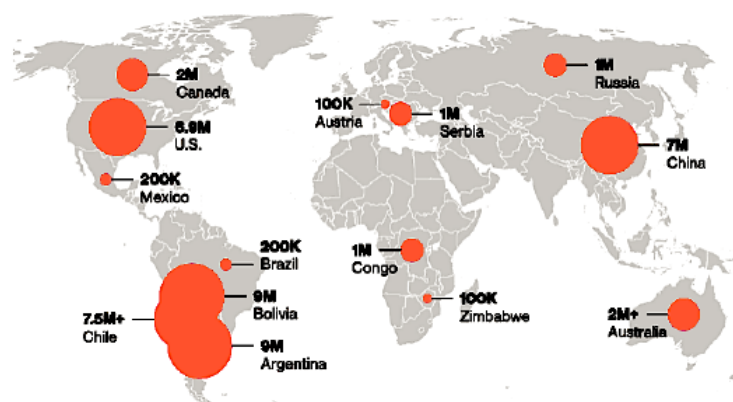


Figura 1: Valores do United States Geological Survey para recursos globais em Li metálico, especulativos e paramarginais, estimados no ano de 2017. M - milhões de toneladas; K - milhares de toneladas.

Na Figura 2 referem-se teores de Li em algumas das principais jazidas de interesse mundial (“world class deposits”), tanto de pegmatitos (os principais produtores de minérios) como de salmouras (soluções salinas naturais muito concentradas) e seqüências evaporíticas.

Tanto na Figura 1 como na Figura 2, não há qualquer referência a Portugal. Aqui a prospecção de Li metálico tem tido início em alvos para os quais já existiam estimativas relativas a recursos de materiais cerâmicos alitizados. Não obstante, existirem minerais de Li pegmatíticos com alguma importância económica e tecnológica (Leal Gomes & Lopes Nunes, 1990), na maioria dos casos os teores e as toneladas postas em evidência são relativamente baixos.

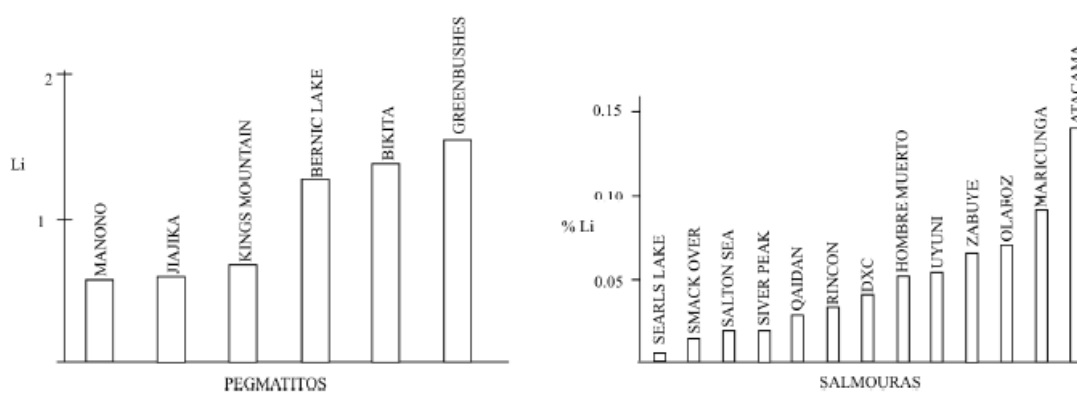


Figura 2: Comparação global entre pegmatitos e salmouras quanto às concentrações médias de Li em rocha total. Li - % Li<sub>2</sub>O recuperável a partir de minérios; % Li - lítio extraído de soluções e em sal equivalente (síntese relativa a 2018). Nota: as jazidas pegmatíticas situam-se no Congo, China, Estados Unidos, Canadá, Zimbabwé e Austrália; as salmouras localizam-se na Bolívia, Argentina, Chile, Estados Unidos e China.

A obtenção de carbonato de Li a partir dos recursos de minerais e a própria exploração das reservas que venham a ser identificadas pela prospecção, enfrentam dificuldades significativas, tanto ao nível dos protocolos de beneficiação de minérios e metalúrgia como também, logo à partida, face às directivas de planeamento regional e ordenamento do território que condicionam os licenciamentos.

## 2. Discriminação de factores limitantes

Os factores limitantes da valorização destes recursos incluem estrangulamentos de incidência global e outros específicos do território português. Entre os estrangulamentos de incidência global conta-se a onerosa utilização intensiva de energia nos processos metalúrgicos de isolamento do Li a partir de silicatos e o facto da produção europeia de metais não-ferrosos já estar bastante sobrecarregada pelos custos de emissões de CO<sub>2</sub>. Especificamente a nível nacional, os óbices de maior impacto incluem o conflito entre directivas de ordenamento territorial e ordenamento da

actividade extractiva e a cotação actual pouco competitiva do pré-concentrado de Li comparada com os valores unitários que os minerais industriais deste metal podem alcançar em outras aplicações.

### 3. Limitações de teor e tonelagem

Nos pegmatitos portugueses a origem dos teores de Li que se obtêm por análise química de rocha total deve-se a uma grande diversidade mineralógica que está patente na figura 3. Mesmo alguns minerais essenciais considerados como gangas estéreis (especialmente as micas) podem apresentar concentrações elevadas de Li. Isto implica que a recuperação mineira dos conteúdos de Li pode ficar muito aquém dos valores totais, obtidos por análise química, dado que a tecnologia mineralúrgica conhecida é pouco ecléctica quando aos minérios recuperáveis: um valor excessivo de perda de metal pode comprometer a viabilização económica dos projectos extractivos (fig. 3). Por outro lado, em grande parte das jazidas, os minérios têm determinante petalítico. Assim, a barreira mineralógica implica o teor máximo possível de 4 % de  $\text{Li}_2\text{O}$ . Muitos filões encontram-se penalizados por metassomatismo e meteorização, acompanhados de uma forte lixiviação do Li. Os pegmatitos de maior dimensão são também os que se encontram em geral mais alterados, resultando um cenário geral de baixos teores e baixas relações teor/tonelagem (Leal Gomes, & Dias, 2018).

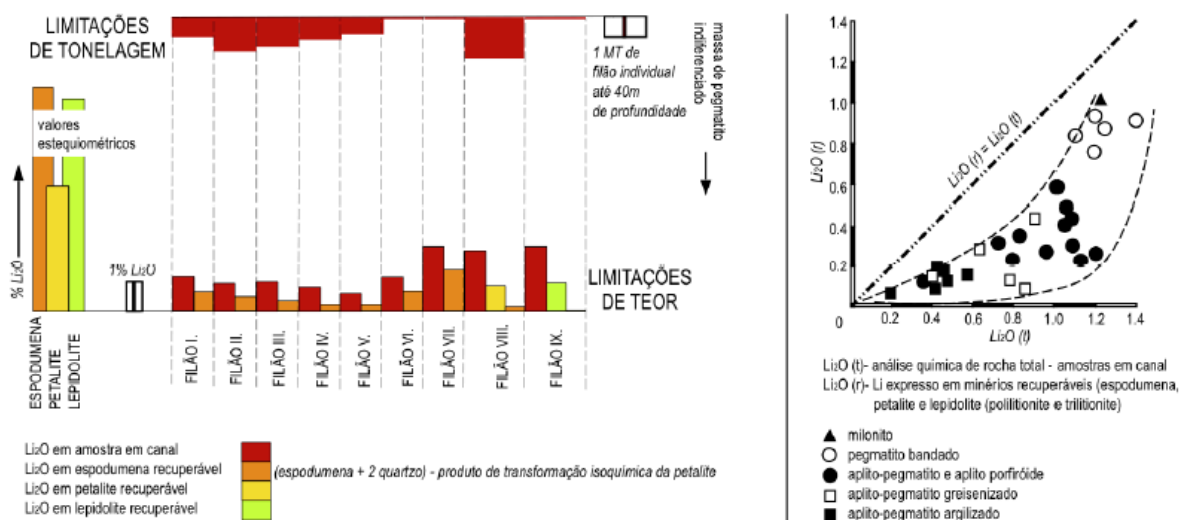


Figura 3: Factores limitantes do teor e da relação teor/tonelagem com expressão petrográfica em pegmatitos graníticos. Variabilidade textural dos filões: apilito porfiróide, apilito - pegmatito, apilito - pegmatito bandado, pegmatito e greiseem conjuntos heterogêneos. Tipos paragenéticos de filões: FILÃO I. (espodumena + 2 quartzo) + moscovite + albite + ortose ± amblygonite - montebrasite; FILÃO II. (espodumena + 2 quartzo) + lepidolite + cookeite + moscovite + albite + ortose; FILÃO III. (espodumena + 2 quartzo) + lepidolite + cookeite + moscovite + albite + ortose + hectorite + caulinite ± amblygonite - montebrasite; FILÃO IV. (espodumena + 2 quartzo) + moscovite + clinocloro + albite + microclina + turmalina (elbaite) + caulinite ± montmorillonite ± litiofosfato; FILÃO V. (espodumena + 2 quartzo) + moscovite + albite + microclina ± bickitaíte ± caulinite ± montmorillonite ± litiofosfato; FILÃO VI. (espodumena + 2 quartzo) + moscovite + albite ± eucryptite ± masutomilite; FILÃO VII. espodumena + rossmanite + albite + ortose + quartzo + moscovite + granada + apatite; FILÃO VIII. petalite >> espodumena + lepidolite + cookeite + moscovite + albite + ortose + hectorite + caulinite ± amblygonite - montebrasite + apatite ± litioforite; FILÃO IX. lepidolite + cookeite + moscovite + albite + ortose + caulinite + amblygonite - montebrasite + topázio + petalite + apatite ± tavorite.

Face aos baixos teores e baixas tonelagens que surgem sistematicamente nos programas de prospecção decorre que algumas empresas do sector extrativo estão a preconizar a escavação de cortas a céu aberto, multifilonianas (com acesso simultâneo a vários corpos mineralizados). Na Figura 4 mostram-se alguns exemplos de redes filonianas para as quais poderiam projectar-se cortas deste tipo, com vários corpos produtivos intersectados nas mesmas frentes. Acontece que esta solução, desde logo, pode ser contraproducente, pela diluição de teor e incremento de estéril que implica. Por outro lado, no exemplo da Figura 4 relativo a uma rede filoniana em Covas, V. N. de Cerviera, uma eventual corta abrangente, acrescentaria aos materiais mobilizados, quantidades variáveis de sulfuretos oriundos de níveis vulcanogénicos do Silúrico.

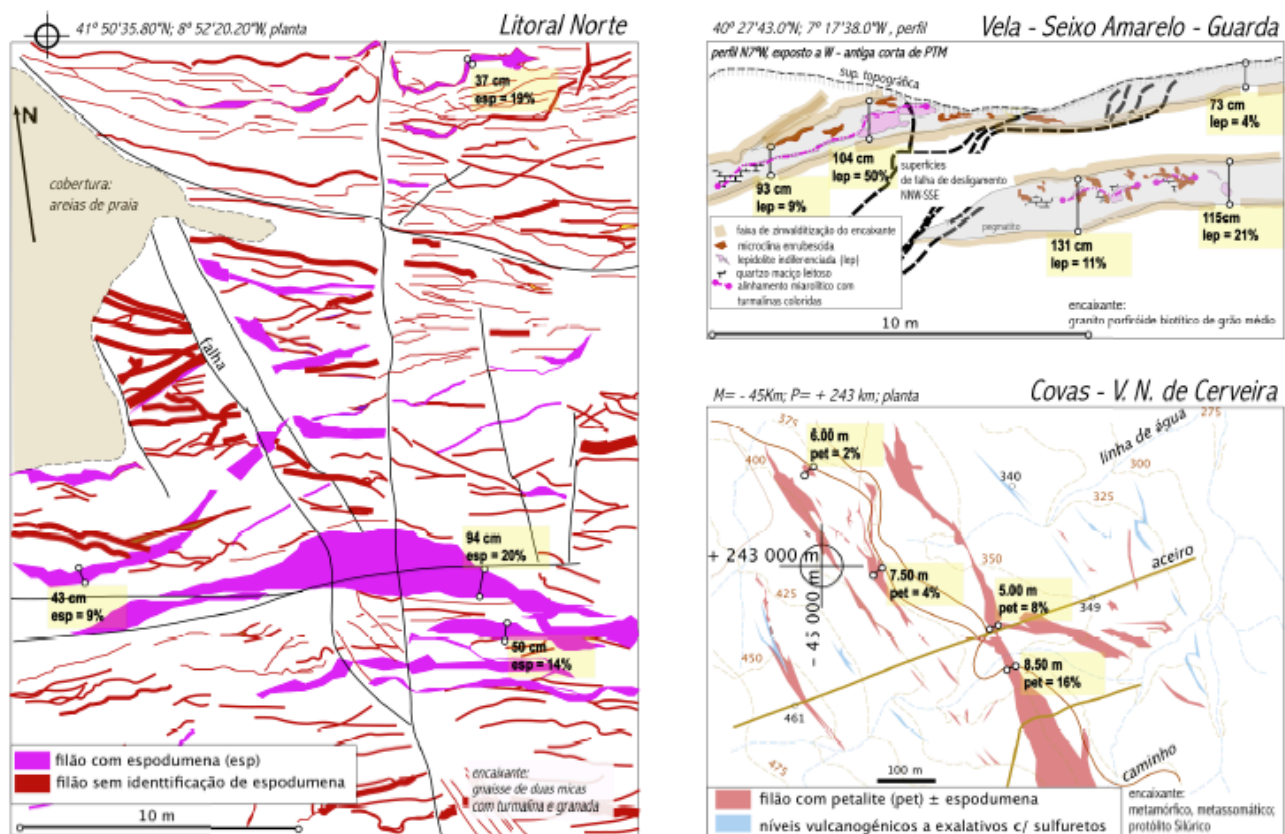


Figura 4: Exemplos de redes filonianas litíferas de diferentes contextos geológicos, com diferentes relações tonelagem/teor e rochas encaixantes, por isso, com consequências também diferenciadas sobre as possíveis cortas.

Portanto, desde o início, no design destas escavações a céu aberto e de grandes dimensões há que enfrentar várias consequências negativas potenciais: 1º - diluição do teor pegmatítico na grande massa de rocha encaixante acrescentada ao desmonte; na Figura 5, as curvas de tonelagem/teor para associações, aplito-pegmatito + encaixante metapelítico a metavulcanogénico - exalativo, foram determinadas para áreas potenciais do NW de Portugal e mostram uma simulação plausível do decréscimo abrupto dos teores nos desmontes quando crescem os volumes totais de rocha



mobilizada; a cerca de 6 milhões de toneladas esta tendência agudiza-se; 2º - crescimento muito grande da área atribuída a um UPL (“upper pit limit”) ou LSC (área inscrita no limite superior da corta) desencadeado pelo envolvimento de um grande número de filões de cada rede e pela estratégia de perseguição dos filões a grande profundidade - quanto mais profunda é uma corta maior é o LSC; por outro lado, a Figura 6 ilustra uma estimativa grosseira feita com base em análise de imagens de satélite de minas activas a céu aberto, pegmatíticas, de classe mundial, comparando as áreas de LSC dessas minas com as ADR relacionadas (áreas com dependências mineiras e acumulações de resíduos); mostra-se o mesmo tratamento para a jazida cerâmica do Formigoso em Ponte de Lima que se deste ponto de vista é insignificante; sobressai deste panorama que existem relações de áreas, entre dependências (ADR) e corta (LSC) de 7 a 12 x (Fig. 5) e sempre muitíssimo maiores do que se observa para jazidas cerâmicas como a do Formigoso;

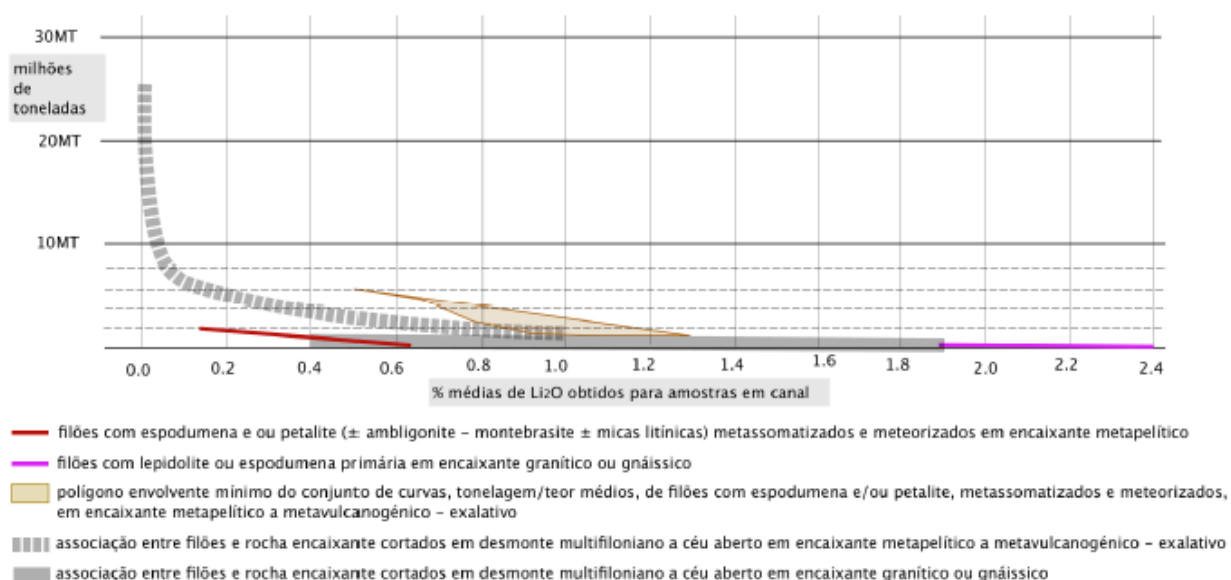


Figura 5: Curvas de tonagem/teor para diferentes tipos de pegmatitos e diferentes tipos de abordagem extractiva afectando também a rocha encaixante.

3º - acesso a outros recursos minerais que não devem ser depreciados na mineração do Li; 4º - corte de grandes volumes de rocha encaixante com litologias potencialmente poluentes associadas - metavulcanitos com sulfuretos no caso de terrenos Silúricos.

Além do impacto ambiental, uma outra consequência imediata é o crescimento previsível do impacto territorial. Por isso a articulação do ordenamento da actividade extractiva do Li com o ordenamento territorial, sobretudo em territórios densamente povoados como é o caso do NW de Portugal, é um eixo estratégico essencial por onde têm que passar as principais perspectivas de valorização e recursos de Li (Fig. 7). A mesma Figura 7 pretende mostrar que o efeito da massa crítica sobre a definição de reservas pode ser incapacitante no que respeita à aceitação territorial de projectos

mineiros de grande dimensão. Até agora as trajectórias de explorabilidade e prospecção têm sido muito envezadas no sentido da atracção de investimento (TI em 8A) em detrimento de funções mais sustentáveis do tipo TR em 8A (quantificação de reservas).

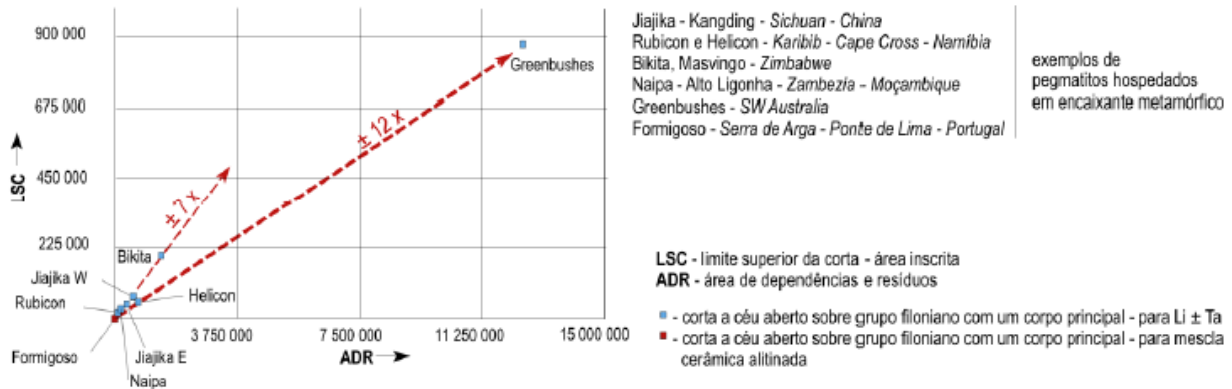


Figura 6: Relação de área entre limites de corta e áreas de dependências mineiras em jazidas de classe mundial.

Em qualquer caso, considerando o ordenamento e a massa crítica territorial instalada no NW de Portugal, essas condicionantes terão que intervir desde os estados precoces do licenciamento para prospecção pois a certeza geológica da ocorrência e a viabilidade económica dos aproveitamentos poderá situar-se num plano diferente daquele em que decorre a trajectória da evidência de reservas, TR'/TR. Por isso, a prospecção e a tutela e supervisão do estado, deverão ocupar-se igualmente do tetraedro definido por outros polos atractores das intenções de uso da terra que solicitam o espaço crítico territorial.

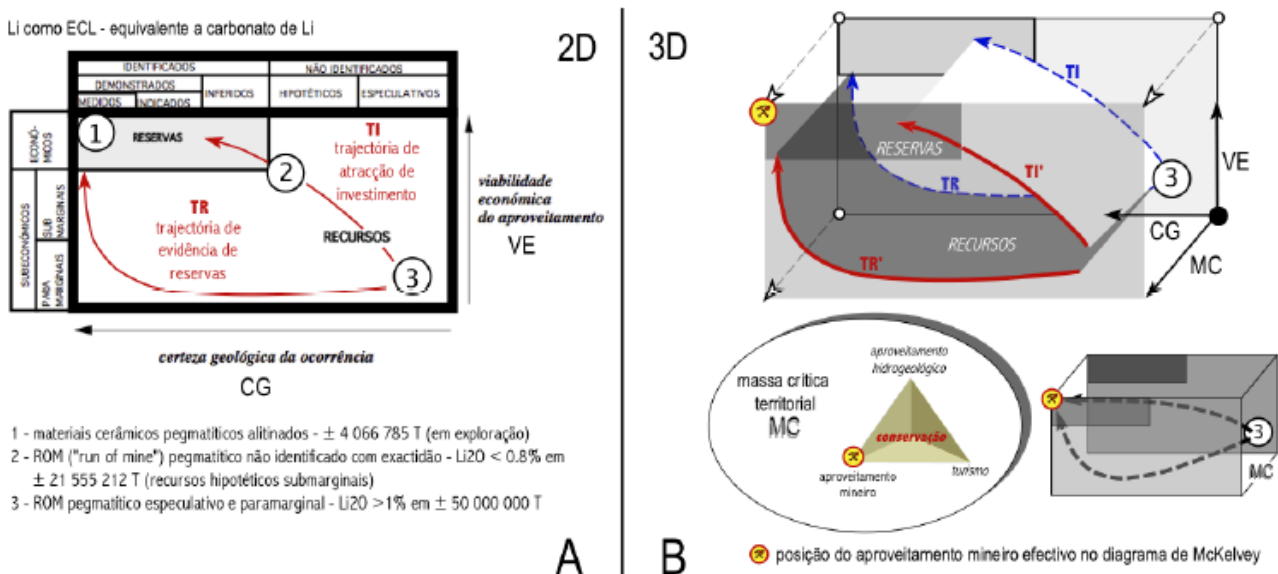


Figura 7: Adaptação do referencial de McKelvey (A) para o efeito da massa crítica territorial que considera outras utilizações e intenções de uso da terra e o povoamento (B).

#### **4. Bibliografia**

Leal Gomes, C.; Dias, P. (2018) - Subsídios para uma sistemática dos jazigos minerais e minérios de lítio de Portugal. Boletim de Minas, 52 - Edição Especial - Lítio, 7 - 47

Leal Gomes, C.; Lopes Nunes J. (1990) - As paragénese correspondentes à mineralização litínifera do campo aplito-pegmatítico de Arga - Minho (Norte de Portugal). Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol., Univ. Coimbra, 109, 131-166.