

**MESTRADO**  
**ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E**  
**INOVAÇÃO**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
**DISSERTAÇÃO**

**O FUTURO DO LÍTIO EM PORTUGAL EM 2030: UM EXERCÍCIO DE**  
**PROSPETIVA**

**ISABEL ÂMBAR E SILVA**

**MARÇO – 2021**

**MESTRADO EM**  
**ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E**  
**INOVAÇÃO**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
**DISSERTAÇÃO**

**O FUTURO DO LÍTIO EM PORTUGAL EM 2030: UM EXERCÍCIO DE**  
**PROSPETIVA**

**ISABEL ÂMBAR E SILVA**

**ORIENTAÇÃO:**

**PAULO MIGUEL NUNES SOEIRO DE CARVALHO**

**MARÇO – 2021**



## LISTA DE ABREVIATURAS

**DGEG** – Direção Geral Energia Geologia

**I** – Incerteza

**IPCC** –Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas

**CAGR** – *Compound Annual Growth Rate*

**MT** – Megatendências

**NA** – Não Aplicável

**SS&A** – *Scanning, Sensing and Acting*

**T**– Tendências

**VE** – Veículos Elétricos

**WC** – *Wildcards*

**WS** – *Weak Signals*

## RESUMO

O lítio é o elemento metálico mais leve que se conhece e ocorre na natureza fazendo parte de diversas espécies minerais, em cerca de 145 espécies minerais (Moura & Velho, 2011). Estes recursos minerais não são renováveis, o que torna o lítio um ativo estratégico com potencial de alavancar um cluster tecnológico. Portugal tem que decidir como vai usar esse ativo e manter-se na cadeia de valor e de transformação do metal.

Neste estudo, o foco estratégico é exploratório e o tema escolhido foi “O Futuro da Exploração do Lítio em Portugal no Horizonte 2030”. Tendo em conta os objetivos exploratórios do estudo, realizou-se um exercício de prospetiva tecnológica, através do *Scenario Planning*, onde foi possível realizar um *workshop* com vários especialistas de diferentes organizações e áreas de conhecimento (geologia, gestão, inovação, ambiente).

Da análise do *workshop* foi possível constatar que os especialistas consideraram importante a perceção social entre o equilíbrio ambiente e economia e a execução de políticas e a capacidade de investimentos. A partir deste ponto, identificamos as incertezas cruciais e definimos a estrutura dos cenários. Foram ainda descritas quatro imagens diferentes do futuro.

O futuro da exploração do lítio em Portugal está por definir, o que torna este estudo um ponto de partida para outros estudos e para a definição de estratégias.

## *ABSTRACT*

*Lithium is the lightest metallic element known and occurs in nature as part of several mineral species, in about 145 mineral species (Moura & Velho, 2011). These mineral resources are non-renewable, making it a strategic asset. Portugal has to decide how it will use this asset and how it will remain in the value chain, in the metal transformation chain. Lithium has the potential to leverage a technological cluster in our country.*

*In this study, the strategic focus is exploratory and the theme defined was “The Future of Lithium Exploration in Portugal in Horizon 2030”. Taking into account the exploratory objectives of the study, an exercise of technological prospective was carried out, through Scenario Planning, where it was possible to hold a workshop with several specialists from different organizations and areas of knowledge (geology, management, innovation, environment).*

*From the analysis of the workshop, it was possible to verify that the specialists consider important the social perception about the balance between environment and economy and the execution of policies and investment capacity relevant for this theme. From this point, we identify the crucial uncertainties and define the structure of the scenarios. Four different images of the future were also described.*

*The future of lithium exploration in Portugal has yet to be decided, which makes this study a starting point for further studies and for the definition of strategies.*

***Keywords:*** *Prospective, Lithium, Scenarios, Climate Change, Electric Mobility*

**JEL CODES:** K32, L72, L91, O21, Q42, R50

## ÍNDICE

Lista de Abreviaturas .....	i
Resumo .....	ii
<i>Abstract</i> .....	iii
Índice .....	iv
Lista de Figuras .....	v
Lista de Tabelas .....	v
Agradecimentos .....	vi
1. Introdução .....	7
2. Revisão Bibliográfica .....	10
2.1. Mobilidade Elétrica .....	10
2.2. Lítio no Mundo .....	12
2.3. Prospetiva e Cenários .....	18
2.3.1 Scenario Planning .....	22
3. Metodologia.....	25
3.1. Fases Metodológicas.....	25
3.2. Aplicação da Metodologia “Scanning, Sensing & Acting” .....	27
4. Resultados.....	29
5. Análise dos Resultados .....	34
6. Conclusão .....	38
Referências Bibliográficas.....	41
Anexos .....	47
Anexo 1: Lista de Participantes do Questionário e <i>Workshop</i> .....	47
Anexo 2: Lista e Categorização das Forças de Mudança .....	48
Anexo 3: Tabela Questionário enviada aos participantes.....	49
Anexo 4: Exemplo Cluster Tecnológico do Lítio em Portugal .....	50

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Perspetiva de evolução do mercado de veículos elétricos com base no modelo de evolução de uma nova tecnologia. ....	11
FIGURA 2 - Importância económica do lítio.....	13
FIGURA 3 - Localização dos principais campos pegmatíticos litiníferos portugueses.....	15
FIGURA 4 – Fases da metodologia .....	28
FIGURA 5 - Matriz das Incertezas Cruciais .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela I - PRINCIPAIS FONTES DE PRODUÇÃO E RESERVAS MUNDIAIS.....	14
Tabela II - COMPARAÇÃO ENTRE PREVISÃO E PROSPETIVA.....	18
Tabela III - GRANDES CATEGORIAS DE MÉTODOS PROSPETIVOS.....	20



## AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer ao meu orientador, professor Doutor Paulo Soeiro de Carvalho, por ter aceite a orientação do TFM, pela sua disponibilidade neste percurso, pelo esclarecimento das dúvidas e por todos os conselhos. Obrigada pela sua dedicação e disponibilidade, foi uma honra trabalhar consigo.

Um agradecimento especial à minha família e amigos, que me acompanharam e apoiaram na realização deste projeto e que me incentivaram a fazer sempre mais e melhor.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os participantes do meu estudo, sem eles nada disto seria possível.

Muito obrigada.

## 1. INTRODUÇÃO

Tempo e futuro não são temáticas usuais na tradição sociológica portuguesa nem tão pouco o tema da sustentabilidade e das mudanças climáticas na sua relação com o futuro. Contudo, não será o fenómeno das mudanças climáticas um dos assuntos que mais convidam à reflexão sociológica sobre o futuro? (Carvalho, M., 2014).

O 5º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC) assume, que as alterações climáticas estão a acontecer, são causadas pela intervenção humana no ambiente e vão continuar a intensificar-se. O IPCC destaca ainda a enorme probabilidade das emissões de gases com efeito de estufa serem a causa dominante do aquecimento. Indissociáveis desta realidade estão a produção e o consumo de energia, essenciais para o funcionamento das sociedades humanas, mas responsáveis pelo forte aumento de muitas das pressões exercidas sobre o ambiente, tais como a emissão de poluentes atmosféricos e de gases com efeito de estufa, a geração de resíduos e mesmo a ocorrência de acidentes ambientais de larga escala. É imprescindível e urgente a redução da dependência de combustíveis fósseis, através do incentivo à transferência para fontes de energia alternativas, limpas e sustentáveis, e da imposição de metas de eficiência energética, só pode ser levada a cabo se apoiada em instrumentos de política robustos, que abordem estas questões de forma sistémica e a longo prazo (IPCC, 2014)

Medidas tendentes a garantir o mais elevado nível de eficiência energética possível, devem estar presentes nas fases de produção, de transformação, de distribuição e de utilização da energia. A utilização racional da energia depende ainda de alterações no comportamento dos consumidores, que deverão ser complementadas com tecnologias que se traduzam numa redução de consumos (Guerra et al., 2019).

Portugal tem uma dependência energética externa de 80% e é um dos países mais expostos às consequências das alterações climáticas, por isso, torna-se crucial a implementação de soluções tecnológicas verdes referentes ao uso da energia. (European Commission, 2019).

Portugal encontra-se entre os países europeus com maior potencial de vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas, mas a gravidade dos riscos associados pode ser

reduzida, através da implementação de medidas de limitação das emissões e adaptação a estes fenómenos (Guerra et al., 2019).

Uma das tecnologias de baixo carbono é a dos carros híbridos e elétricos, com o potencial dos grandes complexos de armazenamento energético. As grandes empresas automóveis cada vez mais pressionadas pelas alterações climáticas e pelas políticas que dão prioridade a soluções verdes querem também entrar neste mercado. É importante olhar para este mercado como uma cadeia de valor que garanta a reciclagem e reutilização das baterias. A tecnologia móvel e um futuro com baixo nível de carbono são impensáveis sem baterias, um dos principais fatores tecnológicos da Quarta Revolução Industrial (Vieira, et al., 2017).

A aposta em soluções tecnológicas verdes no setor dos transportes, energia e eletrónica, têm impulsionado o mercado das baterias de lítio que se encontra em forte expansão (Vieira, et al., 2017). O mercado de baterias de lítio - o segmento de mercado de baterias com mais forte crescimento - aumentou 15% (CAGR - Compound Annual Growth Rate) entre 2005 e 2015 e estima-se que o mercado global de baterias assista a um crescimento contínuo de US \$ mil milhões para um tamanho de US \$ 100 mil milhões em 2025 (World Economic Forum, 2017).

A Bloomberg New Energy Finance (2016) estima que a procura de lítio com esta finalidade aumente de 0,3 milhões em 2015 para 11 milhões em 2025, e que a venda destes veículos em 2040 atinja os 41 milhões (cerca de 35 % de todos os veículos vendidos). É este mercado o grande impulsionador da procura de lítio no mundo, com taxas de crescimento anual da ordem dos 16 % (Talbot, 2011).

Em Portugal, o mercado apresentou uma evolução significativa nos últimos 3 anos, estimando-se um crescimento de até 34 mil veículos elétricos em 2020 e de até 179 mil veículos até 2030 (Resolução do Conselho de Ministros 88/2017, de 26 de junho).

Portugal tendo umas das maiores reservas de lítio do mundo, necessita de utilizar o recurso que possui. O lítio pertence ao grupo 1 da tabela periódica, apresentando algumas propriedades químicas e geoquímicas semelhantes ao conjunto dos metais alcalinos. Como tal, o lítio tem reatividade e inflamabilidade elevada e, por essa razão, não é encontrado no seu estado nativo (Jeppson et al., 1978). O lítio encontra-se em numerosos minerais pegmatíticos, em cerca de 145 espécies minerais (Moura & Velho, 2011).

Estes recursos minerais são não renováveis, o que torna o lítio num ativo estratégico com potencial de alavancar um cluster tecnológico. Portugal tem que decidir como vai usar esse ativo e manter-se na cadeia de valor e de transformação do metal.

Existe uma janela de oportunidade e este estudo surge com o intuito de contribuir para a reflexão sobre o(s) futuro(s) da utilização do lítio em Portugal. O objetivo é realizar um exercício de prospetiva sobre a questão do lítio em Portugal.

O método escolhido para desenvolver este estudo foi o *Scenario Planning* ou Planeamento por Cenários. Este método tem como base a escola Lógico-Intuitiva, proposta por Herman Kahn na Rand Corporation em 1960 e usada por Pierre Wack (1985) na Royal Dutch Shell (Heinzen, D., & Marinho, V., 2018). Esta abordagem desenvolve-se em cinco fases: orientação; a exploração; a síntese; a atuação; e a monitorização (Scarce, D., & Fulton, K., 2004)

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos: a revisão da literatura dos temas da mobilidade elétrica, lítio e prospetiva tecnológica; a metodologia usada e as etapas do workshop; os resultados, onde se apresentam as incertezas cruciais e a ossatura dos cenários; na análise dos resultados é feita a descrição dos cenários; por fim, a conclusão com as limitações do estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento sustentável é demasiadas vezes entendido numa única dimensão, a dimensão ambiental. No entanto, as mudanças com as quais nos confrontamos são bem conhecidas: têm nomes como “globalização”, “envelhecimento das populações”, “desequilíbrios económicos e sociais”, “aquecimento global”, “esgotamento de recursos naturais, minerais, animais”. O conjunto destas mudanças inscreve-se na problemática do desenvolvimento sustentável, cuja formulação data dos anos 80: “*um modelo de desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responderem às suas necessidades*” (Brundtland H., & Comum, F., 1987).

O mundo encontra-se em mudança com a introdução de novas formas de reciclagem, tratamento de resíduos, de economia de energia, o que constitui uma oportunidade para Portugal. Esta oportunidade também traz desafios, que podem ser superados através de um exercício de *Scenario Planning*, que ajudará a definição de uma agenda estratégica (Alvarenga, A., & Carvalho, P., 2007).

Este trabalho abrange uma análise múltipla e, como tal neste capítulo serão apresentados os seguintes temas: “Mobilidade Elétrica”, “Lítio no Mundo” e “Prospetiva Tecnológica”.

### 2.1. Mobilidade Elétrica

Segundo Sims et al. (2014), a mudança para a mobilidade elétrica é uma das estratégias com o objetivo de interferir com a poluição atmosférica local, tendo a possibilidade de reduzir as emissões de dióxido de carbono.

Os veículos propulsionados por um motor de combustão interna têm sido a solução tecnológica que domina a indústria automóvel e modela a organização do sistema de transporte a nível global (Altenburg, T., 2014). Enquanto que, qualquer tipo de veículo elétrico híbrido pode ser interpretado como uma evolução, o veículo elétrico puro aponta para uma mudança paradigmática no sistema de transporte, podendo ser caracterizado como uma inovação radical e/ou disruptiva (Rammler, S., & Weider, M. (2011), p. 6 cit. por Augenstein K., 2015).

Apesar dos fortes argumentos que têm vindo a motivar a adoção da mobilidade elétrica, o processo de transição para uma mobilidade inteiramente elétrica é algo complexo e demorado que requer diversas iniciativas políticas. A complexidade reside do requerimento de uma mudança energética que levará décadas, com os impactos ambientais e económicos a permanecerem por décadas (Greene, *et al.*, 2014). No entanto, o sistema da mobilidade elétrica vai além de aspetos técnicos e esta transição deve ser encarada como um processo socio-tecnológico (Grauers *et al.*, 2013).

Segundo Altenburg, T. (2014), até à data tinha sido observada uma lenta mudança para a mobilidade elétrica, sendo que a adoção dessa nova tecnologia pode ser descrita por uma curva de frequência acumulada em S, modelo assumido para a tradução da evolução do mercado de veículos elétricos (VE), como é possível observar na Figura 1.

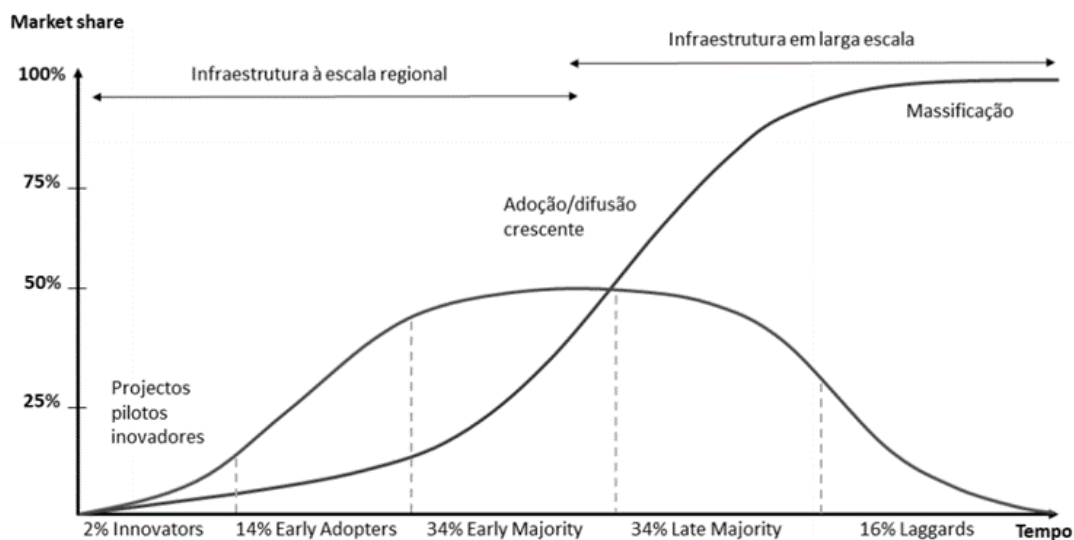


FIGURA 1- Perspetiva de evolução do mercado de veículos elétricos com base no modelo de evolução de uma nova tecnologia. Fonte: Figenbaum, E., & Kolbenstvedt, M. (2015); Schrotten, A. (2012).

Rogers E., 1995 (cit. por Figenbaum, E., & Kolbenstvedt, M., 2015) identificou 5 grupos de utilizadores com características pessoais e socioeconómicas diferentes: *Early users*, os primeiros a adotar e a utilizar a inovação; *Early adopters*; *Early majority*; *Late majority*; e *Laggards*. Os inovadores e primeiros adotantes, são grupos de transição que se encontram na maior parte dos países e são importantes na transição, uma vez que estes influenciam o mercado, na medida em que reduzem o risco de aversão da maioria dos

restantes consumidores. Por sua vez, o aumento da venda de veículos leva a uma maior diversidade de escolha e por conseguinte a um aumento no excedente do consumidor, assim como a disponibilização de infraestruturas de carregamento aumenta o valor do VE para os seus utilizadores e potenciais utilizadores (Greene et al., 2014).

Segundo McKinsey (2014), apesar de serem vários os fatores que contribuem para a decisão de adquirir um VE, existem 3 principais motivos, a redução da pegada de carbono, os benefícios de uso ou de condução e a redução de custos. O processo da transição para a mobilidade elétrica é caracterizado por incertezas socio-tecnológicas que poderão dar origem a barreiras, uma vez que essas incertezas levam a população a rejeitar os VE. As principais incertezas são a tecnologia dos veículos, a incerteza das direções do progresso tecnológico tem um peso importante e o sistema de suporte e a própria substituição da mobilidade atual (Berkeley, et al., 2017; Greene et al., 2014; Van der Steen et al., 2012).

Contudo, os VE não resolvem todos os problemas (European Environment Agency, 2015) e esta transição poderá ser complexa e demorada.

## *2.2. Lítio no Mundo*

O lítio pertence ao grupo 1 da tabela periódica, apresentando algumas propriedades químicas e geoquímicas semelhantes ao conjunto dos metais alcalinos. Sob condições normais de temperatura e pressão, é o metal mais leve e menos denso entre os elementos sólidos. Devido à sua elevada reatividade, não é encontrado no seu estado nativo, sendo encontrado na maioria das vezes na condição de composto químico iónico (Jeppson et al., 1978).

As suas propriedades atómicas e nucleares, possibilitem-lhe diversas aplicações como matéria-prima, tais como combustível, concentrador térmico e eletroquímico na produção termonuclear. Devido aos elevados valores do calor específico e do calor latente de fusão, alguns sais de lítio são excelentes agentes de acumulação de energia calorífica. Para além destas aplicações, também se revela de grande importância na indústria. Por tudo isto, é considerado um metal do futuro devido às suas aplicações de elevada tecnologia (Rosolem, M., 2016).

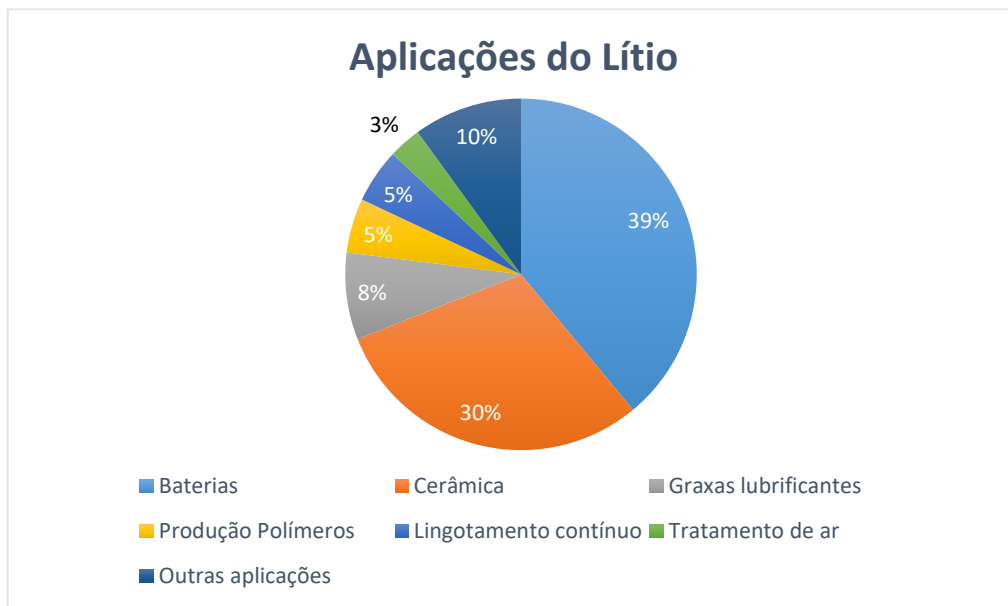


FIGURA 2 - Importância económica do lítio (Fonte: própria a partir dos dados U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2017)

Como resultado das propriedades intrínsecas e das aplicações do lítio no armazenamento de energia, tem sido considerado por muitos como a melhor alternativa aos combustíveis fósseis. (Jeppson et al., 1978; Stafford, J., 2017). Por outro lado, é um metal escasso que se encontra disperso em certas rochas, em sais naturais, águas salgadas e águas minerais. Por esta razão, as suas principais reservas encontram-se em grandes extensões salgadas, isto é, regiões que há dezenas de milhares de anos eram cobertas por oceanos e, com a formação geológica dos continentes, acabaram por secar formando desertos de sal (Rosolem, M., 2016).

Cerca de 70% do lítio é atualmente extraído de sais minerais encontrados em lagos de salmoura subterrâneos, sendo que é na Bolívia, no Salar de Uyuni, onde existe a maior oferta deste recurso a nível mundial. Os restantes 30% são extraídos de depósitos minerais, através de minas, este é o caso de Portugal (U. S. Geological Survey, 2020). Na tabela I, encontramos os dados referentes às reservas existentes em depósitos minerais.



Tabela I - PRINCIPAIS FONTES DE PRODUÇÃO E RESERVAS MUNDIAIS

	Produção das Minas		Reservas minerais
	2018	2019	2020 (janeiro)
<b>Estados Unidos da América</b>	-	-	630 000
<b>Argentina</b>	6 400	6 400	1 700 000
<b>Austrália</b>	58 800	42 000	2 800 000
<b>Brasil</b>	300	300	95 000
<b>Canadá</b>	2 400	200	370 000
<b>Chile</b>	17 000	18 000	8 600 000
<b>China</b>	7 100	7 500	1 000 000
<b>Namíbia</b>	500	-	NA
<b>Portugal</b>	800	1 200	60 000
<b>Zimbábue</b>	1 600	1 600	230 000
<b>Outros</b>	-	-	1 100 000
<b>Total</b>	<b>94 900</b>	<b>77 200</b>	<b>16 585 000</b>

Fonte: dados U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2020

Pela análise da tabela I constatamos que no Chile, China, Argentina e Austrália, encontram-se as maiores reservas de lítio já descobertas. É possível verificar que a China e Argentina apresentam valores de produção muito baixos e que os Estados Unidos da América não divulgam os seus dados de produção, apesar de possuírem uma grande fábrica de extração de lítio.

Podemos ainda observar que as reservas em Portugal são uma das maiores na Europa e a nona a nível mundial. Os campos de pegmatitos litiníferos portugueses de maior potencial (Fig. 3), à luz do conhecimento atual, localizam-se em Caminha, no Alto Minho, até Idanha-a-Nova, na Beira Baixa: Serra de Arga, Barroso – Alvão, Seixoso – Vieiros, Almendra, Barca de Alva – Escalhão, Massueime, Guarda (incluindo Seixo Amarelo – Gonçalves, Gouveia, Sabugal, Bendada e Mangualde), Argemela e Segura (Oliveira, P., et al, 2018).

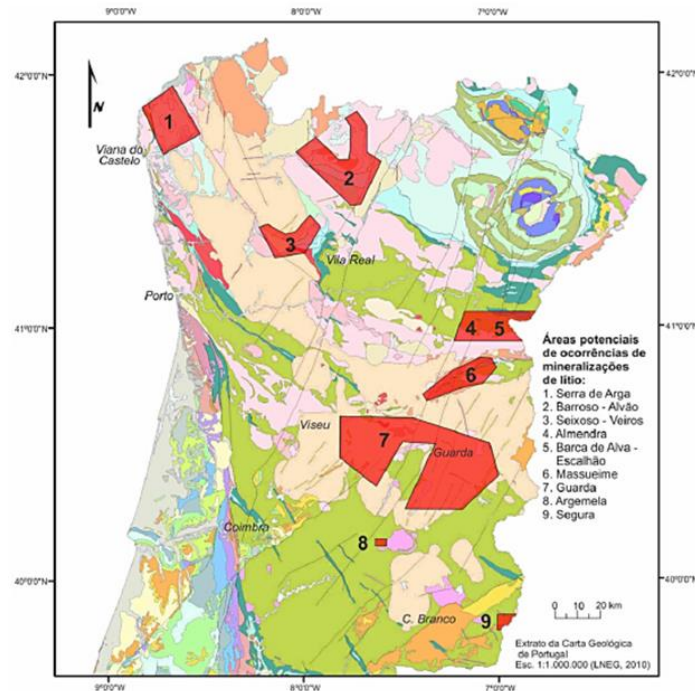


FIGURA 3 - Localização dos principais campos pegmatíticos litiníferos portugueses. Fonte: Oliveira, P., et al, 2018

Embora com menos relevância são ainda dignas de referência outras ocorrências como no Picoto (Montalegre), em Vidago e na Rebordosa (Ramos, M., 2000).

Em 2016, deram entrada trinta novos pedidos de prospeção e pesquisa do lítio em Portugal, este interesse é o resultado do aumento da procura global de lítio devido à sua utilidade na mobilidade elétrica. No entanto, várias associações ambientalistas, culturais e câmaras municipais manifestam-se contra a exploração deste recurso. (Ferraz et al., 2010).

Decorre ainda na DGEG processos e contratos de pedidos, direitos de prospeção e pesquisa de concessão, tendo o lítio como substância mineral acessória. Existem titulares de direitos de prospeção e pesquisa que, cientes do potencial económico de jazidas avaliadas, vêm manifestando o propósito de explorar minérios de lítio e proceder à sua valorização (tratamento), tendo já avançado com os pedidos de concessão (Despacho n.º 15040/2016 de S.E., 2016).

Ao abrigo da Lei n.º 4/2004, de 15 de janeiro, alterada pela Lei n.º 64/2011, de 22 de dezembro, foi criado o Grupo de Trabalho «Lítio» (Grupo de Trabalho) para identificar e caracterizar as ocorrências do depósito mineral de lítio nacional, e gerir as atividades

económicas associadas que contribuam para dinamizar este mineral (Despacho n.º 15040/2016 de S.E., 2016).

Este Grupo de Trabalho, fez uma compilação da experiência acumulada em Portugal sobre as tecnologias de processamento aplicáveis a minérios de lítio portugueses, chegando às seguintes conclusões:

- Os minérios portugueses são tecnologicamente valorizáveis, existindo evidência experimental sobre a aplicação dessas tecnologias a todos os tipos de minérios litiníferos nacionais.

- Deve assinalar-se que o atraso verificado na adoção de tecnologias de processamento para valorização de minérios de lítio, não se deve a qualquer desconhecimento das tecnologias aplicáveis ou a quaisquer outros aspetos menos positivos dos minérios de lítios nacionais, mas sim a condicionantes de mercado que terão inviabilizado ou tornado menos atrativos os respetivos investimentos.

- As operações mineiras em jazigos pegmatíticos têm custos operacionais mais altos, mas custos de capital mais baixo e podem responder mais rapidamente às condições de mercado. No entanto, a procura crescente de lítio no mercado tem permitido o lançamento de alguns projetos para a extração a partir de pegmatitos e de depósitos sedimentares, procurando soluções inovadoras que permitam reduzir os custos de produção.

Em setembro do presente ano, a Comissão Europeia acrescentou o lítio à sua lista de matérias-primas críticas. Este recurso é um elemento fundamental à produção de baterias para armazenamento de energia e o objetivo é garantir que a Europa conseguirá garantir o seu abastecimento para apoiar uma recuperação económica com base na chamada economia verde. Esta atualização é muito importante, porque esta lista é a base dos planos de ação destinados a fomentar o potenciar de extração e produção destes materiais (COM, 2020).

O futuro da exploração deste recurso em Portugal necessita claramente de uma nova abordagem nas fases de prospeção, extração e beneficiação, tal como uma nova logística na gestão e aproveitamento do recurso, que passe por uma estratégia de caracterização mineralógica, geoquímica e de avaliação de reservas do recurso total, de modo a assegurar a maximização de valor de todo o recurso pegmatítico.

O futuro da extração e processamento terá de ser encarado numa perspetiva de viabilidade à escala do país e não de cada projeto mineiro individual, garantindo práticas de responsabilidade social e ambiental, onde se inclua a recuperação ambiental e restituição da área explorada à sociedade. Esta abordagem abre oportunidades para constituição de clusters tecnológicos que englobem toda a cadeia de valor acrescentado do recurso primário e reciclagem, tendo também em consideração a possibilidade de introduzir recursos secundários nos processos (Oliveira, P., & Santana, H., 2011).

A exploração e prospeção de recursos pegmatíticos em território nacional deverá ainda visar o aproveitamento de metais neles contidos, para além do lítio, na perspetiva de um aproveitamento integral daqueles depósitos minerais, contribuindo ainda para a produção de resíduos próximo de zero (Ramos, M., 2000).

É fácil compreender que as diferenças inerentes aos custos dos processos de fabrico correspondentes aos dois tipos de fonte mineral, resultam da complexidade relativa dos mesmos: enquanto o lítio nas salmouras já está numa forma solúvel em água, exigindo apenas operações de concentração (evaporação, vulgarmente usando energia solar) e purificação; nos minerais dos pegmatitos são necessárias uma série de operações de mineração, concentração física, conversão térmica e reação química, até se conseguir obter o lítio numa forma solúvel. Os custos acrescidos, neste caso, nos consumos de reagentes químicos e de energia, são incontornáveis (Lima, A., 2000).

Qualquer indústria mineira é limitada pelo espaço físico onde se encontram os recursos, o facto deste recurso encontrar-se no interior do país pode ser encarado como uma forma de desenvolver estas zonas a nível económico e social (Martins, et al., 2011).

Para compreendermos como será formado o cluster tecnológico em Portugal, é necessário decidir qual será a cadeia de valor que irá existir em Portugal. Neste estudo foi desenvolvido um exemplo de um cluster tecnológico do lítio em Portugal, que se encontra no anexo 4.

### 2.3. *Prospetiva e Cenários*

Segundo Gaston Berger, a principal característica da atitude prospetiva é a capacidade de “ver longe”, concentrar a nossa atenção no que está por vir. Outras características importantes são o ver grande, analisar com profundidade, correr riscos e pensar no homem. A prospetiva está ligada às causas (Berger, G., 1957).

A prospetiva não tem nada a ver com o determinismo da futurologia e da bola de cristal e também não é uma previsão marcada pela quantificação e pela extrapolação (De Geus, A., 1997; Godet, M., 1993). A prospetiva, segundo Michel Godet (1993), é uma reflexão para iluminar a ação presente à luz dos futuros possíveis. Prospetiva e Previsão são dois temas distintos. A tabela seguinte apresenta as diferenças entre os dois conceitos, na visão da área da prospetiva (*foresight*).

Tabela II - COMPARAÇÃO ENTRE PREVISÃO E PROSPETIVA

<b>Previsão</b>	<b>Prospetiva</b>
Concentra-se nas Certezas; Oculta as Incertezas.	Concentra-se nas Incertezas, legitimando o seu reconhecimento.
Origina projeções sobre um único ponto e lineares.	Origina imagens diversas, mas lógicas, do futuro.
Privilegia as Continuidades.	Toma em consideração as Rupturas
Afirma o primado do Quantitativo sobre o Qualitativo.	Alia Qualitativo e Quantitativo.
Oculta os Riscos	Sublinha os Riscos.
Favorece a Inércia.	Favorece uma atitude de Flexibilidade e o espírito de Responsabilidade.
Parte do que é Simples para o que é Complexo.	Parte do que é Complexo, para o que é Simples.
Adota uma abordagem normalmente setorial.	Adota uma abordagem Global.

Fonte: (Ribeiro *et al.*, 1997)

A previsão (*forecast*) de algo que vai acontecer é usualmente entendida como prognóstico. Trata-se de uma afirmação probabilística (fundada nas probabilidades e tem um relativamente elevado nível de confiança), que diz respeito às escolhas e consequências relativas ao futuro. Frequentemente, a previsão é assumida como uma avaliação feita a partir de dados do passado e sujeita a certas hipóteses. A prospetiva, por outro lado é um procedimento de análise que parte do estudo das incertezas, considerando as possíveis ruturas e riscos na tentativa de, pôr em evidência imagens diversas do futuro (futuros possíveis), num processo que concretiza a redução da complexidade do sistema em causa (Saragoça, J., 2013; Jouvenel, H., 2000). A finalidade maior da análise prospetiva é antecipar para agir.

As organizações introduzem a análise prospetiva, nomeadamente a construção de cenários, na formulação das suas estratégias, para prepararem-se para os futuros possíveis (Shell, 1998). Torna-se claro que um dos princípios fundamentais da prospetiva é a exploração do futuro, de uma forma organizada e flexível, sistemática e interactiva, sistemática e estruturada, criativa, intuitiva, lógica e útil (Alvarenga, A., & Carvalho, P., 2007).

Duas escolas científicas dominam o campo da prospetiva em termos mundiais. A primeira, fundada em França em meados dos anos 60 por Bertrand de Jouvenel e por Michel Godet, baseia-se no humanismo, considera que o futuro pode ser criado e modificado pelas ações dos atores sociais, individuais ou coletivos e propõem estudos que caracterizam a sociedade futura nas suas várias dimensões: social, económica, cultural. A outra, de tradição inglesa, alemã e americana (anglo-saxónica), assume a tecnologia como o principal motor da mudança na sociedade e, por isso, a partir da análise da mudança tecnológica, projeta-se para a construção de cenários futuros (Saragoça, J., 2013). É precisamente neste aspeto que radica a diferença essencial entre as duas escolas: enquanto a escola francesa valoriza o papel da ação dos atores sociais na construção do futuro, a escola anglo-saxónica assume que o rumo do futuro é essencialmente marcado pela tecnologia. Em termos metodológicos, a escola francesa valoriza essencialmente métodos qualitativos (por exemplo para a análise estratégica de atores) e a escola anglo-saxónica privilegia estudos de natureza mais quantitativa (por exemplo, a partir do método Delphi) (Saragoça, J., 2013). De qualquer forma, a evolução da prospetiva tem acontecido no sentido de uma miscigenação de métodos e ferramentas, “otimizando a sua

integração em processos modulares e flexíveis em função de objetivos e necessidades específicas” (Alvarenga, A., & Carvalho, P., 2007).

O Guia Prático de Prospetiva Regional em Portugal, publicado pela Comissão Europeia (Nunes et al., 2002), propõe uma classificação dos métodos consoante os critérios em que se baseiam: métodos baseados em hipóteses (ou quantitativos); métodos baseados no recurso aos conhecimentos de peritos; métodos orientados para determinar estratégias de planeamento (Tabela III).

Tabela III - GRANDES CATEGORIAS DE MÉTODOS PROSPETIVOS

<b>Crítérios</b>	<b>Métodos</b>
1. Métodos quantitativos, baseados em hipóteses, que utilizam dados estatísticos e de outro tipo para desenvolver previsões.	- Extrapolação das tendências; - Modelação de simulações e dinâmica de sistemas.
2. Métodos baseados no recurso aos conhecimentos de peritos para desenvolver visões e cenários a longo prazo.	- Painéis de peritos - <i>Brainstorming</i> - <i>Mindmapping</i> - <i>Workshop</i> de análise de cenários - Método Delphi - Análise de impactos cruzados
3. Métodos para identificar pontos de ação fundamentais a fim de determinar estratégias de planeamento.	- Análise SWOT - Tecnologias críticas / fundamentais - Árvores de pertinência - Análise morfológica

Fonte: Nunes, et al (eds.) (2002)

Michel Godet criou o seu método em 1983, denominado *La Prospective*. Sete ideias-chave constituem a base do enfoque de *La Prospective* e do chamado método de cenários, a saber: 1) clarear as ações presentes à luz do futuro; 2) explorar futuros múltiplos e incertos; 3) adotar um enfoque global e sistemático; 4) levar em consideração fatores qualitativos e as estratégias dos atores; 5) lembrar sempre que a informação e a prospeção não são neutras; 6) optar por uma pluralidade e complementaridade de enfoques; e 7) questionar ideias pré-concebidas sobre prospeção e sobre quem trabalha na área (Godet, M., 1986).

Herman Kahn lançou em 1967 o livro "The year 2000", no qual surge a noção de "cenários prospetivos" entendidos como sequências hipotéticas de eventos, com o objetivo de identificar a tensão dos pontos de decisão e os processos causais (Kahn, H., & Wiener, A., 1967). O método dos cenários atingiu uma nova dimensão com o trabalho

do francês Pierre Wack, que aplicou os conceitos da École Française de Prospective no planeamento da empresa internacional de petróleo Royal Dutch / Shell (Wack, P., 1985). Os choques petrolíferos e a constatação da rutura no ciclo de crescimento dos "30 anos gloriosos" levaram a uma crise da previsão e à reflexão acerca da necessidade de desenvolvimento das metodologias de prospetiva.

Para Kahn, H., & Wiener, A., (1967), um cenário é uma “*sequência hipotética de acontecimentos construída para pôr em evidência os encadeamentos causais e os nós de decisão*”, consiste em partir de um conjunto de tendências observadas no presente, e imaginar as futuras evoluções de um sistema (Nazareth, M., 1988). A palavra “cenário” é muitas vezes utilizada de maneira abusiva para classificar qualquer jogo de hipóteses. Ora, essas hipóteses, para poderem permitir a construção de um cenário, devem preencher cinco condições, em simultâneo: a pertinência, a coerência, a verosimilhança, a importância e a transparência (Godet, M., 1993). Deve fazer-se uma distinção entre dois tipos de cenários, os cenários exploratórios, que partem do passado e presente e que levam a futuros possíveis e os cenários de antecipação, que são formulados a partir de imagens alternativas do futuro e são construídos de maneira retrospectiva (Godet, M., & Durance, P., 2011).

A construção de cenários tem a finalidade de organizar, sistematizar e delimitar as incertezas e não a previsão de cenários possíveis - prever, com critérios, cenários plausíveis através da identificação de factos portadores de futuro, que germinam a partir da ação humana no presente. Assim, os cenários formam a base para uma reflexão sobre o futuro, apoiam a preparação das ações em direção aos objetivos traçados, orientando o planeamento estratégico das organizações (Godet, et al., 2008).



### 2.3.1 Scenario Planning

O *Scenario Planning* é uma metodologia que permite desenvolver a aprendizagem de tomar decisões em ambientes altamente incertos, permite ainda um foco do estudo específico ou de carácter exploratório consoante o objetivo do estudo e o horizonte temporal. O objetivo dos cenários é ajudar a perceber e a planear as melhores decisões a tomar no presente e no futuro (Searce, D., & Fulton, K., 2004). Os cenários necessitam de ser imprevisíveis e incertos, plausíveis, identificar e explorar riscos e oportunidades (Heijden, K., 1996).

Esta metodologia tem como objetivos e aplicações a “exploração” de desafios, riscos e oportunidades, o estímulo e suporte a processos de inovação audaciosos envolvendo vários parceiros, a formulação e implementação de decisões estratégicas mais criativas e robustas, a definição de uma agenda estratégica, a cocriação de uma visão partilhada e alinhamento crescente sobre um futuro desejado ou uma direção estratégica e a criação de uma plataforma que possibilite a conversação estratégica (Searce, D., & Fulton, K., 2004; Latoeira, C., 2011).

O “foco estratégico” é a primeira questão com influência decisiva em todo o processo, é necessário ponderar se queremos um foco decisional (específico) ou exploratório (amplo), consoante pretendamos optar pela decisão e desenvolvimento estratégico ou pela exploração de desafios, alinhamento, visão e mobilização de atores. Ao definir o foco temos que ponderar se vamos abordar várias questões ou apenas uma área específica (Latoeira, C., 2011). Para formular o foco é necessário pensar numa pergunta de partida e transformá-la num objetivo que deve estar presente ao longo de todo o processo (Ogilvy, J., & Schwartz, P., 2004).

O “horizonte temporal” é o segundo tema de reflexão neste método. Necessitamos de optar por um horizonte temporal que seja próximo ou distante, entre 10/20 anos ou 50 anos. O horizonte deverá ser extenso o suficiente para que permita a ocorrência de mudanças, e que permita uma verdadeira separação entre o tempo presente e o tempo futuro para que o grau de imprevisibilidade seja elevado (Jouvenel, H., 1999). Neste sentido, um foco distante será difuso e generalista, ou seja, um carácter mais exploratório (Machado, P., 2019).

As megatendências (MT) são eventos cujas perspectivas de direção e sentido são suficientemente consolidadas e visíveis para se admitir a sua permanência no período considerado. São movimentos bastante prováveis de um ator ou variável dentro do horizonte de estudo. São redigidos na forma de sentença afirmativa, descrevendo o movimento. (Godet, M., 1987).

As tendências (T) apontam a direção da mudança, trata-se de uma mudança gradual que poderá alterar o futuro de determinado sistema, setor ou sociedade (Alvarenga, A., & Carvalho, P., 2007). Diferem das megatendências por serem forças de mudança mais pequenas e localizadas, e que confluem numa única direção (Machado, P., 2019).

Os *Weak Signals* (WS) designam um grupo de fatores, indicadores ou sinais que, apesar de hoje serem pouco ou nada relevantes, podem, no longo prazo, tornar-se suficientemente significativos para transformarem significativamente o contexto económico ou setorial, podendo levar ao surgimento de novas oportunidades ou ao despoletar de novas ameaças (Blanco, S., & Lesca, N., 2003). São geralmente caracterizados por alguma fragilidade quanto à sua integridade, confiabilidade, utilidade, clareza e pertinência, a que se junta o facto de que demoram muitas vezes a despoletar novas oportunidades de negócio ou novas ameaças ao negócio atual. Contudo, podem ser extremamente úteis no fornecimento de informações necessárias à antecipação de cenários, desde que, exista capacidade para lhes dar um tratamento adequado de amplificação desses mesmo sinais. (Blanco, S., & Lesca, N., 2003; Ansoff, I., 1975).

Os *Wildcards* (WC) são acontecimentos pouco prováveis, eventos súbitos com baixa probabilidade de acontecer, inesperados, mas com elevado impacto no foco. Devemos, no entanto, tentar atentos a estas forças, porque ao surgirem são uma alteração completa do espaço e contexto onde trabalhamos (Ogilvy, J., & Schwartz, P., 2004).

As incertezas (I) são variáveis que não se sabe qual o seu comportamento futuro, apresentam-se como um mundo de possibilidades, sendo ao mesmo tempo alternativas e contrastantes. Muitas vezes são sinais ínfimos, pouco percebidos, mas com grandes potencialidades. As incertezas cruciais têm forte impacto no foco e elevado nível de incerteza. Devem identificar-se pelos menos duas incertezas cruciais, pois serão a ossatura dos cenários. (Schwartz, P., 1995).

Os princípios fundamentais desta metodologia são a visão de longo prazo, pensar de fora para dentro e ter em conta múltiplas perspetivas (Latoeira, C., 2011; Searce, D., & Fulton, K., 2004). Este método utiliza o *workshop* como meio para desenvolver o trabalho em equipa e construir os cenários (Latoeira, C., 2011). Esta metodologia permite a construção de cenários através das experiências e conhecimento de vários especialistas (Ogilvy, J., & Schwartz, P., 2004).

Será este o método adotado para avaliar o futuro da exploração do lítio em Portugal, devido à sua forma interativa e criativa em que se desenvolve todo o exercício de prospetiva.

### 3. METODOLOGIA

É evidente que é preciso re-avaliar a estratégia referente à exploração do lítio em Portugal. O mundo encontra-se em mudança com a introdução de novas formas de reciclagem, tratamento de resíduos, alterações climáticas, de economia de energia, o que constitui uma oportunidade para Portugal de explorar este recurso natural. O que nos trouxe à questão de investigação deste estudo: “Qual o futuro da exploração do lítio em Portugal em 2030?”.

Para dar resposta a esta questão vai ser usado o processo de *Scenario Planning* ou Planeamento por cenários que tem como base a escola Lógico-Intuitiva, proposta por Herman Kahn na Rand Corporation em 1960 e usada por Pierre Wack (1985) na Royal Dutch Shell (Heinzen, D., & Marinho, V., 2018). Esta metodologia permite direcionar a exploração do futuro de forma organizada, estruturada e numa perspetiva de horizonte temporal de médio a longo prazo (Machado, P., 2019). O método usado, foi baseado num *framework* metodológico, desenvolvido pelo Professor Paulo Carvalho: “*Scanning, Sensing and Acting - SS&A*”(Carvalho, P., 2010).

#### 3.1. Fases Metodológicas

A primeira etapa é a do “*Designing and Training*”, onde é definido o racional teórico do processo e são identificados os decisores e os *stakeholders*, ou seja, identificar a quem vai servir o processo de prospetiva. Nesta fase são definidos os objetivos, são escolhidos os participantes e especialistas (se possível, participação da gestão do topo). Posteriormente, é apresentado e explicado aos participantes os conceitos chave desta metodologia.

Na fase seguinte, *Scanning*, são reconhecidos os principais fatores de mudança, que são usados para preparar melhor para os desafios futuros e as novas oportunidades. Para isto é preciso trabalhar e explorar no ambiente envolvente, é definido o foco estratégico e o horizonte temporal. Esta fase tem que ser apresentada aos participantes do *workshop*, neste caso foi previamente enviada em modelo de questionário aos participantes.

A definição do Foco Estratégico é a âncora de todo o processo, por isso é fundamental encontrar uma questão específica. Neste estudo, o foco estratégico é de carácter

exploratório e o tema definido foi “O Futuro da Exploração do Lítio em Portugal no Horizonte 2030”.

O Horizonte Temporal é definido tendo em conta o foco estratégico e no presente trabalho foi: “2030”. Foram escolhidos dez anos, pois a exploração do lítio encontra-se num impasse, existe um número elevado de pedidos de prospeção em Portugal e, ainda, a existência de um conjunto de metas nacionais e europeias, relacionadas com a descarbonização marcadas para 2030, que coincidem com o horizonte temporal estabelecido.

De seguida, é necessário realizar um mapeamento da difusão de tendências ao nível da percepção pública desde o seu ponto inicial enquanto forças de mudança. Este *scanning* é feito pela leitura de notícias, análise de publicações, dissertações de mestrado, presença em conferências e *webinar*. Através desta análise de informação identificam-se as forças de mudança, neste estudo foram identificadas trinta e cinco forças mudanças que se encontram no anexo 2.

O passo seguinte, *Sensing*, tem como objetivo construir e explorar cenários de futuro, combinando-os com ferramentas de design estratégico e inovação. Para isto, dá-se início à categorização das forças de mudança (Megatendências, tendências, *weak signals*, *wildcards* e incertezas). Normalmente esta fase é realizada em colaboração com os participantes deste estudo, no entanto, devido à escassez de tempo e de forma a aproveitar o máximo de tempo dos participantes, saltou-se esta etapa.

Após este passo o objetivo é identificar as incertezas cruciais através da classificação da incertezas face ao seu grau de impacto e de incerteza em relação ao foco estratégico. Estas podem ser autónomas ou agregadas em clusters (espaços de incertezas ou incertezas compósitas), devendo proceder-se a uma análise das incertezas que se relacionem com as cruciais (Machado, P., 2019). Estas incertezas compósitas, são aplicadas numa matriz, que corresponde à estrutura dos cenários, sendo que cada setor representa um cenário do futuro possível. (Machado, P., 2019). Neste trabalho, foram determinados 2 clusters de incertezas cruciais: “*Perceção Social entre o equilíbrio ambiente/economia*” e “*Execução de políticas e a capacidade de investimento*”. O passo seguinte é a descrição dos cenários.

A última fase do processo de construção de cenários é o “*Acting*”, onde se analisam os resultados obtidos, a narrativa dos cenários e se tomam decisões referentes à visão estratégica, design estratégico, desenvolvimento de novos modelos de negócios, inovação estratégica, que podem originar ainda conversa estratégica e aprendizagem organizacional (Heijden, K., 2003; Machado, P., 2019).

### 3.2. *Aplicação da Metodologia “Scanning, Sensing & Acting”*

A aplicação do método baseou-se num único *workshop* com a participação de vários especialistas de diversas áreas. Deu-se início a este processo com o envio antecipado da lista das forças de mudanças por email, de forma a todos os participantes classificarem as forças consoante o grau de impacto e incerteza no foco estratégico. Na figura 4 poderá observar as várias etapas deste processo.

Foi enviado para os participantes (anexo 1), um questionário que consistiu em classificar as forças de mudança consoante o seu grau de impacto e incerteza no foco estratégico (anexo 3). A escala de classificação definida foi de 0 a 3, em que 0 é nada impactante e pouco/ nada incerta e 3 muito impactante e muito incerta.

Antes da realização do *workshop* procedeu-se ao tratamento da informação recolhida, o que gerou um gráfico de Plano Impacto-Incerteza, o qual conduziu à identificação de um espaço de incertezas cruciais (incertezas com forte impacto e nível de incerteza elevado). No envio da lista de mudanças aos participantes foi pedido ainda para realizarem comentários às forças e neste sentido, algumas forças foram reescritas e outras divididas em duas.

A estruturação e organização do *workshop* foi realizada em conjunto com o Professor Paulo Carvalho, sendo que a condução foi realizada pelo mesmo.

O início do *workshop* começou com a apresentação do tema e conceitos aos participantes de modo a introduzi-los na temática da prospetiva tecnológica, mais precisamente no processo de construção de cenários. No primeiro exercício foi solicitado a cada participante um comentário geral à temática, apelando que tivessem atenção às questões críticas para o desenvolvimento da cadeia de valor em Portugal. Foi dada a palavra a cada participante, sendo que todos deram o seu contributo. Posteriormente foi apresentado os resultados dos questionários aos participantes, ou seja, o plano de impacto-incerteza. No segundo exercício, foi pedido uma análise crítica ao plano de impacto-incerteza e todos os participantes deram a sua opinião.

Após a análise de toda a informação recolhida no *workshop* foram identificadas as duas incertezas cruciais e criada a matriz que é a estrutura dos cenários.

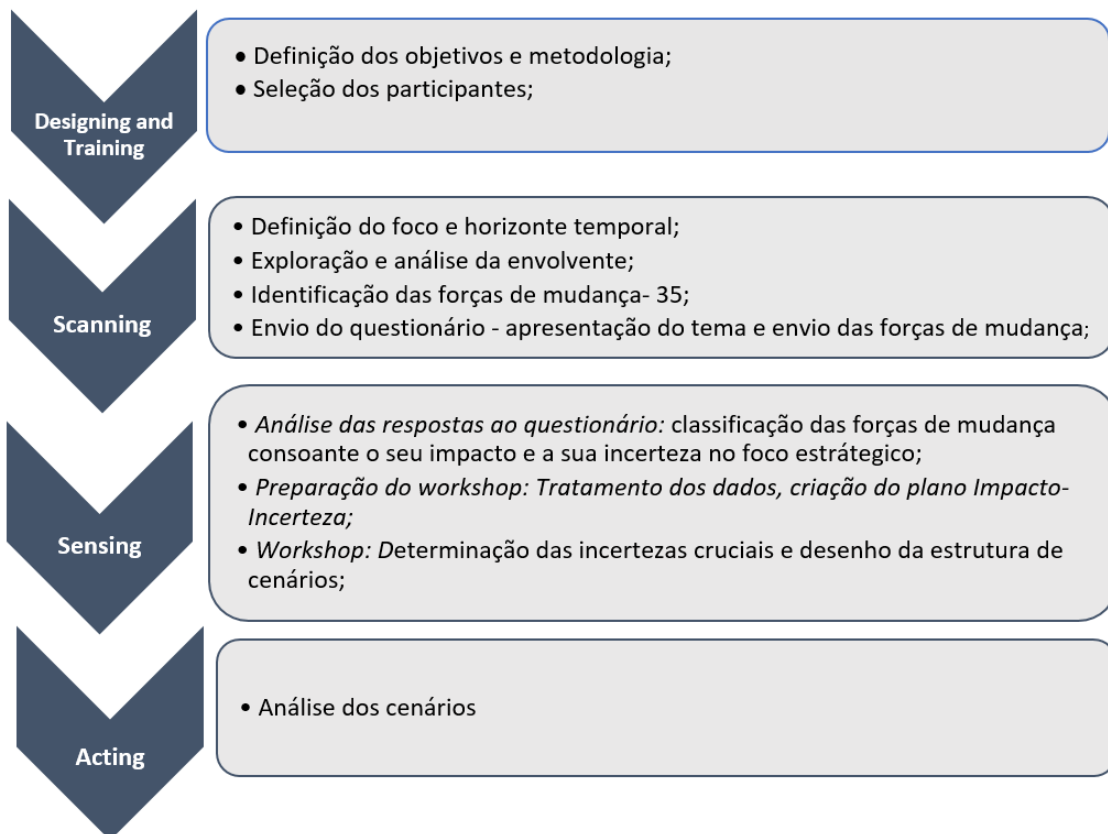


FIGURA 4 – Fases da metodologia

## 4. RESULTADOS

De seguida apresentam-se os resultados do processo de *Scenario Planning*. O plano de impacto incerteza dá-nos um posicionamento e serve para criar uma plataforma de reflexão e de conservação estratégica, as forças que aparecem com forte impacto e incerteza são de facto as que estão no quadrante superior direito.

Nesta fase de construção de cenários, ainda não temos identificadas as incertezas, mas podemos observar que começam a surgir espaços de incertezas, ou seja, existem temas que estão interligados e são potenciais incertezas cruciais. O passo seguinte foi clusterizar algumas destas forças para tentar perceber se estamos perante incertezas de natureza compósita. As forças que se encontram numa fase mais intermédia, são também importantes e estão relacionadas com as incertezas cruciais.

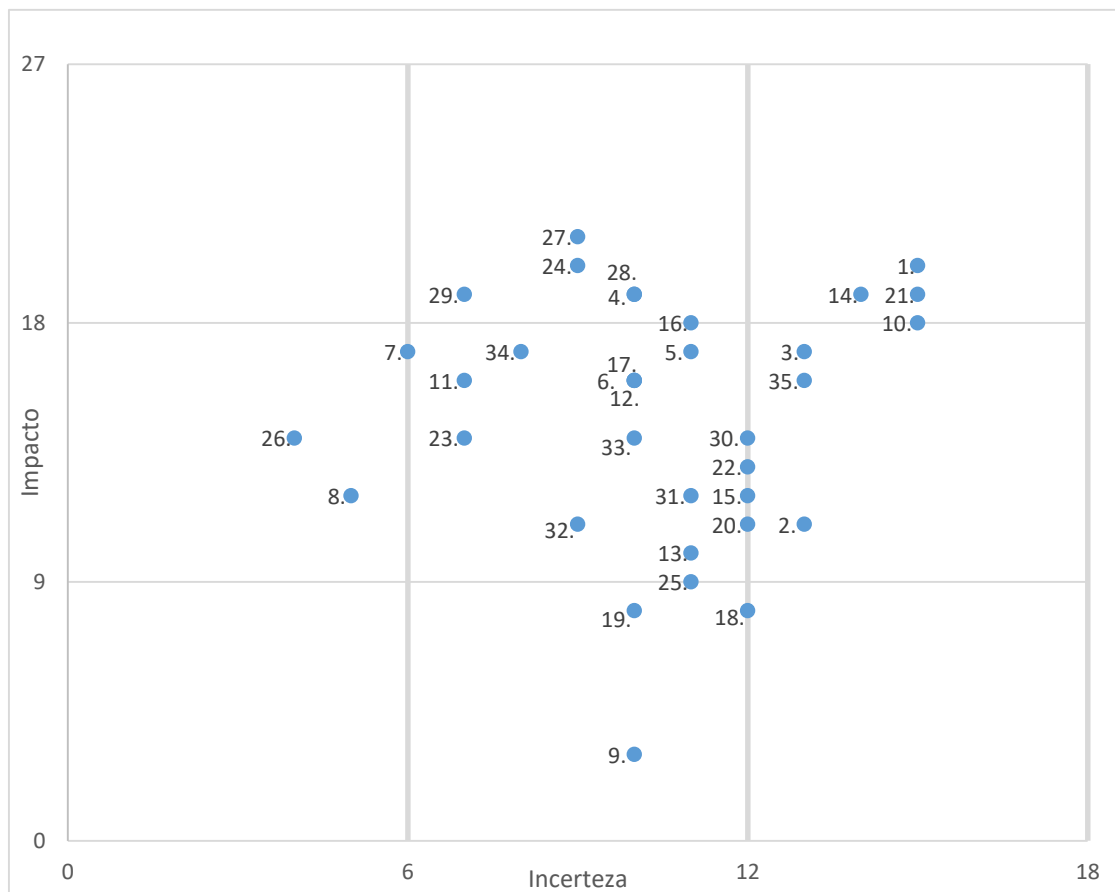


Gráfico 1- Plano Impacto-Incerteza



Para serem classificadas como incertezas cruciais, as incertezas têm que ter importância, incerteza e independência relativa entre si, ao analisar o Gráfico 1 verificou-se que se destacavam as forças 1 (Desinformação da população), 10 (Guerras comerciais entre grandes blocos mundiais), 14 (Criação da refinaria / minas e a capacidade de investimento neste setor em Portugal) e 21 (Tendência europeia para veículos de emissão-zero). Verifica-se ainda um destaque evidente da força 2 (Adoção de novos estilos-de-vida/preocupações ambientais), 3 (Aumento do desemprego/emprego no interior do país) e 35 (Desfasamento entre planeamento, gestão e investimento derivado da instabilidade política e investimento empresarial) e por isso foram tidas em linha de conta.

A força número 1 que tem destaque no gráfico e que teve destaque no *workshop*, é a desinformação ou falta de informação na sociedade portuguesa. O lítio é um recurso estratégico, que está localizado no interior do país, onde a desinformação colhe mais facilmente devido à falta de escolaridade destas comunidades, que são também aproveitadas por campanhas de desinformação por organizações contra a exploração deste recurso. Neste ponto, a educação das populações é muito importante, a dinâmica de atividades que for promovida nestas zonas é fundamental, no que respeita à criação de valor, ao empreendedorismo, às profissões complementares e à manutenção das características identitárias das regiões. A intensidade das qualificações, quer elevando o perfil dos residentes e/ou trabalhadores no Concelho, quer atraindo novas pessoas do exterior, através da promoção de uma política de ensino e de formação profissional articulada são pontos a considerar e a explicar às populações. As questões fundamentais são o ensino e a formação, as qualificações profissionais, o conhecimento e inovação e a capacidade de associação entre um equilíbrio ambiente e economia. Este tema pode ter impacto muito grande, pode afetar toda a opinião pública, e pode ter um carácter decisivo.

Esta força 1 está interligada à força 2 (a adoção de novos estilos de vida/ preocupações ambientais), as duas forças são influenciadas pela forma como a população é informada, com comunicação clara e como as notícias podem surgir e podem ser complementadas com determinadas tendências que a sociedade hoje em dia pode incorporar e assumir como fundamentais. Quanto mais informada for a população, maior propabilidade de alterar os seus hábitos e adotar estilos de vida mais sustentáveis. Este espaço de incerteza, pode ser estudado como a sociedade em geral pode posicionar-se como mais favorável ou menos, e até que ponto este é um obstáculo que pode limitar a possibilidade de se

avançar com a exploração. Foi decidido trabalhar estas duas forças como uma incerteza crucial composta.

Outro ponto a considerar é a força número 3 (aumento do emprego/desemprego no interior do país). Portugal nos últimos anos sofreu uma desertificação do interior e o facto de existirem recursos naturais nestas zonas pode levar à base de criação de um conjunto de atividades económicas que podem gerar emprego, que podem atrair investimento e ser a base do cluster/cadeia. Este é um argumento que contrabalança com a falta de informação e pode ser um elemento que pode ajudar a criar um equilíbrio entre os prós e os contras da exploração do lítio. É importante referir que se for criada a cadeia de valor em Portugal, a criação de emprego será a nível nacional, pois um ecossistema desta natureza envolve todo o país.

A força 10, guerras comerciais entre grandes blocos mundiais (aumento mundial das necessidades energéticas), foi imperativa para o acordar da Europa. Ao fim de vários anos de ausência de políticas relativas a recursos minerais, a Europa no ano de 2011, elaborou um relatório com uma lista de matérias-primas críticas, esta lista tem sido dinâmica e no mês de Setembro de 2020 foi adicionado a esta lista, o lítio. Estas iniciativas são de extrema importância pois estão na base dos planos de ação destinados a fomentar o potencial de extração e produção destas materiais.

A força 21 (tendência europeia para veículos de emissão-zero) traz vários desafios, pois existe um grande interesse a nível europeu nesta temática, a tendência europeia para veículos de emissão verde é inquestionável, mas não adianta se não existirem as estruturas capazes de abastecer estes veículos, que é o caso do nosso país. Para além disto, existem outras soluções verdes sem ser o lítio, como é o caso do hidrogénio. Nota-se em Portugal uma falta de estratégia neste campo, uma instabilidade nas decisões tomadas, num dia a aposta é o lítio, no outro estão a elaborar planos de estratégia para o hidrogénio. A descarbonização da economia carece de múltiplas soluções, é preciso investir nas várias soluções. Um dos obstáculos é a incapacidade de existir um equilíbrio entre a economia e a proteção ambiental na exploração do lítio.

A proteção ambiental é uma prioridade europeia e deve ser também uma prioridade portuguesa face à nossa exposição às alterações climáticas. A questão imperativa dos recursos geológicos é que a sua localização é imutável. O que não é dito é que o lítio é

uma das soluções para a descarbonização, porque veio transformar a mobilidade elétrica. A mobilidade elétrica é um dos objetivos crescentes da indústria automóvel, empresas multinacionais estão a investir nestes recursos e encaram o lítio como uma mais valia para a transformação da economia.

Para cada projeto de exploração de recursos minerais existe um estudo de impacto ambiental, elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente, que tem um plano de fecho da exploração no sentido de diminuir e mitigar o impacto ambiental. Todas as atividades económicas e explorações minerais têm um impacto ambiental, isto é inquestionável, o que deve ser feito é desenvolver mecanismos para minorar ou mitigar este impacto. Este compromisso entre a exploração, desenvolvimento económico, ambiente e a qualidade de vida a nível social é assegurado pelo estudo de impacto ambiental. Porém, a conjuntura atual da reciclagem das baterias de lítio é um ponto desfavorável, falta a tecnologia para este processo.

A força 14 (criação da refinaria / minas e a capacidade de investimento neste setor em Portugal) está interligada à força 35 (desfasamento entre planeamento, gestão e investimento derivado da instabilidade das decisões políticas e investimento empresarial). Estas podem ser divididas em duas vertentes, a capacidade de Portugal ter investimento, ser atrativo para investimento chamando a atenção de empresas multinacionais e o planeamento e a política pública. Em Portugal não temos instabilidade política, temos instabilidade na tomada de decisão política, carecemos de políticas de boa governança e muitas vezes têm que ser entidades externas, como a comissão europeia, a alertar para esta oportunidade para Portugal. Falta uma estratégia global, uma visão holística, um envolvimento dos atores necessários para se definir esta estratégia. Esta falta de organização leva à incapacidade na tomada de decisão e a análise é feito por silos, o que dificulta arranjar investimento e, por sua vez, as infraestruturas necessárias que dão suporte à cadeia de valor. É uma incerteza a forma como o país vai gerir esta situação, se falhar nestes pontos, pode ter grandes dificuldades em avançar com este projeto, logo estas forças podem ser também um espaço de incertezas cruciais.

Por fim, após esta reflexão, chegamos aos dois clusters de incertezas cruciais:

**1. Perceção social entre o equilíbrio ambiente/economia:** Desinformação da sociedade portuguesa / perceção da opinião pública e a sua influência; Potencial Científico e Sistemas de Ensino e Formação; Criação de sinergias e equilíbrio entre economia (investimento/emprego) e ambiente (reciclagem, paisagem, descarbonização).

**2. Execução de políticas e a capacidade de investimentos:** Capacidade de planeamento estratégico territorial, quer em termos dos seus recursos financeiros, humanos e organizacionais, no quadro de articulação com todos os atores que intervém no território; Execução de políticas que permitem atrair investimento e empresas e a implementação dos projetos no terreno; Organização do Território e Papel das Cidades.

As duas incertezas cruciais identificadas combinadas geram uma matriz (ver fig. 5) que representa a ossatura dos cenários pois limitam e condicionam o futuro.

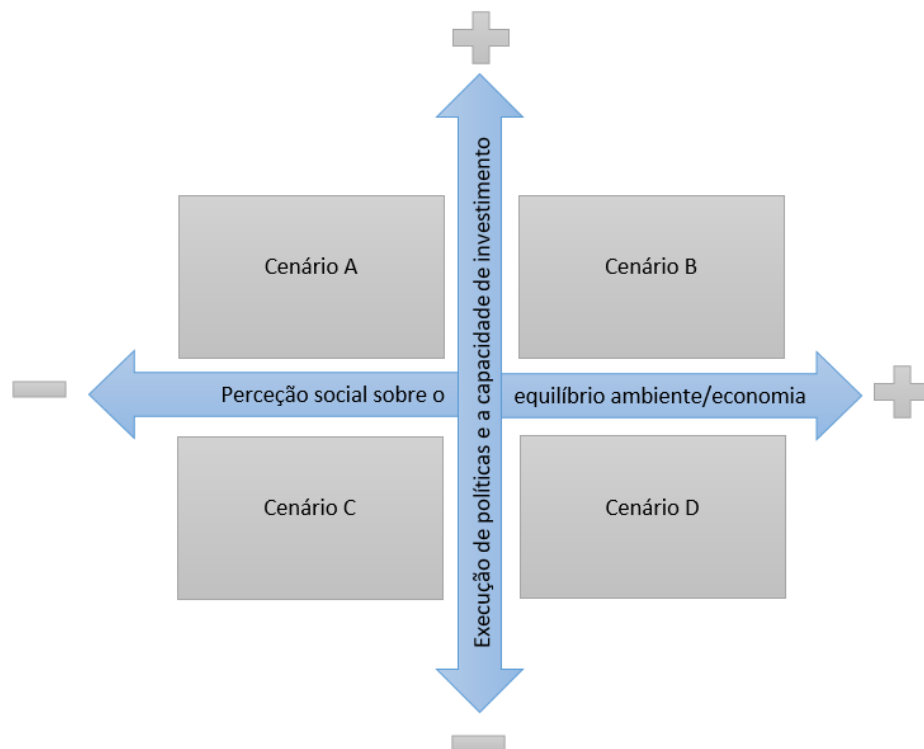


FIGURA 5 - Matriz das Incertezas Cruciais

De seguida, realizou-se a descrição dos cenários, tendo como base uma realidade futura em 2030. O objetivo foi definir quatro imagens diferentes do futuro, de forma estimulante e criativa, mas verosímil e plausível.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O processo de construção dos cenários originou quatro percursos diferenciados sobre o futuro da exploração do lítio em Portugal. Foram definidos os cenários com base no que foi discutido no *workshop* e após a leitura de vários artigos. Seguidamente apresentam-se os resultados finais do estudo.

### **Cenário A - “Era Preciso Coragem”**

A disponibilidade de recursos financeiros, proporcionada por uma economia próspera, permite desenvolver ambiciosos programas estratégicos e sustentáveis. As oportunidades de ascensão social geradas pelo bom desempenho econômico, combinadas com o papel do Estado como responsável pela distribuição equitativa do rendimento, geraram uma sociedade em que predomina uma classe média com elevado poder de compra. No entanto, existe ainda um desequilíbrio entre a consciência ambiental, a valorização do património histórico e a aceitação crescente de que as energias verdes, são a forma mais eficiente de combinar mobilidade e eficiência energética (Marques, et al., 2016).

A estratégia portuguesa de matérias-primas com base num plano de ação estratégico, conseguiu atrair investimento internacional e empresas multinacionais, existe a capacidade de criar um cluster tecnológico à volta do lítio. Neste plano de ação, o sucesso para a redução da dependência energética externa está dependente de garantir as matérias-primas primárias e secundárias necessárias para apostar nas tecnologias verdes nas cadeias de valor industriais europeias e apostar ainda na sua melhor reciclagem (COM, 2020).

No entanto, este projeto é contestado por pela comunidade local e por associações ambientais e culturais. Para avançar com este projeto é necessário ouvir a sociedade, o governo deve ponderar a opinião pública. Contudo, o governo, espera conseguir promover o diálogo e informar a sociedade, de forma a explicar às comunidades locais que estes projetos têm vantagens para as regiões.

Portugal não sabe se consegue acompanhar a transição gradual para o uso de energias renováveis, encontra-se num impasse, e corre o risco de perder esta oportunidade de exploração do lítio.

### **Cenário B - “Ouro sobre azul”**

Em Portugal, promovem-se lógicas de cooperação e governação global, com base na competição e inovação a uma escala global, regional e local, verificam-se ainda capacidades de resiliência e resposta elevadas, o país foi capaz de aproveitar oportunidades sem medo dos riscos e desafios. (Alvarenga, et al., 2011).

O sucesso na utilização de recursos deveu-se à capacidade de captação de investigação e desenvolvimento estratégico que por sua vez, gerou uma dinâmica virtuosa de alteração do perfil produtivo de Portugal (Alvarenga, et al., 2011). O trabalho realizado pelo governo, através de campanhas de informação de que investimentos a curto prazo não seria suficiente para projetar e construir uma economia suficientemente competitiva e inovadora a 20 ou 30 anos, despertou a sociedade para trabalhar simultaneamente (Alvarenga, et al., 2011).

O país observa a criação de uma forma única de liderança estratégica, as principais prioridades e apostas da economia portuguesa são partilhadas e apropriadas por uma parte significativa da sua população. Dá-se início ao processo de regeneração institucional e capacidade da sociedade portuguesa em gerar capital social (Alvarenga, et al., 2011).

Portugal consegue afirmar-se na captura de carbono em colaboração com projetos internacionais, consegue integrar-se em redes de conhecimento e adequar os seus recursos nas cadeias de valor consoante necessidades globais que surgem (Alvarenga, et al., 2011).

A subida na cadeia de valor, gerou riqueza e emprego qualificado, o que torna possível várias transformações, tais como, a afirmação da mobilidade elétrica, a generalização da sociedade digital e o aumento da reciclagem/reutilização de produtos contendo lítio ou seus derivados. Esta visão de desenvolvimento estratégico para a indústria mineira em Portugal, foi fundamental para a prospeção e pesquisa mineral, no que diz respeito a outras matérias-primas minerais para além das litíferas.

### **Cenário C - “Portugal perde a corrida”**

Esse cenário descreve o país que sobrevive num contexto de estagnação econômica e crescentes problemas ambientais. As disfunções do sistema financeiro, evidenciadas pelas crises, não foram corrigidas, o que se traduziu em escasso crescimento económico e na deficiente tradução do progresso tecnológico em eficiência produtiva. A interação da estagnação econômica com o aprofundamento das desigualdades sociais tem como consequência a redução do poder de compra e o crescente dualismo social (Marques, et al., 2016).

Às disfunções do sistema financeiro acrescem os problemas decorrentes da escassez de recursos energéticos, consequência do esgotamento dos combustíveis fósseis e da insuficiente capacidade das fontes alternativas para os substituir (Marques, et al., 2016). A instabilidade social, a necessidade de racionalizar o uso de recursos escassos e a desilusão com a economia, incapaz de se regenerar e reconduzir a sociedade. Vivemos num mundo reativo, com tendências protecionistas e grandes dificuldades na regulação das questões ambientais e financeiras, tendo em conta a existência de modelos económicos e políticos diferentes entre si (Alvarenga, et al., 2011).

Portugal não consegue afirmar-se e é dominado por uma continuação das suas políticas atuais, assim como pela manutenção do essencial das características da sociedade e economia portuguesas (Barata, et al., 2019).

O país experiencia instabilidade a vários níveis (financeira, económica, social) e fixação no curto prazo. A sociedade revela uma inaptidão para uma visão “orgânica” dos grandes desígnios nacionais e para uma visão estratégica agregadora para Portugal. Existe baixa credibilidade das instituições, desconfiança estrutural dos agentes, expectativas relativas a processos de mudança muito marcadas por uma lógica *top-down*. As poucas evoluções nos valores e cultura são “impostas pelo exterior” e são ainda adaptadas o que revela reflexos pouco profundos em questões-chave como a confiança e o empreendedorismo (Alvarenga, et al., 2011).

### **Cenário D - “*Falsas esperanças*”**

Esse cenário descreve o país que acompanha o sucesso da sociedade de mercado, em que um papel do Estado reduzido, mas eficiente, limita-se a regular uma economia descentralizada e movida pela iniciativa privada. O forte crescimento das profissões sustentadas no conhecimento, na criatividade e na tecnologia e o investimento no ensino, como forma de ascensão social, gera uma sociedade em que a competitividade não conduziu a exageradas desigualdades sociais. A cultura de responsabilidade individual, a consciência ambiental e a valorização do património histórico confluíram em uma lógica de auto-organização. A dicotomia cidade-campo é cada vez mais tênue e a combinação de individualismo com auto-organização de pequenos grupos conduziu à fragmentação do tecido urbano (Marques, et al., 2016).

A sustentabilidade e o ambiente, foram progressivamente incorporados nos processos económicos de definição de custos/ preços. Por outro lado, Portugal continua muito dependente dos combustíveis fósseis, não consegue acompanhar a transformação gradual para a mobilidade elétrica. Houve um investimento elevado nas infraestruturas para a produção de energia eólica e fotovoltaica, mas não foi suficiente para a redução da dependência energética do exterior, por via das energias renováveis, nem permitiu o crescimento de um cluster industrial à volta destas energias (Alvarenga, et al., 2011).

Portugal implementa as metas políticas com relevância climática, mas depois não foi capaz de desenvolver estratégias e atrair investimento exterior. Vários grupos sociais mostram preocupação com as alterações climáticas, organizam-se, mas conseguem ter peso suficiente para provocar alterações de governação ou provocar a decisão de novas metas (Barata, et al., 2019).



## 6. CONCLUSÃO

O futuro do lítio em Portugal tem uma carga elevada de incerteza de execução e associado a um exercício de *Scenario Planning*, permitiu obter uma configuração com quatro potenciais futuros. Podemos concluir que no final do estudo, os objetivos foram alcançados, obtivemos cenários diferentes que são ao mesmo tempo plausíveis, verosímeis e criativos.

Em todos os cenários é notório o peso da estabilidade que as decisões políticas têm para a ocorrência da mudança. Os decisores políticos deverão permitir que se viabilizem políticas adequadas e que seja possível atrair investimento e empresas se realmente se quiser alterar o paradigma atual (Machado, P., 2019).

Outro ponto a destacar é que os efeitos das mudanças climáticas não são imediatamente visíveis e mesmo quando já são sentidos indícios o que temos visto é o adiamento dos governos e da sociedade em ações concretas, ou seja, as preocupações podem arrastar-se para o futuro. Tal fato não impede que ao nível discursivo as pessoas demonstrem interesse pelo problema e pela sua resolução (Giddens, A., 2009).

As mudanças tecnológicas ocorridas na sociedade moderna devem refletir-se também na educação. Cada vez mais se exige da universidade a instrumentalização do educando para as necessidades do mercado. Neste contexto, o ensino da Prospecção Tecnológica nas Universidades tem um papel crucial, desde quando através dela é possível a união entre ciência e educação. (Quintella, et al., 2011).

A reflexão e a ação sobre o futuro na sua relação com a problemática ambiental não estão ainda consolidadas. Podemos dar como exemplo a diminuta participação das pessoas em associações de defesa do quadro de vida, em organizações não-governamentais ou em movimentos ecologistas. A passividade das pessoas relativamente à questão ambiental já tinha sido observada por Almeida J. (2004). Outra questão neste estudo é que a população não vê a exploração do lítio como uma forma de combater as alterações climáticas (sem lítio, não há baterias, não há VE).

A ausência de ação sobre a realidade futura traz consequências e a problemática das mudanças climáticas é um exemplo disso, o que nos leva a refletir se a prospetiva tecnológica não deveria ter um papel mais importante na educação da sociedade.

A maioria dos desafios da sociedade moderna requerem mudanças significativas na forma como gerimos os recursos naturais, no entanto, o conhecimento disponível sobre os mesmos e o modo como eles se articulam com os fluxos de energia e matéria que suportam a economia física ainda é bastante fragmentado (Mateus, A., 2020). Este desafio é visto pela sociedade como uma grande desvantagem da exploração do lítio.

Por outro lado, desenvolvimentos políticos recentes sobre a descarbonização dos setores de energia e transportes têm concorrido para a adoção rápida e generalizada de soluções tecnológicas que, entre outras componentes, usam baterias recarregáveis de lítio. As projeções existentes indicam ainda que as baterias de lítio deverão prevalecer no mercado até 2050 e, embora sejam esperados avanços consideráveis na reciclagem destes equipamentos, não se considera plausível que a taxa de recuperação de lítio por esta via seja suficiente para suprir as necessidades de consumo. (Mateus, A., 2020).

Deste modo, importa manter níveis altos de investimento em projetos de prospeção e pesquisa mineral, análogos a muitos dos que já começaram ou estão em vias de início em Portugal. Alguns destes recursos poderão vir a ser explorados, caso os estudos de viabilidade económica e ambiental assim o permitam. E se tal acontecer será sempre desejável que o projeto mineiro suba na cadeia de valor, sendo acompanhado pela construção das infraestruturas necessárias ao tratamento e beneficiação dos produtos minerais primários. A lógica subjacente a este desenvolvimento terá de almejar a edificação de núcleos industriais tecnologicamente evoluídos e social/ambientalmente responsáveis, integrando por direito próprio a recém-criada *European Battery Alliance* (Mateus, A., 2020).

Importa realçar que é necessária a realização de estudos que promovam a investigação e o desenvolvimento de modo a melhorar o desempenho das baterias, nomeadamente a sua autonomia, e a reduzir o seu impacto ambiental. Para além disso, o VE ainda se apresenta como um investimento caro e que não é sustentável, apesar do seu potencial para melhorar a eficiência energética e reduzir a degradação ambiental (Pereira, A., 2018).

Em suma, o futuro da exploração do lítio em Portugal está por definir, está dependente da criação de uma estratégia clara e imediata, que envolva a sociedade e que garanta a proteção ambiental. Este é o ponto de partida se Portugal quiser avançar com este projeto.

Uma das limitações deste estudo é o tempo limitado dos especialistas e a gestão deste mesmo tempo de forma a manter os mesmos motivados. Outra limitação está relacionada com a falta de especialistas na área do ambiente e sociologia no *workshop*, o exercício ficou condicionado pela não participação destes atores. Penso que outra limitação do meu estudo está ligada à definição das variáveis e à sua interpretação, o pode interferir com a correta classificação das variáveis e resultados finais do estudo.

Em conclusão, umas das coisas que nos distingue das restantes espécies, é que somos os únicos capazes de imaginar o futuro. Para além disto, está a tornar-se aparente que existe uma oportunidade de nos redimir, de concluir a jornada de desenvolvimento, de gerir o nosso impacto e, mais uma vez, de ser uma espécie em equilíbrio com a natureza. Tudo o que precisamos é de vontade para o fazer (Fothergill, et al., 2020).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J., Casanova J., Costa, António F. C., (2004), Os portugueses e o ambiente: II inquérito nacional às representações e práticas dos portugueses sobre o ambiente, Celta Editora.
- Altenburg, T. (2014). From Combustion Engines to Electric Vehicles - A Study of Technological Path Creation and Disruption in Germany. Bonn, Germany.
- Alvarenga A., Carvalho, P., Lobo, Â., Rogado, C., Azevedo, F., Guerra M., Rodrigues, S. (2011). A Economia Portuguesa a Longo Prazo – um Processo de Cenuarização. FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- Alvarenga, A., Carvalho, P. (2007), “A Escola Francesa de Prospectiva no Contexto dos Futures Studies – da Comissão do Ano 2000 às Ferramentas de Michel Godet”, Documento de Trabalho nº1/2007, 1ª Edição –DPP, Lisboa
- Ansoff, H. I. (1975). Managing strategic surprise by response to weak signals. *California management review*, 18(2), 21-33.
- Augenstein, K. (2015). Analysing the potential for sustainable e-mobility - The case of Germany. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14, 101–115.
- Barata P., Pinto B., Sousa R., Conraria L., Alexandre F., (2019). Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 - Cenários socioeconómicos de evolução do país no horizonte 2050. Agência Portuguesa do Ambiente, Universidade do Minho.
- Berger, G. (1957), “Science Humaines et Prévision”, *Journal Revue Deux Mondes*, Vol.1
- Berkeley, N., Bailey, D., Jones, A., & Jarvis, D. (2017). Assessing the transition towards Battery Electric Vehicles: A Multi-Level Perspective on drivers of, and barriers to, take up. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106, 320–332.
- Blanco, S., & Lesca, N. (2003). From weak signals to anticipative information: learning from the implementation of an information selection method. In *Proceedings of the International Conference In Search of Time (Isida)* (pp. 197-210).

- Bloomberg News, 2016. Germany Plans \$1.4 Billion in Incentives for Electric Cars, Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-27/germany-planning-1-4-billion-in-incentives-for-electric-cars>
- Brundtland H., & Comum, F., (1987). Relatório Brundtland. *Our Common Future: United Nations*.
- Carvalho, M., (2014). O futuro a quem pertence? Abordagens ao futuro e às mudanças climáticas. Tese de Doutoramento, ISCTE.
- Carvalho, P., (2010). Scenarios as a tool to give context and sense to weak signals in a process of competitive intelligence (Tese de Doutoramento, Lyon).
- COM (2020) 474 - Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability.
- De Geus, A. (1997), “The Living Company: Growth, Learning and Longevity in Business”, Nicholas Brealey Publishing, London.
- Despacho n.º 15040/2016 de S.E. (2016). Secretário de Estado da Energia. Diário da República, II série.
- European Commission, (2019). Energy: roadmap 2050. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- European Environment Agency (2015). Transport: SOER 2015 European briefings.
- Ferraz, P., Rodrigues, B. C., Oliveira, A. & Farinha Ramos, J., (2010) – Resultados da campanha de prospecção do jazigo de Sn-Li de Argemela, VIII Congresso Nacional de Geologia.
- Figenbaum, E., & Kolbenstvedt, M. (2015). Competitive Electric Town Transport: Main results from COMPETT – an Electromobility+ project. Institute of Transport Economics. Oslo, Noruega.
- Fothergill A., Hughes J., Scholey, K. (Produtores) & Butfield C. (Produtor/Diretor), (2020). David Attenborough: A Life On Our Planet [Motion Picture]. British: Silverback Films.
- Giddens, A., (2009), The politics of climate change. Cambridge: Polity Press.

- Godet, M., (1986). Introduction to la prospective: seven key ideas and one scenario method. *futures*, 18, 134-157.
- Godet, M., (1987). Scenarios and strategic management. London: Butterworths Scientific, Ltd.
- Godet, M., (1993). Anticipation and scenarios are not syonymous. *Futures*.
- Godet, M., Durance, P., Dias, J., (2008). A prospectiva estratégica para as empresas e os territórios. IEESF: Lisboa.
- Godet, M, Durance, P. (2011). A Prospectiva estratégica – Para as empresas e os territórios. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura.
- Grauers, A., Sarasini, S., & Karlstrom, M. (2013). Why Electromobility and What Is It? (pp. 10–21). Gotemburgo, Suécia.
- Greene, D. L., Park, S., & Liu, C. (2014). Transitioning to Electric Drive Vehicles : Public Policy Implications of Uncertainty , Network Externalities , Tipping Points and Imperfect Markets. The Howard H. Baker Jr Center for Public Policy. White Paper.
- Guerra M., Ribeiro R., Rodrigues, S., (2019). Relatório do Estado do Ambiente. Lisboa, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Heijden, K., (1996), “Scenarios: the Art of Strategic Conversation”, Wiley, Chichester
- Heijden, K., (2003). Scenarios, Strategy, and the Strategy Process. GBN
- Heinzen, D., & Marinho, V., (2018). A Construção de Cenários para o Alinhamento entre Formulação e Implementação da Estratégia. *Revista de Ciências da Administração*, 20(50), 24-43.
- IPCC, 2014: Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça.
- Jeppson, D., Ballif, J., Yuan, W., & Chou, B., (1978). Lithium literature review: Lithium’s properties and interactions.
- Jouvenel, H., (1999) - “La Démarche Prospective: Un bref guide méthodologique”, *Futuribles*, N° 246

- Jouvenel, H., (2000). “Brief Methodological Guide to Scenario Building, Technological Forecasting and Social Change”. New York: Elsevier Science n.65
- Kahn, H., & Wiener, A., (1967). The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years. S/I: Hudson Institute. Luxemburgo: Comissão Europeia.
- Latoeira, C., (2011). A aplicação do cenário planning na definição de linhas de orientação estratégica urbana. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa.
- Lima, A. (2000). Estrutura, mineralogia e génese dos filões aplitopegmatíticos com espodumena da região Barroso-Alvão. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto.
- Machado, P., (2019). Um exercício de prospetiva sobre o futuro da mobilidade na cidade de Lisboa no horizonte 2030 (Tese de Mestrado, ISEG).
- Marques, J., Castro, E., & Borges, M. (2016). A Análise prospetiva: uma abordagem metodológica exploratória aplicada ao mercado da habitação.
- Martins, L., Oliveira, D., Silva, R., Viegas, H., Boas, R. (2011). Em Valorização de Pegmatitos Litíferos. Lisboa, Portugal: DGEG/LNEG
- Mateus, A., (2020). Recursos naturais de lítio. Revista de Ciência Elementar, 8.
- McKinsey, A. R. F., (2014). Evolution: Electric Vehicles in Europe: Gearing up for a New Phase. sl. *Amsterdam Round Table*. Foundation and McKinsey & Company.
- Moura, A., Velho, J., (2011). *Recursos Geológicos de Portugal*, Palimage, Coimbra.
- Nazareth, M., (1988) Unidade e Diversidade da Demografia Portuguesa no Final do Século XX («PORTUGAL - Os próximos 20 anos», III vol.), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian
- Nunes, R., Heitor, M., Keenan, M., Clar, G., & Svanfeldt, C. (2002). *Guia prático de prospetiva regional em Portugal*.
- Ogilvy, J., & Schwartz, P., (2004). Plotting your scenarios: An Introduction to the Art and Process of Scenario Planning. Global Business Network, Emeryville.
- Oliveira, P., Lisboa, V., Carvalho, M., Salgueiro, M., Inverno, M., & Leite, M., (2018). Lítio em Portugal: enquadramento, geologia e mineralogia.

- Oliveira, P., & Santana, H. (2011). Pegmatitos litiníferos em Portugal: potencial, passado, presente e futuro. Valorização dos pegmatitos litiníferos: Cytel-Iberoeka.
- Pereira, A., (2018). Mobilidade elétrica, o futuro de Portugal? (Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra).
- Quintella, C., Meira, M., Kamei, A., Tanajura, A., Silva, G., (2011). Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação. *Revista Virtual de Química*, 3
- Rammler, S., & Weider, M. (2011). *Das Elektroauto: Bilder für eine zukünftige Mobilität* (Vol. 5). LIT Verlag Münster.
- Ramos, M., (2000) – Prefácio. Estudos, Notas e Trabalhos, Instituto Geológico e Mineiro.
- Resolução do Conselho de Ministros 88/2017 de 26 de junho. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa. Diário da República N° 121 – I Série.
- Ribeiro, J., Correia, V., Carvalho, P. (1997), “Prospectiva e Cenários - Uma Breve Introdução Metodológica”, Série “Prospectiva - Métodos e Aplicações”, DPP, Lisboa
- Rogers, E., (1995). Diffusion of Innovations: modifications of a model for telecommunications. In *Die diffusion von innovationen in der telekommunikation*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rosolem, M., (2016). Bateria de Lítio-íon - Estado da Arte. II Seminário: Lítio-Brasil.
- Saragoça, J. (2013). Breves Notas sobre Análise Prospectiva. Universidade de Évora.
- Scearce, D., & Fulton, K., (2004) What If? The Art of Scenario Thinking for Nonprofits, GBN, California.
- Schroten, A. (2012). Behavioural Climate Change Mitigation Options - Domain Report Transport. Delft, Holanda.
- Schwartz, P. (1995). ‘Scenarios: the future of the future’. *Wired*, October.
- Shell, (1998), “Global Scenarios 1998-2020”, Summary Brochure.
- Sims, R., Schaeffer, R., Creutzig, F., Cruz-Núñez, X., D’Agosto, M., Dimitriu, D., Tiwari, G. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of



- Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 599–670). Cambridge, RU e Nova Iorque, EUA.
- Stafford, J., (2017). Lithium war heats up after launch of Tesla Model 3. Oilprice.com. <http://www.mineweb.com/news/energy/lithium--war--heats--up--after--launch--of--tesla--model--3/>. Acesso a 28 de Fevereiro de 2020.
- U.S. Geological Survey, (2017). Mineral commodity summaries 2017: U.S. Geological Survey, 202 p., <https://doi.org/10.3133/70180197>
- U.S. Geological Survey, (2020). Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2020>.
- Van Der Steen, M., Van Deventer, P., De Bruijn, H., Van Twist, M., Ten Heuvelhof, E., Haynes, K. E., Chen, Z. (2012). Governing and innovation: The transition to E-mobility - A dutch perspective. World Electric Vehicle Journal, 5.
- Vieira, R., Antão, A. M., & Carolino, A. (2017). A importância estratégica dos depósitos litiníferos de gonçalo (guarda, portugal) no actual panorama europeu de prospecção, avaliação, extracção de lítio para aplicação em tecnologias verdes.
- Wack, P. (1985). Scenarios: shooting the rapids. How medium-term analysis illuminated the power of scenarios for shell management (CIMMYT).
- World Economic Forum. (2017). The global gender gap report. Genebra: World Economic Forum.

## ANEXOS

### ANEXO 1: LISTA DE PARTICIPANTES DO QUESTIONÁRIO E *WORKSHOP*

- Alexandre Lima- Geólogo, da Universidade do Porto.
- António Mateus – Professor de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa;
- Fernando Noronha – Professor Emeritus, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto;
- Luís Lopes – Geólogo, Universidade Évora, Presidente da Associação Portuguesa de Geólogos;
- Luís Martins – Geólogo, Presidente do Cluster Portugal Mineral Resources;
- Marta Candeias – Agência Nacional de Inovação, Programas Europeus das Matérias-Primas;
- Pedro Antunes – Consultor independente, Transformação Digital das Organizações;
- Sara Leal – Geóloga, Estudante de Doutoramento da Universidade do Porto;
- Sofia Rodrigues – Engenheira Mecânica, Câmara Municipal de Lisboa
- Teresa Ribeiro – Engenheira do Ambiente, Agência Portuguesa do Ambiente

## ANEXO 2: LISTA E CATEGORIZAÇÃO DAS FORÇAS DE MUDANÇA

**SOCIAL**

1. Desinformação da comunidade;
2. Adoção de novos estilos-de-vida (preocupações ambientais);
3. Aumento de emprego/desemprego no interior do país;
4. Comunicação aberta / contestação das comunidades e autarquias;
5. Forma como o país olha para os seus recursos naturais e como os pode explorar (extremismos)

**ECONÓMICA**

6. Custos de investimento;
7. Criação de novas políticas públicas que favoreçam o uso dos recursos naturais;
8. Pressão europeia;
9. Eminente escassez do petróleo;
10. Guerras comerciais entre grandes blocos mundiais (aumento mundial das necessidades energéticas);
11. Défice energético europeu e português;
12. Evolução da economia europeia e portuguesa (recessão /crescimento);
13. Aparecimento de novos players na área do Lítio na europa;

**TECNOLÓGICA**

14. Criação da refinaria / minas e a capacidade de investimento neste sector em Portugal;
15. Potencial dos carros elétricos e da capacidade das baterias e a sua evolução ao longo dos próximos 10 anos (competição com outras soluções: Hidrogénio);
16. Criação de condições em Portugal para passar da fase de prospeção à exploração dos recursos;

**AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

17. Alterações climáticas: Redução das Emissões de Carbono;
18. Desenvolvimento de novas formas de energias mais eficientes e ecológicas;
19. Diretrizes para o uso de energias limpas;
20. Problemática da reciclagem /fim de vida do lítio como produto final;

21. Tendência europeia para veículos de emissão-zero.
22. Descarbonização da economia;
23. Transformação da economia para a tornar mais sustentável;
24. Surgimento de organizações contra o avanço da exploração do lítio;
25. Portugal possuir a capacidade de cumprir com as obrigações verdes para que seja possível atingir a neutralidade carbónica em 2050 e os objectivos do Plano Nacional de Energia e Clima para 2030.

**LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO**

26. Diretrizes para a redução das emissões de carbono com foco nos centros urbanos;
27. Falta de regulação da atividade extrativa que pode levar ao adiamento do projecto de prospeção e pesquisa;
28. Europa define como prioritário a exploração de minérios;
29. Falta de articulação entre legisladores e autoridades na aplicação de legislação base face ao vazio legal;
30. Quadro regulatório e fiscal que incentive e proteja os investimentos e com a capacidade de criação de mercado para escoar os novos produtos;

**INFRAESTRUTURAS E INVESTIMENTO**

31. Capacidade de Planear e Investir em novas infraestruturas de suporte;
32. Políticas Públicas em PT que incentivem a utilização de novas formas de energia;
33. Incentivos para o uso/aquisição de veículos elétricos.
34. Capacidade de orientar capital privado para ações climáticas e ambientais, evitando, simultaneamente, a vinculação a práticas insustentáveis.

**OUTROS**

35. Desfasamento entre planeamento, gestão e investimento derivado da instabilidade política e investimento empresarial;

## ANEXO 3: TABELA QUESTIONÁRIO ENVIADA AOS PARTICIPANTES

## O CLUSTER DO LÍTIO EM PORTUGAL NO HORIZONTE 2030

FORÇAS DE MUDANÇA	NÍVEL IMPACTO NO FOCO ESTRATÉGICO (0 SE IMPACTO FOR NULO; 3 SE IMPACTO FOR MUITO ELEVADO)	NÍVEL DE INCERTEZA (0 SE A EVOLUÇÃO FOR CLARA E INEVITÁVEL; 3 SE PUDER EVOLUIR EM MAIS QUE UMA DIREÇÃO)
<b>SOCIAL</b>		
1. Desinformação da comunidade;		
2. Adoção de novos estilos-de-vida (preocupações ambientais);		
3. Aumento de emprego/desemprego no interior do país;		
4. Comunicação aberta / contestação das comunidades e autarquias;		
5. Forma como o país olha para os seus recursos naturais e como os pode explorar (extremismos)		
<b>ECONÓMICA</b>		
6. Custos de investimento;		
7. Criação de novas políticas públicas que favoreçam o uso dos recursos naturais;		
8. Pressão europeia;		
9. Eminente escassez do petróleo;		
10. Guerras comerciais entre grandes blocos mundiais (aumento mundial das necessidades energéticas);		
11. Défice energético europeu e português;		
12. Evolução da economia europeia e portuguesa (recessão /crescimento);		
13. Aparecimento de novos <i>players</i> na área do Lítio na europa;		
<b>TECNOLÓGICA</b>		
14. Criação da refinaria / minas e a capacidade de investimento neste setor em Portugal;		
15. Potencial dos carros elétricos e da capacidade das baterias e a sua evolução ao longo dos próximos 10 anos (competição com outras soluções: Hidrogénio);		
16. Criação de condições em Portugal para passar da fase de prospeção à exploração dos recursos;		
<b>AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE</b>		
17. Alterações climáticas: Redução das Emissões de Carbono;		
18. Desenvolvimento de novas formas de energias mais eficientes e ecológicas;		
19. Diretrizes para o uso de energias limpas;		
20. Problemática da reciclagem /fim de vida do lítio como produto final;		
21. Tendência europeia para veículos de emissão-zero.		
22. Descarbonização da economia;		
23. Transformação da economia para a tornar mais sustentável;		
24. Surgimento de organizações contra o avanço da exploração do lítio;		
25. Portugal possuir a capacidade de cumprir com as obrigações verdes para que seja possível atingir a neutralidade carbónica em 2050 e os objetivos do Plano Nacional de Energia e Clima para 2030		
<b>LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO</b>		
26. Diretrizes para a redução das emissões de carbono com foco nos centros urbanos;		
27. Falta de regulação da atividade extrativa que pode levar ao adiamento do projeto de prospeção e pesquisa;		
28. Europa define como prioritário a exploração de minérios;		
29. Falta de articulação entre legisladores e autoridades na aplicação de legislação base face ao vazio legal;		
30. Quadro regulatório e fiscal que incentive e proteja os investimentos e com a capacidade de criação de mercado para escoar os novos produtos;		
<b>INFRAESTRUTURAS E INVESTIMENTO</b>		
31. Capacidade de Planear e Investir em novas infraestruturas de suporte;		
32. Políticas Públicas em PT que incentivem a utilização de novas formas de energia;		
33. Incentivos para o uso/aquisição de veículos elétricos.		
34. Capacidade de orientar capital privado para ações climáticas e ambientais, evitando, simultaneamente, a vinculação a práticas insustentáveis.		
<b>OUTROS</b>		
36. Desfasamento entre planeamento, gestão e investimento derivado da instabilidade política e investimento empresarial;		

## ANEXO 4: EXEMPLO CLUSTER TECNOLÓGICO DO LÍTIO EM PORTUGAL

<p><b>Empresas:</b></p> <p>3Drivers  Arkema  BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável  BRISA – Autoestradas de Portugal  CEIIA - Centro de Excelência e Inovação para a Indústria  CEP - Circular Economy Portugal  Coopérnico  DriveNow  EDA - Eletricidade dos Açores  EDM (Empresa de desenvolvimento mineiro)  EDP - Distribuição  EDP - Energias de Portugal  Efacec  EGF - Environmental Global Facilities  Elergone Energias  ENDESA Portugal  Enercon GmbH- Surcusal em Portugal  ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços energéticos  FSC Portugal (Forest Stewardship Council)  GALP Energia  Get2C  Gibb Engineering  ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas  IHRU - Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana  IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes  IP - Infraestruturas de Portugal  ITF - International Transport Forum  Lipor  Lisboa E-Nova  Logistema - Consultores de Logística  Lusorecursos  MOBI.E Mobilidade Elétrica  Mota-Engil Construção  Movimento Zero Desperdício  Nissan Portugal  Power Dot  REN – Redes Energéticas Nacionais  REN Atlântico – Terminal de GNL  Savananh  Sharing Cities  Toyota Caetano Portugal  Uberbrands Consulting  UNAC - União da Floresta Mediterrânica  Valorsul  Veolia Portugal</p>	<p><b>Faculdades / Universidades:</b></p> <p>ICS - Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa  IPP - Instituto Politécnico de Portalegre  ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa  ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto  ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade  IST - Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa  Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  FCT NOVA - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa  IPL - Instituto Politécnico de Leiria  NOVA - IMS - Information Management School</p>																					
	<p><b>Laboratórios:</b></p> <p>ISQ- Instituto de Soldadura e Qualidade  LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia  SULENSAIO - Laboratório de Geotecnia, Lda</p>																					
	<p><b>Associações/ organizações:</b></p> <p>ACPMRA - Associação Cluster PT Mineral Resource  ADENE - Agência para a Energia  AECOPS - Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços  AIFF - Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal  AIVE - Associação dos Industriais de Vidro Embalagem  ANI – Agência Nacional da Inovação  ANIET -Associação Nacional da indústria extrativa e transformadora  APA - Agência Portuguesa do Ambiente  APETRO - Associação Portuguesa das Empresas Petrolíferas  APIGCEE - Associação Portuguesa dos Industriais Grandes consumidores de Energia Elétrica  APREN - Associação de Energias Renováveis  APVE - Associação Portuguesa do Veículo Elétrico  ASSIMAGRA  ESGRA - Associação para a Gestão de Resíduos  European battery Alliance  Fuels Europe  Montis - Associação de Conservação da Natureza  QUERCUS</p>																					
<p><b>Governo:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Câmara Municipal De Boticas</td> <td>Câmara Municipal de Ponte de Lima</td> <td>Câmara Municipal de Idanha-a-Nova</td> </tr> <tr> <td>Câmara Municipal de Montalegre</td> <td>Câmara Municipal de Figueira</td> <td>Câmara Municipal de Lisboa</td> </tr> <tr> <td>Direção Geral do Património Cultural</td> <td>Câmara Municipal de Mangualde</td> <td>Câmara Municipal de Pinhel</td> </tr> <tr> <td>Direcção-Geral de Energia e Geologia</td> <td>Câmara Municipal de Viana do Castelo</td> <td>Câmara Municipal de Gouveia</td> </tr> <tr> <td>GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral</td> <td>Câmara Municipal da Guarda</td> <td>Câmara Municipal do Porto</td> </tr> <tr> <td>GPPQ - Gabinete de Promoção do Programa-Quadro de I&amp;DT</td> <td>Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira</td> <td>Ministério do Ambiente e Transição energética</td> </tr> <tr> <td>Câmara Municipal de Caminha</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Câmara Municipal De Boticas	Câmara Municipal de Ponte de Lima	Câmara Municipal de Idanha-a-Nova	Câmara Municipal de Montalegre	Câmara Municipal de Figueira	Câmara Municipal de Lisboa	Direção Geral do Património Cultural	Câmara Municipal de Mangualde	Câmara Municipal de Pinhel	Direcção-Geral de Energia e Geologia	Câmara Municipal de Viana do Castelo	Câmara Municipal de Gouveia	GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral	Câmara Municipal da Guarda	Câmara Municipal do Porto	GPPQ - Gabinete de Promoção do Programa-Quadro de I&DT	Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira	Ministério do Ambiente e Transição energética	Câmara Municipal de Caminha		
Câmara Municipal De Boticas	Câmara Municipal de Ponte de Lima	Câmara Municipal de Idanha-a-Nova																				
Câmara Municipal de Montalegre	Câmara Municipal de Figueira	Câmara Municipal de Lisboa																				
Direção Geral do Património Cultural	Câmara Municipal de Mangualde	Câmara Municipal de Pinhel																				
Direcção-Geral de Energia e Geologia	Câmara Municipal de Viana do Castelo	Câmara Municipal de Gouveia																				
GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral	Câmara Municipal da Guarda	Câmara Municipal do Porto																				
GPPQ - Gabinete de Promoção do Programa-Quadro de I&DT	Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira	Ministério do Ambiente e Transição energética																				
Câmara Municipal de Caminha																						