

**Energia Nuclear: que futuro?**  
**Potencialidades no contexto europeu.**

**Guilherme Camello**

**Dissertação de Mestrado**  
**em Gestão do Território – Ambiente e Recursos Naturais**

**Setembro de 2019**

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território – Ambiente e Recursos Naturais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Fernando Ribeiro Martins.

Última atualização e revisão realizada em dezembro de 2019.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Universo, por me conceder energia, confiança e fé para concluir esse trabalho. E a Deus que me rege, me guarda, me governa e me ilumina sempre.

De forma especial quero agradecer a algumas pessoas que fizeram parte concreta de todo esse processo.

Aos meus pais – Rosane F. Veadrigo Camello e Sérgio Camello, que mesmo com toda essa distância, sempre me incentivaram e me deram apoio. Ajudaram a aumentar minha autoconfiança, minha cobrança pessoal e minhas forças, sempre com muito amor.

Ao meu orientador – Prof. Doutor Fernando Ribeiro Martins, que com paciência esteve sempre disposto a me ajudar e soube apontar minhas dificuldades de forma a corrigi-las para um melhor desempenho acadêmico.

Aos meus professores de mestrado em Gestão do Território - Ambiente e Recursos Naturais, e aos professores do curso de Engenharia Ambiental, que de certa forma contribuíram para todo meu aprendizado ao longo dos anos de curso.

Aos que contribuíram para as entrevistas realizadas neste trabalho. Também aos que me auxiliaram de outras maneiras, com materiais e conhecimentos técnicos. Sem a opinião desses profissionais jamais conseguiria trazer as reflexões necessárias para o todo.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram a continuar, nos momentos mais difíceis de todo esse processo. E também aos que me deram oportunidades de trabalho, reconhecendo meus potenciais em outras áreas de minha formação, somente assim pude me manter financeiramente, aqui neste período, e descobrir minhas potencialidades educativas. Especialmente ao Jardim Zoológico de Lisboa.

E por fim, agradeço de adianto a todos que lerem esse trabalho.

# ENERGIA NUCLEAR: QUE FUTURO? - POTENCIALIDADES NO CONTEXTO EUROPEU

GUILHERME CAMELLO

## RESUMO

Um desenvolvimento energético que permita reduzir, ou até substituir, fontes de energias prejudiciais ao ambiente por fontes de energias renováveis e limpas, é o que se busca para o futuro. Estudar as formas de como alcançar esses objetivos energéticos faz parte do atual desafio da ciência, das decisões políticas e do impulso para um crescimento económico sustentável. No contexto europeu, esse atual impasse também poderá ser uma chave para as grandes mudanças, fazendo da transição energética um desenvolvimento de oportunidades. Em alguns países, a Energia Nuclear poderá ser uma alternativa como potencial contribuição a esse processo. Assunto questionável, discutível e polémico que envolve desde o relacionamento da descarbonização da economia, certificados energéticos e políticas verdes como o “medo” da sociedade nessa aposta. O desafio dos Estados-Membros da União Europeia em atingir as metas climáticas, representa um dos “motores propulsores” para o desenvolvimento dessa oportunidade energética e, portanto, uma das principais razões para este argumento manter-se em pauta. O principal propósito para a Dissertação, apresenta-se como uma reflexão atual da Energia Nuclear, a sua resiliência e as potencialidades futuras no contexto da gestão do território europeu. Será que está poderá servir de suporte a atual fase de transição energética? Porque a União Europeia precisa dessa fonte de energia? E por fim, o que leva os países a construir mais centrais nucleares? ou então fazer com que eles abandonem essa fonte energética? Estas são algumas questões que serão tratadas nas próximas páginas deste trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** energia nuclear, descarbonização da economia, transição energética, potencialidades futuras, reflexão.

# **NUCLEAR ENERGY: WHAT FUTURE? – POTENTIALITY IN THE EUROPEAN CONTEXT**

**GUILHERME CAMELLO**

## **ABSTRACT**

Energy development that can reduce or even replace environmentally harmful energy sources with renewable and clean energy sources is what we are looking for in the future. Studying how to achieve these energy goals is part of today's science challenge, policy decisions and the drive for sustainable economic growth. In the European context, this current deadlock could also be a key to major changes, making the energy transition a development of opportunities. In some countries, Nuclear Energy may be an alternative as a potential contribution to this process. Questionable, debatable and controversial subject that involves since the relationship of the decarbonization of the economy, energy certificates and green policies as the "fear" of society in this bet. The challenge of EU Member States to meet climate targets is one of the "driving forces" for developing this energy opportunity and therefore one of the main reasons for this argument to remain on the agenda. The main reason for the Dissertation is presented as a current reflection of Nuclear Energy, its resilience and future potentialities in the context of European territory management. Can this support the current phase of energy transition? Why does the European Union need this source of energy? And finally, what drives countries to build more nuclear power plants? or cause them to abandon this energy source? These are some issues that will be addressed in the next pages of this thesis.

**KEYWORDS:** nuclear energy, decarbonisation of the economy, energy transition, future potential, reflection.

## ÍNDICE

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Situação energética da União Europeia</b> .....	11
<b>Capítulo 2. Energia Nuclear e Economia</b> .....	15
2.1 Descarbonização da Economia.....	16
2.2 Certificação Energética.....	18
2.2.1 Indústria .....	19
2.2.2 Habitação .....	20
<b>Capítulo 3. Energia Nuclear e Política</b> .....	22
3.1 Os Parlamentos Nacionais e o Parlamento Europeu .....	24
<b>Capítulo 4. Sociedade e Ambiente: do medo às previsões tecnológicas</b> .....	30
<b>Capítulo 5. Resultados</b> .....	39
5.1 Opinião dos especialistas .....	40
5.1.1 Gerson Ludwig.....	40
5.1.2 Michael Shellenberger .....	44
5.1.3 Svetlana Aleksandrovna Aleksievitch .....	49
5.2 Aceitação da Energia Nuclear.....	53
5.3 Cenários.....	57
<b>Capítulo 6. Reflexões e síntese de resultados</b> .....	76
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	81
<b>Lista de <i>Websites</i></b> .....	85
<b>Índice de Ilustrações</b> .....	86
<b>Índice de Tabelas</b> .....	88
Anexo 1. Países Estados-Membros da UE em 2019. ....	89
Anexo 2. Emissões de gases de efeito estufa <i>per capita</i> dos Estados-Membros da UE entre 2000 e 2016. ....	90
Anexo 3. PIB/2018 dos Estados-Membros da UE em comparação com outros dados..	92
Anexo 4. Lista atual de países da UE (EU-28) detentores de Centrais Nucleares. ....	93
Anexo 5. Linhas orientadoras. Questionário de aplicação ao especialista Gerson Ludwig.....	94

## INTRODUÇÃO

“Dizem que com o clima, aqueles que sabem mais são os mais preocupados. Com a energia nuclear, aqueles que sabem mais são os menos preocupados”.

(Stewart Brand<sup>1</sup>)

Falar em energia nuclear, nos dias de hoje, pode parecer para alguns um assunto que já nos trouxe provas suficientes para não se apostar mais nela. Para outros, pode ser o (re)começo e a resposta para a atual fase de transição energética mundial. Porém é muito mais que isso, a energia nuclear é um assunto polémico, é uma temática ampla ligada por e para vários sectores (do económico ao ambiental). É um passado de erros, um presente de resiliência e um futuro (embora incerto) que poderá suprir as necessidades energéticas da sociedade.

Atualmente, vivemos numa revolução de energias limpas. Cada vez mais o uso de energias renováveis vem crescendo ao longo dos anos. O novo termo atribuído, “*cleantech*”, define a crescente utilização de fontes de energia renováveis e limpas no mundo. A cada dia, um novo painel solar aparece nos telhados dos edifícios. Mais geradores eólicos surgem por toda parte, em terra e cada vez mais também no oceano. Projetos de novas hidroelétricas entram nas principais listas de licenciamento ambiental dos órgãos públicos. Veículos elétricos são a tecnologia do momento e quase todos os eletrodomésticos produzidos levam o selo da qualidade de eficiência energética. Os combustíveis fósseis (carvão e petróleo) assumem, como fonte energética, a maior parcela das energias não-renováveis produzidas e utilizadas, de acordo com a *International Energy Agency* (IEA). Mas a chamada fase de transição energética tem sido responsável, cada vez mais, pela expansão de fontes de energias renováveis e limpas nas próximas décadas, para que assim se possam atingir os objetivos e as metas dos acordos entre países nas Conferências do Clima. Na reunião de Março de 2007, incluía

---

<sup>1</sup>Debate – Será que o mundo precisa energia nuclear? – de Stewart Brand e Mark Z. Jacobson para o canal TED. 2010. Traduzido por Fernando Marinheiro  
Site: [https://www.ted.com/talks/debate\\_does\\_the\\_world\\_need\\_nuclear\\_energy/transcript?language=pt-br&hc\\_location=ufi](https://www.ted.com/talks/debate_does_the_world_need_nuclear_energy/transcript?language=pt-br&hc_location=ufi)

a redução de 20% nas emissões de gases do efeito estufa (principalmente o CO<sub>2</sub> em relação a 1990), o aumento de 20% na percentagem de energias renováveis e a redução de 20% de todo consumo energético na União Europeia até o ano de 2020, afirmados pelo Conselho Europeu, atribuído como “meta dos três vintes” (20-20-20) (Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, 2008). No mesmo intuito, e mais recente, foi lançada a Agenda 2030 do desenvolvimento sustentável e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), do Conselho Europeu em resposta as Nações Unidas sobre as metas climáticas. Esta visa estabelecer parcerias, a nível global, para garantir processos de responsabilidades comuns. Como meta interna para 2030, a UE definiu uma redução de 40% das emissões de gases do efeito estufa (também em relação a 1990), pelo menos 27% de energia proveniente de fontes renováveis e o aumento de 27% de eficiência energética. A longo prazo, 2050, a UE pretende ainda mais. A redução de 80 a 95% dos gases de efeito estufa, na mesma relação, e a transformação de uma economia hipocarbónica, ou seja, de baixo carbono, promovendo ainda mais as fontes de energias limpas<sup>2</sup>.

Porém, uma dúvida ainda assola: a produção da energia elétrica, parcialmente proveniente de fontes renováveis (eólica, solar e hidráulica), atenderá o contínuo e crescente consumo das sociedades, e em particular da União Europeia? Será que as renováveis, apesar de terem um peso cada vez maior na oferta do “*mix* energético”, poderão, por si só, vir a satisfazer as principais necessidades de consumo, nomeadamente nos “picos”<sup>3</sup> de consumo de energia elétrica?

Um verão mais quente que o habitual ou um inverno mais rigoroso exigem a utilização de equipamentos de regulação de temperatura que geram um acréscimo nos consumos de energia elétrica. Essa consequência se agrava quando não há sol para fornecer energia aos painéis nem vento para os geradores eólicos, e a escassez de disponibilidade hídrica impede a normal utilização das barragens de produzir energia elétrica. Além disso, até chegar às nossas casas, parte de toda essa energia perde-se. É de referir também que, em média, cerca de 11% da energia produzida é dissipada nas

---

<sup>2</sup> Ação climática da União Europeia disponível em: [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_pt](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_pt).

<sup>3</sup> Picos - identificado como os pontos mais altos (gráfico/processo), na qual diferenciam-se dos demais pontos pela sua elevação. Consideramos nesse contexto, picos como os momentos de elevado consumo de energia elétrica e oscilações para mais.

redes de transporte de energia entre os centros produtores e o consumidor final, nomeadamente energia térmica (calor) perdida nos cabos, linhas e restante equipamento de rede (Vasconcelos, 2019 p. 27).

Para esses “picos” no consumo de energia, a solução ainda está longe de ser satisfatória, e a procura de fontes que possam equilibrar esses máximos e mínimos são os desafios da atualidade. A facilidade do transporte e armazenamento ligados aos baixos índices de perda energética, durante conversões, incentivaram o uso dos combustíveis fósseis no mundo inteiro. Esse sistema energético mostra-se eficiente até o momento em que as questões ambientais, económicas e de um futuro incerto para a obtenção da matéria, venham à tona. Por outro lado, as energias renováveis e limpas vieram para responder essas questões. Fontes de energia de forma contínua, na qual se renovam naturalmente e que possam suprir os atuais consumos, fazem parte da mudança gradual na composição e estrutura do sistema energético europeu, melhor referido como transição energética.

A opção pela energia nuclear, como energia limpa, é uma das fontes que poderá auxiliar nessa compensação energética e na transição para um “novo paradigma”, servindo parcialmente como base do desenvolvimento dessas fontes renováveis e também sua utilização a longo prazo, como adiante veremos. O assunto não se encontra na ordem do dia e, portanto, refletir a argumentação entre o crescente consumo e produção diversificada é de extrema importância, mesmo depois dos últimos grandes acidentes em Chernobyl (Ucrânia- 1986) e Fukushima (Japão- 2011). Valerá ainda a pena apostar na energia nuclear?

Este estudo foi realizado tendo por base a União Europeia. Sabemos que a temática é abrangente, e deve ser discutida à escala mundial, porém a detenção da energia nuclear de países como a França, Alemanha e Reino Unido (Estados- membros da UE), por exemplo, consolidam uma base importante das decisões mundiais. Na Europa, em Viena (Áustria) localiza-se a Sede da *International Atomic Energy Agency* (IAEA), Órgão que estabelece o controle do uso pacífico da energia nuclear. Esta escala de análise revela-se adequada para contrapor países onde o tema é controverso, ou seja, por haver países que nunca utilizaram a energia nuclear e assumem a sua sustentabilidade energética (principalmente elétrica) por outras fontes, algumas limpas

e renováveis e outras nem por isso. Também nesse contexto, aos países que a tiveram em ascensão por um período e agora já não a produzem mais. Porque deixaram de apostar na energia nuclear? E será que, apesar dessa opção, conseguirão atingir suas metas ao nível económico e climático nos prazos determinados?

Estruturado em seis capítulos, apresenta uma atual reflexão da energia nuclear. Na introdução, faz-se um enquadramento geral do tema, dos objetivos e das metodologias utilizadas. Logo no primeiro capítulo analisa-se a evolução da energia nuclear dos Estados-Membros da União Europeia, na qual se reflete as modificações do sistema energético ao longo dos anos, ressaltando as importâncias da energia nuclear nesse âmbito. O aumento da necessidade do consumo da energia elétrica e o forte crescimento do setor económico, no desenvolvimento dos países, está exposto no segundo capítulo. O contexto nuclear relacionado diretamente com as tomadas de decisões políticas do Parlamento Europeu e as reflexões do debate pelos partidos políticos e governos, apresenta-se no terceiro capítulo. Tendo isso, a sociedade e as empresas como consumidores finais das energias, incluem-se também neste trabalho. No quarto capítulo, faz-se uma abordagem dos receios na aposta do nuclear e as deturpações da comunicação social relativamente ligada ao meio ambiente, a segurança e ao desmantelamento das centrais nucleares. Completado até os mais recentes estudos das futuras tecnologias no setor da energia nuclear, seus avanços e as contribuições nas próximas fases de descarbonização da economia como alternativa ao crescente combate às alterações climáticas. O quinto capítulo analisam-se as entrevistas realizadas com especialistas no domínio da energia nuclear para fins pacíficos. Essas entrevistas serviram para melhor se aproximar de uma resolução à aceitação da energia nuclear em determinado território.

Refletir sobre a importância e o contributo que a energia nuclear poderá trazer, no sexto e último capítulo, é sim importante para as decisões futuras dos Estados-Membros da União Europeia. Trazer-nos conforto e bem-estar, mas ao mesmo tempo responsabilidade ambiental, equilibrando a relação entre: o homem, o meio, e a tecnologia de forma a assegurar as condições para o desenvolvimento das próximas gerações e a melhor gestão do território.

## Objetivos

Essa dissertação tem por objetivo principal a discussão sobre o contributo que a energia nuclear, para fins pacíficos, tem e poderá vir a ter, tanto nesta fase de transição energética como a longo prazo. O tema será analisado não apenas na perspectiva e modalidades de utilização atuais, mas de outras formas de exploração de recursos nucleares que se afiguram bastante promissoras. Em termos mais específicos procurou-se:

- a) Analisar os contextos económico, político e social que propiciaram o aumento do número de centrais nucleares à escala europeia e mundial;
- b) Refletir sobre os riscos associados às centrais nucleares e à produção de resíduos decorrentes da sua atividade;
- c) Compreender a atual importância na produção de eletricidade por via nuclear no contexto mundial, europeu e de alguns países;
- d) Confrontar opiniões de especialistas, ambientalistas, defensores, críticos e público em geral sobre o assunto.
- e) Perspetivar a evolução e o contributo da energia nuclear no contexto das alterações climáticas e das energias limpas, para as próximas décadas.
- f) Refletir sobre a importância da energia nuclear na fase de transição energética e como a eventual energia do futuro (energia de fusão).

## Metodologia

Ao iniciar este trabalho, fez-se necessário analisar as metodologias mais utilizadas em artigos, dissertações de mestrado e teses de doutoramento sobre o tema em análise, destacando o modelo mais adequado para esta dissertação. Neste processo, obteve-se um conjunto de trabalhos publicados entre os anos de 2006 e 2018, e como

meio de pesquisa, foi utilizada a principal plataforma de organização da informação mundial, a *Google*. Os critérios utilizados para tal, basearam-se na inserção das palavras-chave “energia nuclear”, “nuclear” e “transição energética”. Tais bases serviram para a primeira escolha das publicações (Tabela 1).

Tabela 1. Publicações, metodologias e tipologias de cada trabalho analisado.

	<b>Publicações</b>	<b>Metodologias</b>	<b>Tipologias</b>
2018	Opinião pública sobre energia nuclear enquanto sistema perito nas sociedades de risco da modernidade. (Hansen, et al., 2018)	Método científico hipotético indutivo (Coleta de dados de documentos institucionais).	Artigo
2017	<i>Imaginaires of nuclear energy in the portuguese parliament: Between promise, risk, and democracy.</i> (Santos Pereira, et al., 2017)	Base de dados eletrônica/ internet. Macro análise de conteúdo (documental). Debates políticos.	Artigo
2016	Indicadores de sustentabilidade para institutos de pesquisa e inovação da área nuclear. (Alves, et al., 2016)	Questionário e não probabilística intencional (ou por tipicidade).	Artigo
2016	<i>Anti-Nuclear Mobilisation and Environmentalism in Europe: A view from Portugal (1976-1986).</i> (Barca, et al., 2016)	Referências bibliográficas (documental), Análise comparativa.	Artigo
2014	Ambiente, alterações climáticas, alimentação e energia: a opinião dos portugueses. (Schmidt, et al., 2014)	Inquéritos Eurobarômetros (base de dados eletrônica/ internet).	Livro
2013	Comunicação pública, controvérsia e risco: O dilema da energia nuclear. (Lima, et al., 2013)	Referências bibliográficas e pesquisas de opinião.	Artigo
2013	<i>A Nuclipedia</i> (Nunes, 2013)	Referências bibliográficas (documental) e pesquisas de opinião a especialistas.	Projeto de Mestrado
2013	Discursos de divulgação da ciência na imprensa escrita - o desastre de Fukushima nos jornais Correio da Manhã e Público. (Oliveira, 2013)	Referências bibliográficas (documental e análise de discurso) + (estudo de caso, sociológico e interpretativo).	Dissertação de Mestrado
2011	Os problemas energéticos em Angola: Energias renováveis, a opção inadiável. (Dombaxe, 2011)	Referências bibliográficas (documental)	Dissertação de Mestrado
2010	O debate estratégico nuclear nos EUA (1945- 2010): tendências e evolução. (Vicente, 2010)	Referências bibliográficas (documental), discurso político e acadêmico + análise de dados quantitativos e técnicos.	Dissertação de Mestrado
2008	Mudança do Paradigma Energético: Microgeração em Portugal. (Alves, 2008)	Referências bibliográficas (documental), entrevistas à especialistas.	Dissertação de Mestrado
2006	Energia nuclear socialmente aceitável como solução possível para a demanda energética brasileira. (Milanez, et al., 2006)	Enquete, entrevistas.	Artigo

Foram pesquisados arquivos e *sites* da Divisão de Bibliotecas e Documentação (DBD) da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa (NOVA FCSH), as unidades de investigação do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN) do Instituto Superior Técnico (IST), além de bases de dados e repositórios de artigos científicos locais. Indicam-se as doze publicações que nos pareceram ter maior grau de similaridade (Tabela 1) com esta dissertação. Na seleção dessas publicações extraídas da internet, as buscas foram estritamente ligadas à energia nuclear no âmbito económico, político, social e ambiental. Outros trabalhos que envolvessem o direcionamento técnico-científico, foram eliminados na listagem final.

A partir da análise das metodologias adotadas nestes trabalhos chegou-se a uma pré-conclusão indutiva das metodologias mais utilizadas em trabalhos no âmbito nuclear. Percebeu-se uma similaridade nos métodos e técnicas utilizadas para obtenção dos dados e resultados finais, com a realização inicial de um método de análise quantitativa com técnicas de rastreio, interpretação documental de relatórios e bases de dados escritas e catalogadas, seguido por um método de análise qualitativa, baseada em entrevistas a especialistas, com questionários e/ou inquéritos.

A escolha da metodologia desta dissertação de mestrado teve em consideração o grau de complexidade do assunto a ser abordado, o tempo para a pesquisa e o nível dos resultados finais a que se pretendia chegar. Dessa forma, a metodologia será baseada nos dois métodos de análises, quantitativa e qualitativa.

#### Método de Análise Quantitativa

Na pesquisa quantitativa o principal objetivo é medir informações sobre um assunto que já é conhecido. Desta forma, os dados coletados apresentam uma natureza mais estatística, sendo os resultados expostos em forma de gráficos, tabelas, etc. Para este método, a técnica melhor a aplicar será a análise documental, o que proporciona a apresentação de dados quantificados, como referências históricas e bibliográficas, dados numéricos, notícias, debates e polémicas atuais sobre o assunto.

Nesta análise documental, duas das principais bases poderão representar os resultados estatísticos (Tabela 2). Estas bases de dados são para entender como algumas linhas de pesquisa foram realizadas e como são obtidos os resultados de uma série de inquéritos aplicados à opinião pública, pelos seus investigadores. Os Eurobarómetros e o Eurostat são vertentes de sondagens utilizadas pelo Parlamento Europeu. Nesse contexto, a análise dos resultados obtidos nesses “motores” de pesquisa fornece uma informação minuciosa sobre as tendências e a evolução da opinião pública sobre as questões europeias, a nível nacional e também a nível sociodemográfico. Os Eurobarómetros são melhor aplicados em análises políticas e sociais, enquanto o Eurostat possui uma melhor base na economia e estatística.

Tabela 2. Métodos de análise documental quantitativa utilizados neste trabalho.

EUROBARÓMETROS	EUROSTAT
<p>“É uma série de pesquisas de opinião pública realizadas regularmente em nome do Parlamento Europeu desde 1973. Esses inquéritos abordam uma grande variedade de questões atuais relacionadas à União Europeia em todos os seus Estados-Membros. Os resultados são publicados pela Direção-Geral da Comunicação da Comissão Europeia. Sua base de dados desde 1973 é uma das maiores do mundo.”</p>	<p>“O Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) é a organização que produz dados estatísticos para a União Europeia e promove a harmonização dos métodos estatísticos entre os Estados-Membros. Produz dados macroeconómicos que apoiam nas decisões do Banco Central Europeu e na sua política monetária para o euro. Também seus dados regionais e classificação (NUTS) orientam as políticas estruturais da UE.”</p>

Fonte: site wikipédia.com (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Eurostat>) e (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Eurobar%C3%B3metro>)

Para esta análise foram utilizadas algumas publicações das principais referências da área, como por exemplo os artigos do físico e cientista italiano Cesare Marchetti<sup>4</sup> e os documentários do autor americano especialista em política ambiental Michael Shellenberger<sup>5</sup>.

<sup>4</sup>Cesare Marchetti - Um dos mais importantes cientistas no estudo dos ciclos de energias primárias na Europa. Marchetti defende a energia nuclear e o papel que terá numa economia de hidrogénio. Atualmente estuda os mistérios de Leonardo Da Vinci (polímata italiano renascentista) e descobriu algumas criptografias que apontam para as descobertas do Universo.

<sup>5</sup>Michael Shellenberger - Autor americano, escritor de políticas ambientais, co-fundador do *Breakthrough Institute* e fundador do *Environmental Progress*. Vencedor do Prémio Livro Verde 2008, foi descrito como “modernista ecológico” (movimentos culturais de ecologia e ambiente) e “eco-pragmatista” (desenvolvimento prático e direto dos objetivos e metas climáticas).

Relatórios emitidos pelas principais organizações internacionais, agências e entidades de controle, monitorização e pesquisa, a nível mundial, nomeadamente a *International Atomic Energy Agency* (IAEA), a Organização das Nações Unidas (ONU) e a *Nuclear Energy Agency* (NEA), fazem a interpretação mais direcionada da energia nuclear, para que a análise qualitativa possa ser aplicada. Para além disso, a pesquisa conta com a aplicação e elaboração de uma equação que possa satisfazer, de uma forma ainda inicial, os parâmetros dos capítulos estruturados para uma resolução de aceitação da energia nuclear em um determinado território. Seus resultados poderão determinar se a energia nuclear é aceitável ou não, mediante a fatores variáveis atribuídos.

#### Método de Análise Qualitativa

Na pesquisa qualitativa procurou-se um maior contato com especialistas, das áreas-chave da energia nuclear ou que de certa forma possuem conhecimentos relevantes neste domínio, bem como suas contribuições profissionais. Os profissionais escolhidos de algumas áreas como a economia, política social, ambiental e investigação (engenharia e física), fizeram parte da escolha dessa técnica aplicada. Para as entrevistas, a seleção desses profissionais deu-se pelas referências bibliográficas, publicações, *curriculum vitae* profissional e pela disponibilidade pessoal.

Segundo Elisa Antônia Ribeiro, a entrevista é:

“A técnica mais pertinente quando o pesquisador quer obter informações a respeito do seu objeto, permitindo-o conhecer sobre atitudes, sentimentos e valores subjacentes ao comportamento, o que significa que se pode ir além das descrições das ações, incorporando novas fontes para a interpretação dos resultados pelos próprios entrevistadores”.

(Ribeiro, 2008 p. 141)

Como tipologia, as entrevistas realizadas foram presenciais, por contacto telefónico e/ou por *e-mail*. A forma subjetiva da entrevista permite ao entrevistado a liberdade de expressar as suas respostas e ao entrevistador de manter um diálogo,

podendo desenvolver-se caminhos e linhas de raciocínio. O número de entrevistados não foi determinado em uma fase inicial. Buscou-se contacto com pelo menos um especialista de cada área científica associada à temática nuclear para este trabalho e a partir disso, se houvesse outros que pudessem contribuir durante o processo de pesquisa, seria de extrema valia e acréscimo aos estudos.

Para melhor orientação das perguntas aplicadas aos especialistas, procurou-se entender o que cada entrevistado desempenhava profissionalmente e o carácter de especialização, para que desse forma fosse aplicado um pequeno questionário onde este pudesse dar a oportunidade de respostas abertas e da opinião pessoal. Inicialmente, o entrevistador apresentou-se, buscando explicar ao entrevistado brevemente a estrutura da principal linha orientadora das perguntas a serem feitas, contextualizando o intuito da pesquisa e o contributo que as suas respostas teriam para o trabalho. Foi pedido também a autorização para as citações e utilização da entrevista de acordo com corretas referências de cada entrevistado.

## Capítulo 1. Situação energética da União Europeia

Na segunda metade do século XX a energia nuclear vivia a sua melhor época. Dos armamentos nucleares até a sua utilização na medicina, os benefícios que ela trazia eram notáveis e a intuição de alguns aspetos, que até então o mundo conhecia, poderiam mudar, e não necessariamente para melhor. Os reatores nucleares começaram então a ser desenvolvidos, sob uma forma de poder entre as duas superpotências que na altura dividiam o mundo – Estados Unidos da América e União Soviética (URSS). Com o fim da Segunda Guerra Mundial (1945), somente essas tinham boas condições económicas, tecnológicas e militares para tal. Só em 1954 a União Soviética (URSS) colocou em funcionamento seu primeiro reator nuclear para a produção de energia nuclear. Naqueles anos, no início da Guerra Fria (1947-1991), a energia nuclear teve uma má impressão, associada diretamente com as consequências de Hiroshima e Nagasaki (cidades bombardeadas como alvo civil), sendo que todas as potências globais queriam ter as suas próprias armas atómicas.

Começou assim a grande era do nuclear, complementada pela Organização Mundial de Energia Atómica (IAEA - 1957) e a Comunidade Europeia do Carvão e do Aço (CECA - 1951), antecessora da atual União Europeia. Através do Tratado EURATOM (1957) considerou-se a importância da energia nuclear dando origem a Comunidade Europeia de Energia Atómica. Assim, a energia nuclear pôde ser desenvolvida em território europeu, nas palavras de Fernando Aracón, diretor do *site El Orden Mundial*, conteúdo especializado no relacionamento internacional e na geopolítica (Arancón, 2015). Na Comunidade Económica Europeia (CEE - 1957), o Reino Unido inicia as atividades de pesquisa e investigação na energia nuclear em 1956, com a construção do seu primeiro reator e posterior a isso o início de sua produção. Em seguida a Alemanha e a França, em 1957, porém o sucesso francês se deu, nos primeiros momentos, a nível de operação técnica e comercialização para outros países até 1970, quando aí então adotaram uma nova tecnologia americana e subseqüentemente a construção de seu “império” nuclear, com a produção de energia.

Nas décadas dos anos de 1970 e 1980, a energia nuclear atingiu seu auge, sendo a maioria dos países industrializados detentores de centrais nucleares. Porém, alguns

acidentes revelaram os riscos associados ao uso dessa fonte de energia, gerando maiores preocupações com a segurança dessas centrais, com a saúde e com o ambiente. Com o acidente na central nuclear de Chernobyl (1986), na Ucrânia, movimentos ambientalistas contra as centrais nucleares pressionam governos e influenciam a opinião pública. O mais recente acidente, em Fukushima (2011), no Japão, com a falha de três dos seus seis reatores, gerou preocupação e fez parecer propício um fim para o uso da energia nuclear no mundo. Contudo, novas tecnologias estão a ser estudadas e a escolha de alguns países em desenvolver ou aumentar a utilização desta fonte de energia continua.

A União Europeia é uma das regiões do mundo com maior concentração de centrais nucleares, juntamente com os Estados Unidos da América e a China, embora o papel das políticas energéticas como gestão do território pareça ligeiramente complicado. Atualmente, cinquenta e uma centrais estão operando nos vinte e oito Estados-Membros (EU-28), das quais catorze na França, doze na Alemanha, seis na Espanha e entre tantas no Reino Unido. As restantes localizam-se em outros países como a Bélgica, a Suécia, a Finlândia, etc... (Anexo 5). A Eslováquia está prestes a finalizar a construção de quatro unidades nucleares para 2019. E os demais países, num total de quinze, nunca possuíram centrais nucleares ou já possuíram e decidiram encerrar suas atividades nos últimos anos.

Algumas datas importantes no desenvolvimento da energia nuclear:

1938 – Os primeiros estudos sobre a fissão nuclear foram realizados e defendidos por Otto Hahn e Fritz Straßmann, na Alemanha e a observação da irradiação de urânio com neutrões explicada mais tarde por Lise Meitner e Otto Frisch, na Suécia.

1942 – Foi realizada a primeira reação em cadeia em um reator com a intenção exclusiva de se construir a primeira bomba atômica, com supervisão de Enrico Fermi, em Chicago.

1945 – Na madrugada de 16 de julho desse ano ocorreu o primeiro teste nuclear da história, no Novo México. Nos meses seguintes foram realizados outros dois “testes”, desta vez com fins militares, em Hiroshima e Nagasaki, pelos Estados

Unidos da América contra o Império do Japão no final da Segunda Guerra Mundial. Foi o primeiro e único momento em que armas nucleares foram utilizadas.

1956 – O Reino Unido inicia a atividade de produção de energia nuclear com quatro reatores construídos em Calder Hall/ Cumberland (UK). Em março de 2003 essa central foi desmantelada.

1957 – Alemanha coloca em funcionamento seu primeiro reator nuclear. Encomendado pelo Diretor da Comissão Atômica da Baviera, o reator viajou de Nova York (EUA) até ao seu local definitivo, terreno de Garching, no prédio do Reator de Pesquisa de Munique (sigla alemã FRM) com a sua cúpula de formato oval. Daí a designação de “ovo atômico de Garching”.

1986 – O mais catastrófico acidente nuclear em uma central nuclear ocorre na cidade de Chernobyl, na Ucrânia.

1988 – Foi criado conjuntamente pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*). Com o intuito de fornecer aos formuladores de políticas, avaliações científicas regulares sobre as mudanças climáticas no mundo.

1992 – Aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, na qual foi assinado internacionalmente um tratado designado por Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas. Estabeleceram-se aí os objetivos e metas com vista à estabilização de gases do efeito estufa, dando origem a outros dois importantes tratados, o Protocolo de Quioto (1997) e o Acordo de Paris (2015).

1997 – Protocolo de Kyoto – primeiro tratado jurídico internacional para acordos de redução das emissões dos gases de efeito estufa ao aquecimento global dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, assinando e se responsabilizando por atingir metas climáticas definidas, objetivos sustentáveis e princípios de responsabilidades comuns entre eles.

- 2001 – Portugal e Espanha criam juntos um mercado ibérico de energia, fazendo uma interligação elétrica entre eles.
- 2007 – Conclusões do Conselho Europeu para as fortes interações entre política climática e política energética. Dado que a produção e a utilização de energia são as principais fontes de gases do efeito estufa, é necessária uma abordagem integrada das políticas climática e energética. Tendo isso em consideração, a Política Energética para a UE visa três objetivos: a) Aumentar a segurança de abastecimento; b) Assegurar a competitividade das economias europeias e uma oferta energética a preços acessíveis; c) Promover a sustentabilidade ambiental e fazer frente às alterações climáticas (Parlamento Europeu, s.d).
- 2009 – Conferência do Clima em Copenhaga, na Dinamarca, na qual se procurou um acordo internacional para suceder o Protocolo de Kyoto nas alterações climáticas.
- 2011 – O segundo acidente nuclear mais desastroso da história ocorre em uma central nuclear na cidade de Fukushima. A falha de três dos seus seis reatores nucleares acontece na sequência de um *tsunami* provocado por um maremoto.
- 2012 – Rio+20. Na cidade do Rio de Janeiro – Brasil, foi sediada a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, discutindo os próximos compromissos políticos com o desenvolvimento sustentável do planeta.
- 2015 – Acordo de Paris – tratado no âmbito da Convenção-quadro das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas (CQNUMC) que estabelece novas metas e objetivos a partir de 2020.
- 2019 – HBO (canal televisivo norte-americano) lança a minissérie “Chernobyl” sobre o acidente nuclear, de 1986, daquela cidade. A série ocupa, nos últimos meses, um dos primeiros lugares no *ranking* do IMDb (*Internet Movie Database* – maior base de dados online sobre veículos audiovisuais, pertencente à Amazon).

## Capítulo 2. Energia Nuclear e Economia

Com referência a fonte de estudos realizados pelo Parlamento Europeu através de dados obtidos pelo EUROSTAT (Gabinete de Estatísticas da União Europeia) (Parlamento Europeu/Eurostat), em 2015 a União Europeia foi o terceiro maior emissor de gases do efeito estufa, depois da China e dos Estados Unidos da América. Destas emissões, mais de três quartos (78%) correspondem ao sector energético, bem mais que o conjunto dos outros sectores como a agricultura, a gestão de resíduos e os processos industriais. Para reduzir as emissões das centrais elétricas e da indústria, a União Europeia pôs em prática o primeiro grande mercado de carbono com o sistema europeu de comércio internacional de emissões. Isso representa a criação de um sistema, presente no artigo 17 do Protocolo de Kyoto, que possibilita aos países que não conseguem atingir suas metas climáticas anuais, negociarem com outros que possuem um excedente. Esse mercado de “compra e venda” de carbono possibilitou um maior esforço em atingir os objetivos ambientais de cada país, dando um reforço à lógica prática de que no mundo capitalista em que vivemos, as coisas só são valorizadas no momento que são cobradas. Nesse sentido, a economia do carbono desenvolveu-se. Nas palavras do professor Patrick Bond<sup>6</sup>, o comércio de emissões ou a “comoditização do ambiente” é um truque técnico para limitar a poluição e permitir que as grandes corporações controlem melhor seus índices poluidores<sup>7</sup>. Porém, ele mesmo afirma que mesmo com esse brilhante desenvolvimento, traz junto o grande problema, da permissão dessas corporações poderem poluir mais, simplesmente pagando seus excessos, o que de certa forma não faz sentido.

Para contornar essas situações, entre o “pagar para poluir” e o não poluir, com toda certeza que a conscientização e o bom senso deveriam ser as principais alternativas dessas grandes corporações. No mundo capitalista, somente agora, as causas

---

<sup>6</sup> Patrick Bond: Professor de economia política na Universidade de Witwatersrand Wits – Joanesburgo e associado a Universidade de KwaZulu - Natal, ambas em África do Sul. Seus estudos são relacionados desde as situações económicas do país, meio ambiente, política-social e geopolítica e em particular o sub-imperialismo e a teoria da dependência.

<sup>7</sup> Citado em: Comércio Internacional de Emissões (CIE) e Regime Comunitário de Licenças de Emissões da UE, do site *Wikipédia*. Referência retirada de [https://pt.wikipedia.org/wiki/Com%C3%A9rcio\\_internacional\\_de\\_emiss%C3%B5es](https://pt.wikipedia.org/wiki/Com%C3%A9rcio_internacional_de_emiss%C3%B5es).

ambientais e sustentáveis têm sido alvo de discussões políticas e debates em conferências climáticas, sendo a descarbonização da economia uma melhor escolha para os representantes empresariais e da gestão territorial.

O Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), aprovado pela União Europeia através da Diretiva 2003/87/CE, de 13 de outubro, que atualmente foi transposta por ordem jurídica interna pelos Decreto-Lei n.º 38/2013, de 15 de março e Decreto-Lei n.º 93/2010, de 27 de julho, foi o primeiro instrumento de mercado intracomunitário previsto pelo Protocolo de Kyoto com a finalidade de regulação das emissões de gases do efeito estufa (Agência Portuguesa do Ambiente, 2015). Porém, o “mercado de carbono” europeu falhou no caminho para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), apesar de ter sido implantado como uma política climática europeia de extrema coerência. A influência conseguida pelos grandes poluidores industriais e alguns Estados-Membros travaram qualquer revisão pertinente por 10 anos a partir da data em que ele foi aprovado. O preço das licenças de poluição (aproximados 5/6 euros) é muito baixo para conseguir a mudança necessária dos combustíveis fósseis para as energias renováveis e a eficiência energética. E mesmo com a revisão prevista para 2020, será que o CELE ainda terá a oportunidade de se tornar um instrumento relevante para a política climática da UE?

## 2.1 Descarbonização da Economia

A transição para uma economia de baixo carbono é necessária no âmbito das mudanças climáticas, e isso exigirá uma mudança ainda mais profunda nos modelos de desenvolvimento económico de cada país. Países como a Alemanha, França e Reino Unido, ainda são os maiores consumidores de petróleo e carvão na UE, e procuram a mudança desse modelo de consumo e a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, dando destaque também a transição energética, na troca por energias mais limpas. Para isso foi analisado a quantidade de gases do efeito estufa em toneladas, emitidas por cada país, em medições *per capita*, que representam a medida relativa à população (por pessoa).

A diminuição desses gases *per capita*, em alguns países, foi notável e está detalhada no Anexo 2.

Países como Luxemburgo, mesmo havendo um decréscimo nas suas emissões de gases do efeito estufa, entre 2000 e 2016, ainda assim é um dos maiores emissores, com uma média de aproximadamente 26 toneladas de CO<sub>2</sub> *per capita*. É difícil compreender que, por exemplo, Luxemburgo sendo um dos países da UE que possui menor população (482.186hab. em 2018) e menor território (2.586km<sup>2</sup>) ao mesmo tempo também é o país que menos recorre ao uso das energias renováveis e nuclear (Eurostat, 2018). Que escolhas esse país tem e quais as preocupações em cumprir com as metas climáticas? Estónia (população: 1.338.617hab., em 2018, e território: 45.226km<sup>2</sup>) e Irlanda (população: 4.414.797hab., em 2018, e território: 70.280km<sup>2</sup>), também apresentam as maiores emissões de gases do efeito estufa (GEE) *per capita* e seguem o mesmo exemplo de Luxemburgo. Essa relação também foi feita com o Produto Interno Bruto (PIB) de cada país. Mostra-se previsível que os países que possuem maior PIB também são os que mais investem em novas tecnologias. E são também os que possuem a opção da energia nuclear em seus territórios. Entre os cinco países com maior PIB da UE contam-se a Alemanha, o Reino Unido, a França, a Itália e a Espanha (Anexo 3). Como o PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia, quantificando a atividade económica de determinadas regiões/países, é notório que quanto maior o PIB, ou seja, quanto mais desenvolvido o país, maior também o seu consumo interno de energia. Daí questionarmo-nos, face ao aumento do consumo de energia, se a opção nuclear poderá ser uma alternativa. O fato é que os países mais industrializados vêm tentando reduzir o consumo interno de energia e, efetivamente, estão fazendo sem que seu nível de industrialização regreda ou sua riqueza seja posta em causa. Mas e de que forma eles estão fazendo isso? Trata-se de um efeito direto aos problemas do petróleo. Não apenas à escassez (e no futuro, o possível esgotamento total das reservas), mas também aos problemas geopolíticos e ambientais que levam os países mais desenvolvidos a procurar novos processos de produção que permitam otimizar seus resultados (mantendo a capacidade produtiva, mas gastando menos energia). Enquanto os países desenvolvidos possuem meios para atingir a otimização de processos produtivos, sem novas fontes energéticas, os países em desenvolvimento necessitam continuar seu processo de crescimento, o que requer ampliações constantes na estrutura e uso crescente de

energia. Neste caso a opção nuclear como alternativa (Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana, s.d).

A descarbonização da economia deverá ser acelerada pela transição digital (otimização de recursos) e acontecerá em todos os setores de atividade: no sistema de produção elétrica, nos edifícios, no sistema de transportes, nos processos industriais, na economia dos resíduos, nas práticas agrícolas sustentáveis, no reforço da capacidade de sequestro de CO<sub>2</sub> da floresta nacional, na administração pública e das cidades (Covas, 2019). “Importa compreender que a descarbonização do sector energético constitui uma oportunidade de criação de novos empregos, envolvendo um vasto leque de atividades, podendo ser uma importante alavanca de crescimento económico num país que saiba articular eficazmente a política de energia com a política industrial” (Vasconcelos, 2019 p. 75). Dito de outra forma, a transição energética não deverá ser considerada como empecilho ao desenvolvimento da economia, mas sim como acelerador de uma economia sustentável de baixo carbono. É nesse contexto o real potencial de uma fonte energética de baixo custo e elevada geração energética.

## 2.2 Certificação Energética

“A resposta mais simples e difusa das políticas públicas para a preocupação energética na atualidade chama-se eficiência energética, e é sem dúvida que os ganhos de eficiência energética nas últimas décadas se traduziram em consideráveis benefícios económicos e ambientais para a sociedade” (Vasconcelos, 2019 p. 57).

Cada vez mais o mercado das certificações de eficiência energética atua como obrigatório na indústria, bem como na compra e venda de imóveis. Na prática, o certificado de eficiência energética é um cadastro que apresenta informações do consumo energético feito por profissionais qualificados principalmente a nível de:

- Climatização, termodinâmica das águas e acústica – estudo local e de estrutura;

- Localização geográfica da construção – estudo topográfico e da geográfica local;
- Posicionamento solar e deslocação de ventos – estudo ambiental, pela legislação em vigor (Lei nº 58/2013)<sup>8</sup>.

E mais, esse mercado conta com o auxílio do Sistema de Certificação Energética (SCE), do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), todos esses de acordo com o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto<sup>9</sup>.

### 2.2.1 Indústria

Para o estudo de uma certificação de eficiência energética industrial, outros parâmetros e levantamentos de dados são realizados, como a produção, os rendimentos e os consumos energéticos de cada equipamento. O consumo industrial de eletricidade é muito elevado na maioria das empresas, e é para esse seguimento que a energia nuclear poderá ser direcionada e melhor estudada. Para a indústria, a negociação de certificados de compra e venda de carbono faz parte da economia interna, e é com isso que atualmente as empresas procuram satisfazer as suas metas. Com a opção nuclear no abastecimento de eletricidade industrial, alguns benefícios podem ser atingidos, como por exemplo a diminuição da utilização de combustíveis fósseis em seus processos, principalmente nos que envolvem trocas de temperaturas elevadas e o funcionamento das máquinas ininterruptamente. As descargas elétricas e os aumentos súbitos de eletricidade, referidos anteriormente como picos de energia ao religar os

---

<sup>8</sup> Lei n.º 58/2013. D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20. Aprova os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a certificação energética e de técnico de instalação e manutenção de edifícios e sistemas, conformando-o com a disciplina da Lei n.º 9/2009, de 4 de março, que transpõe a Diretiva n.º 2005/36/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 7 de setembro de 2005, relativa ao reconhecimento das qualificações profissionais. Fonte: <https://www.sce.pt/legislacao>.

<sup>9</sup> Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto. Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

equipamentos, dia e noite, são os grandes responsáveis por essas oscilações no consumo energético.

### 2.2.2 Habitação

O certificado energético na habitação é obrigatório no mercado de compra e venda de imóveis. O documento que avalia as condições energéticas daquele edifício em uma escala de A+ (muito eficiente) para F (pouco eficiente), emitidos por técnicos especializados, deve conter informações bases do consumo elétrico e climatização. Isso ajuda aos cidadãos a saberem das condições e média de taxas a pagar às companhias de energia e também para que elas possam determinar as suas distribuições e escolhas energéticas. A classificação é feita pela localização do imóvel, o ano de construção, altura dos prédios/andares, materiais utilizados, os equipamentos associados (ventilação/aquecimento) e o tipo de instalação (comercial ou moradia).

Tanto na habitação quanto na indústria, o foco da energia nuclear é a eletricidade e também na procura de uma baixa economia de mercado. Mas a reflexão também se dá ao modo que o disparo do nuclear não se assegurará somente na produção elétrica (como atualmente é discutido, face aos exemplos como a França com mais de 70% da eletricidade derivada do nuclear, a Ucrânia com 53% e a Eslováquia com 55%)<sup>10</sup>.

“A solução é usar o nuclear para produzir hidrogénio, um combustível extremamente flexível e útil. O mercado-alvo para o hidrogénio é o não-elétrico. Mas claro que as escolhas em detalhe serão ditadas pelas oportunidades”.

(Rodrigues, et al., 2006 p. 52)

Afirma o físico italiano, pioneiro da economia Cesare Marchetti.

---

<sup>10</sup> “Survey” do Nuclear no mundo, no site: <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>  
Acesso em: 01 de julho de 2019.

Com referência ao livro “Nuclear: o debate sobre o novo modelo energético em Portugal” (Rodrigues, et al., 2006), Marchetti aponta também que o revivalismo do tema nuclear não está diretamente ligado ao preço do petróleo ou à incerteza política e sim ao estado de espírito das sociedades. Para isso ele destaca os longos ciclos de *Kondratieff*, que nada mais é que uma teoria em que períodos económicos (entre 40 e 60 anos) se repetem, no modelo capitalista. O petróleo, a energia emergente do século XX, teria atingido o seu pico de quota de mercado nos anos 1980, pós a Segunda Guerra Mundial. O gás natural, cuja proximidade histórica com o petróleo é enorme, atingirá seu pico de quota na fase ascendente da próxima longa vaga de *Kondratieff*, por volta de 2020/2030. E a energia nuclear ficaria com o caminho aberto para dominar a segunda parte da próxima vaga, até o final do século. Contudo, tanto Marchetti quanto outros especialistas como Tessaleno Devezas<sup>11</sup>, não esperam que o nuclear de fusão (referido como sucessor da atual tecnologia de fissão) seja “comercializável” antes de 2050/2060.

Poderá ainda faltar muito tempo para que essas estimativas e muitas concepções sejam atingidas, o que cabe a reflexão e estudo de muitos especialistas a obrigar uma (re)arrumação no *mix* das próprias energias renováveis, inclusive na mudança de alguns paradigmas, não somente a nível económico como também político. Caberá aos decisores políticos também esse desafio.

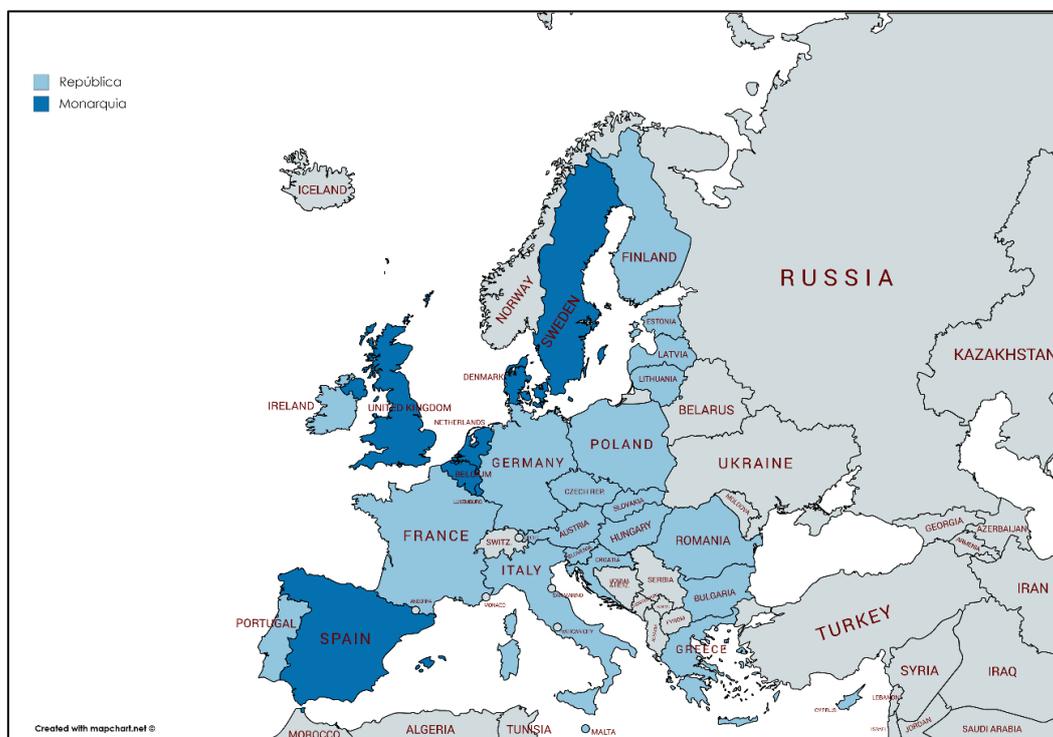
---

<sup>11</sup> Tessaleno Devezas: físico luso-brasileiro, PhD em teoria de sistemas e engenharia de materiais na Universidade da Beira Interior, em Covilhã- Portugal. Em 2002 foi condecorado com o Prémio *Elseviere Science 2001* pela investigação sobre a relação entre os ciclos geracionais e os ciclos de *Kondratieff*.



Procurou-se entender as razões de alguns Estados-Membros da UE terem centrais nucleares e outros não, associando cada situação ao respetivo sistema político. A reflexão sobre a eventual relação entre a existência ou não das centrais nucleares e o respetivo sistema político, permite concluir (Figura 1) que tal relação não tem sentido. A existência dessas centrais ou não, nunca dependeram dos sistemas políticos e sim de políticas específicas em relação às opções energéticas.

Como exemplo, a União Soviética (URSS, 1922-1991), que era governada por um regime unipartidário centralizado comandado por um partido comunista, isso significa que, não existiam outros partidos que pudessem exercer a governança – modelo ditadura. Autoritário e antidemocrático era um sistema rígido que não permitia mudanças. Manter segredos de Estado era primordial, porém com um dos maiores acidentes nucleares, Chernobyl, levou mais tarde ao fim desse regime. Para isso, a política e a energia nuclear eram inteiramente ligadas. Não é possível perceber o acidente sem perceber o quanto a desinformação foi motivada por um sistema político e ideológico que não permitia falhar, nem sequer quando houvesse falhas.



Elaborada pelo autor no site: [mapchart.net](http://mapchart.net)

Figura 2. Estados-Membros da UE com seus atuais sistemas políticos.

No caso da União Europeia, diretamente ligado a escolha dessas decisões está a posição da opinião pública e do Parlamento Europeu.

### 3.1 Os Parlamentos Nacionais e o Parlamento Europeu

Os parlamentos nacionais desempenham um papel influente nas decisões socio-técnicas e são eles, ainda, as instituições centrais no que diz respeito às sanções da legislação e aos argumentos de política territorial. Para atender os interesses da sociedade, os deputados têm de considerar diferentes opiniões públicas, riscos inerentes e incertezas das questões tecnocientíficas, no exemplo da construção de uma central e em optar pela energia nuclear. Salienta-se que muitos países não possuem um órgão de avaliação tecnológica, o que os faz recorrer a empresas externas, tornando-os dependentes. Isso significa que empresas privadas do setor energético podem melhor aconselhar os decisores políticos das futuras escolhas e opções para a gestão territorial. Porém isso ainda pode ter muita indução à diversos fatores, como os próprios ganhos e lucros internos, satisfação apenas de algumas partes e estudos imparciais dos benefícios e malefícios perspetivados.

Para também entender, nessa pesquisa inicial do sistema político dos Estados-Membros da União Europeia, podem interpretar-se outros fatores. De acordo com a *Freedom House* (organização sem fins lucrativos sediada em Washington (EUA), na qual desenvolve estudos, defesas e publicações dos direitos humanos, democracias e economia de livre mercado no mundo), a classificação política dos países europeus pôde ser expressa por países considerados “livres”, “parcialmente livres” ou “não livres”, no ano de 2015. (ORG Freedom House, 2018). O ser “livre” significou para este estudo, a liberdade política, social e económica, atribuída por uma democracia na qual a população elege um grupo de representantes que normalmente se reúnem em seus Parlamentos, Câmaras, Congressos ou Assembleias, para a elaboração de projetos, discussões, debates e tomada de decisões. Nesta caracterização, todos os Estados-Membros da União Europeia foram considerados “livres”. Pelos mesmos critérios, alguns países da vizinhança europeia são considerados “parcialmente livres”, como o caso de Azerbaijão, Bielorrússia e Rússia.

Por outro lado, grande parte de sua vizinhança (Norte da África e Sudeste Asiático) são considerados “não livres”. Isso implica num sistema onde a sociedade é controlada rigidamente pelo governo, meios de comunicação como a internet e a televisão são de autoridade e domínio do Estado, há muita desordem cultural, elevadas taxas de corrupção, direitos políticos e liberdade civil nula. Havendo a exceção de Israel e Tunísia. Isso poderá ter influência no sistema político e na gestão do território. E, também, na escolha das opções energéticas, tendo em conta a energia nuclear. Até porque, mesmo o território sendo considerado livre, os efeitos de segurança e proteção entre fronteiras podem não ser considerados no caso da energia nuclear, bem como tradições, culturas e principalmente o conhecimento social.

O Conselho Europeu, em março de 2007, recordou que a política energética para a Europa seria levada a cabo «no pleno respeito das opções dos Estados-Membros quanto ao cabaz energético» e confirmou que «cabe a cada Estado-Membro decidir do recurso à energia nuclear, salientando que esta utilização deverá ser acompanhada de um incremento da segurança nuclear e da gestão dos resíduos radioativos» (Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, 2008 p. 12).

Assim, quase todos países consumidores de eletricidade também tinham a livre escolha do fornecedor, que podia estar situado em qualquer Estado-Membro da UE. Porém, em meio a isto, e voltado ao incentivo de fontes de energia renovável e limpa, as novas políticas energéticas puseram em causa, neste mesmo ano de 2007, as anteriores estruturas de mercado. Essas políticas visavam a eficiência energética alocativa, isto é, com o objetivo de alcançar o mais alto nível de bem-estar social em uma determinada estrutura de valores (oferta e procura). Refletindo a busca de diferentes oportunidades tecnológicas para uma crescente descentralização dos recursos energéticos. Porém, dando um golpe na eficiência dos mercados convencionais de eletricidade, construídos nas últimas décadas para promover a liberalização e não para facilitar a transição energética (Vasconcelos, 2019 p. 65). Contudo, hoje na UE continental e noutras áreas do globo que liberalizaram a indústria elétrica, está em curso um processo de reforma desses mercados. Este processo diferencia as opiniões em dois lados adversos: de um lado quem pretende manter o atual mercado, mesmo que esse implique a eficiência de novas políticas da energia e do clima, colocando em risco a

transição energética, e do outro lado há quem queira acelerar a descarbonização da economia, substituindo os antigos mercados, dando oportunidades às novas tendências tecnológicas e sociais.

Portanto, os países com centrais nucleares, deverão continuar a utilizá-las? E sob quais condições?

Embora a resposta não seja assim tão simples, deve-se avaliar sempre todos os lados da questão. Desde o tipo de mercado presente, ao ponto de influenciar nas decisões políticas desse cabaz energético, até aos estudos mais avançados de segurança local e territorial, às perspetivas futuras do quanto é benéfico manter as centrais nucleares, para a economia e para o ambiente. Utilizar dessas presentes centrais para o desenvolvimento de outros estudos, como a produção de hidrogénio para setor dos transportes, ou então utilizar uma parcela desse potencial energético para suprir as necessidades atuais, a fim de completar os quadros de consumo da atual transição energética até um novo modelo de energias renováveis independentes. Essas são algumas das respostas às decisões políticas para essa opção.

Também dessa forma, considerou-se importante examinar os documentos emitidos diretamente pelo *site* do Parlamento Europeu nas páginas da Comissão da Indústria, Investigação e Energia (Parlamento Europeu, s.d). Numa primeira pesquisa, foi inserida a palavra “nuclear” e pôde-se obter 14 resultados<sup>12</sup>. Esses eram relatórios emitidos desde 2015, e na análise encontram-se relações e pormenores das preocupações ou potencialidades da UE com a energia nuclear em específico. Mesmo estando explícitas, em muitos documentos e atas, as preocupações com o desmantelamento de centrais nucleares já existentes, com a segurança nuclear, a gestão dos resíduos radioativos e os possíveis riscos, percebe-se, em grande parte, propostas de estudos a serem realizados sobre as importâncias da energia nuclear para: a geração de empregos; as considerações dos baixos custos energéticos; as contribuições para o *dumping* social e ambiental; e para as baixas emissões de gases do efeito estufa (Proposta de resolução do Parlamento Europeu sobre a energia nuclear, 2016).

---

<sup>12</sup> Site do Parlamento Europeu: <http://www.europarl.europa.eu/committees/pt/itre/home.html>  
Referência: (Parlamento Europeu, s.d). Data de acesso: 05 de março de 2019.

Também, se observou nessa pequena análise, uma preocupação direta com os efeitos que a construção das centrais nucleares ou as consequências que estas poderão trazer negativamente. Isso repercute inteiramente na *mídia* social e nos grandes medos que a sociedade enfrenta esse assunto atualmente. Nesse medo, os resíduos radioativos encontram-se no cerne das políticas ambientais.

É dever das políticas públicas contribuir para que a lógica industrial (sistemas e processos) esteja alinhada com a lógica termodinâmica (causas e efeitos nas mudanças das propriedades físicas), nomeadamente garantindo condições adequadas e coerentes no quadro legal e regulamentar, nos incentivos, nos subsídios e na fiscalidade (Vasconcelos, 2019 p. 56).

Se a energia nuclear for levada com a mesma importância na qual está explícita nos documentos do Parlamento Europeu, poderá ter um futuro promissor na União Europeia. Isso porque, pela sua base jurídica, Tratado que institui a Comunidade Europeia da Energia Atômica (Tratado EURATOM), artigos 40.º a 52.º (investimentos, empresas comuns e aprovisionamento) e 92.º a 99.º (mercado comum nuclear) os objetivos que contemplaram resolver a escassez geral de energia em 1950 sendo uma forma de alcançar a independência energética, continuam válidos do ponto de vista político. Tendo em consideração a segurança, proteção contra as radiações, transporte de substâncias e resíduos radioativos, gestão de resíduos, investigação e atividades de formação e informação nuclear, o papel do Parlamento se torna importante para as decisões. Contudo, nas suas várias resoluções sobre a matéria, o Parlamento tem realçado de forma consistente a necessidade de esclarecer a distribuição de responsabilidades entre as instituições da UE e os Estados-Membros e de reforçar o quadro comum da UE sobre vários aspetos das instalações nucleares, bem como a importância de aumentar os requisitos em matéria de segurança e de proteção ambiental (Parlamento Europeu, s.d). Na sua resolução, de julho de 2011, sobre as prioridades em infraestruturas energéticas para 2020 e mais além, o Parlamento apoiou veementemente a decisão da Comissão de introduzir testes de resistência às centrais nucleares europeias. Para tal reforço e atitude, importa refletir sobre:

- Segurança Nuclear: A preocupação do Parlamento Europeu é inevitável. A responsabilidade de criar resoluções cada vez com mais rigor traz

preocupações com essa fonte energética, mas também traz uma forte prioridade em monitorar o funcionamento dos atuais reatores nucleares. Além da proteção contra os riscos de acidentes, é importante a incorporação de melhores estudos sobre tecnologias, qualidade e melhorias no sistema energético nuclear. Dessa forma, significa que a energia nuclear ainda é uma chave para que o sistema energético continue equilibrado com as outras fontes de energia e que haja segurança.

- Gestão de resíduos: O Parlamento Europeu prevê o acompanhamento das construções de centrais de depósitos de resíduos radioativos e combustível irradiado nos Estados-Membros da UE. Isso contribui para a segurança, principalmente a nível ambiental e de saúde. Em 2015, os Estados-Membros tiveram que apresentar relatórios sobre a execução dos programas nacionais vigentes em cada território, e essa gestão torna-se um compromisso.
- Investigação: Toda a pesquisa e investigação na UE é financiada através de programas-quadro plurianuais. O orçamento de longo prazo fixa domínios de despesas e investimentos das atividades em períodos mínimos de cinco anos. Para a energia nuclear de fissão, em 2007, foi criada a Plataforma Tecnológica para a Energia Nuclear Sustentável, que coordena melhor a investigação e o desenvolvimento, bem como a demonstração e a implantação desse domínio. Para a energia nuclear de fusão, a UE é um membro fundador e o principal parceiro financeiro do ITER, um projeto internacional de investigação e engenharia em matéria de fusão nuclear, que se encontra atualmente a construir o maior reator experimental de fusão do mundo em Cadarache, em França. Pela Decisão do Conselho 2007/198/EURATOM, a fim de promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico no domínio da fusão, os membros do projeto ITER são a EURATOM (representada pela Comissão), os Estados-Membros e a colaboração com alguns países terceiros e organizações internacionais que celebraram acordos de cooperação com a EURATOM.

Também de acordo com *site* do Parlamento Europeu, os programas estabelecem condições relativas à transparência e à informação disponibilizada aos funcionários e ao público em geral relativamente às suas atividades e segurança nuclear das instalações (Parlamento Europeu, s.d).

#### Capítulo 4. Sociedade e Ambiente: do medo às previsões tecnológicas

O que deu origem aos medos da sociedade sobre a energia nuclear, mais do que qualquer outra coisa, foram os acidentes de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011). O desastre de Fukushima em particular mudou os mitos de baixo risco dos reatores de energia, aumentando a preocupação com a invisibilidade de um componente letal, a radiação nuclear. Na época, esses reatores trouxeram substancialmente uma dúvida que até então não era previsível, a segurança e proteção da sociedade e o descarte dos resíduos radioativos.

Quando se pergunta a uma pessoa qual a sua opinião sobre a energia nuclear, é provável que ela responda que entende pouco, mas que já ouviu falar sobre os acidentes, e que considera como algo negativo ou um risco para a sociedade. Também se associa muito às bombas nucleares da Segunda Guerra Mundial e as formas de armamento, remetendo sempre para a ideia de guerra, militarismo, perigo e medo.

Esse receio que a sociedade tem, ao falar da energia nuclear, está sobretudo associado a Chernobyl, e mais recente ainda Fukushima, onde as pessoas não apenas puderam ter mais conhecimento sobre como funciona uma central nuclear como também todos os riscos. Muitas das ações tomadas internamente pelas centrais, eram escondidas da *media* e dos jornais. O acidente em Chernobyl, inclusive, só tivera suas notícias divulgadas e alertas de evacuação dias após o incidente. Um dos maiores problemas que houve, e que perduram até hoje, é o fato de que o acidente em Chernobyl foi criado pelo sistema. Sistema esse não só computacional, mas do cumprimento de regras e procedimentos de testes e segurança dos reatores. Esses erros levaram a outros problemas maiores, entre as decisões de defender o regime (soviético da época) ou defender a verdade. A União Soviética era um regime que supostamente não admitia esses erros. Esse sistema perfeito não aceitava falhas nem nada que ameaçasse a imagem do sistema.

Com toda a evacuação e a delimitação da zona de exclusão, muitos se recusaram a abandonar suas casas, terrenos e animais. O questionamento do que leva as pessoas, em um estado de emergência e risco de morte, a não saírem de seus lares ou não

acreditarem nas autoridades locais, faz-nos refletir. No que essas pessoas acreditavam? “E quando o culpado é invisível, inodoro, insípido - em outras palavras, além do alcance da percepção - que a angústia é ampliada ainda mais. Até de pronunciar a palavra sentimos medo”, afirmou Etienne Klein, física da Comissão de Energia Atômica da França e professora de Filosofia da Escola Central de Paris (O Globo, 2011). O comportamento humano, muitas vezes, é dependente daquilo que se vê. E a verdade, cada um tem a sua. Para quem vê as imagens da devastação que uma catástrofe nuclear poderá fazer, tem necessariamente uma opinião negativa, reforçada pelos trágicos acidentes já ocorridos. Para as pessoas, que viveram todo aquele desastre de perto, as lembranças assolam seus pensamentos, mas muitas ainda vivem nas proximidades.



Fonte: <https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2019/06/20/serie-chernobyl-divide-opinioes-de-sobreviventes-do-desastre.ghtml>

Figura 3. Imagem do reator 4 da central nuclear de Chernobyl, em 1986, momentos após o incidente.



Fonte: <https://inchiostro.unipv.it>.

Figuras 4 A, B e C. Imagens de trabalhadores arriscando suas vidas para remover os blocos radioativos do telhado do reator, e descontaminando os veículos atingidos pelas cinzas radioativas.



Fonte: <https://www.indiawrites.org/tag/chernobyl-disaster/>

Figura 5. Após 30 anos, reator 4 da central nuclear de Chernobyl recebe estrutura de proteção e isolamento radioativo, chamado de sarcófago.



Fonte: <https://www.buzzfeed.com/br/crystalro/21-fatos-assustadores-sobre-chernobyl?origin=btm-fd>  
Viktor Drachev / AFP / Getty Images

Figura 6. Famílias que ainda vivem nas zonas ilegais de Pripjat, cidade vizinha a Chernobyl.



Fonte: [https://www.bbc.com/portuguese/internacional/2016/04/160426\\_vert\\_cul\\_chernobyl\\_sobreviventes\\_ml](https://www.bbc.com/portuguese/internacional/2016/04/160426_vert_cul_chernobyl_sobreviventes_ml)  
Andrej Kremetschouk / Livro: Chernobyl Zone II

Figura 7. Residente em zona ilegal, próximo ao local do acidente de Chernobyl.

Em um trecho da entrevista feita por Svetlana Alexievich, à Liudmila Ignatenko, mulher de um dos primeiros bombeiros a entrar no reator em chamas de Chernobyl, o falecido Vassíli Ignatenko, relata:

“Há muitos de nós aqui. Uma rua inteira, chamam-na assim mesmo: *Chernóbylskaia*. Estas pessoas trabalharam toda a vida na central. Muitas delas ainda vão para lá trabalhar, a central agora opera num sistema rotativo. Já ninguém vive naquele lugar, nunca vai viver. Têm doenças graves, diferentes graus de invalidez, mas não largam os empregos, têm medo sequer de pensar nisso. Não têm como viver sem o reator, a sua vida é o reator. Onde e quem precisará deles noutra lugar, agora? Morrem com frequência. Num instante. Morrem a andar: alguém caminha e cai, adormece e não acorda, leva flores a sua enfermeira e o coração para-lhe. Está numa paragem de autocarro... As pessoas morrem, mas ninguém realmente lhes perguntou nada. Ninguém nos perguntou pelo que passamos. O que vimos... Ninguém quer ouvir falar de morte. Do que é assustador... Mas eu falei-lhe do amor.... Do quanto amei...”.

(Alexievich, 2019 p. 43)

Os cientistas defenderam a verdade. Ninguém pode saber mais do que as pessoas que passam a vida a descobrir verdades. O conhecimento é o melhor instrumento que temos. A cada ano, mais depoimentos e declarações sobre os factos surgem. Eles estudam e desenvolvem a energia nuclear como uma possível solução para frear o aquecimento global. Dessa vez, com uma maior certeza das possíveis consequências. Porém, o sensacionalismo muitas vezes traz, a deturpação de notícias num tipo de viés editorial quase sempre exagerado e deturpado. Daí o medo pré conceitual e defensivo sobre muitos assuntos assumidos pela sociedade.

Aos 33 anos, após o acidente, muitas das *fake news*<sup>13</sup> ainda são publicadas. Os motivos para criar essas informações divergentes, ou mesmo sem conhecimento, são

---

<sup>13</sup> *Fake News*: Na tradução para o português “notícias falsas”, significa toda forma de informações falsas publicadas nos meios de comunicação, principalmente nas redes sociais.

muitos. Em alguns casos utilizam disso para popularizar uma opinião pública, distorcer a imagem de pessoas conhecidas e amplificar casos, para fins de faturação comercial.

Entretanto, e de modo geral, no nuclear o medo faz poucas distinções entre armamento, armamento nuclear e centrais nucleares. Aqueles que se opõem às centrais nucleares mobilizam e incentivam esse medo. Já os que defendem, buscam dimensioná-lo com discussões técnicas sobre o assunto. Nas palavras de Leonam dos Santos Guimarães, diretor da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil), “[...] o medo, em geral, é uma faca de dois gumes: Quando mobilizado, ele pode ser muito poderoso, mas uma multidão amedrontada rapidamente se torna incontrollável, ou transfere o controle para um líder desequilibrado. O medo nuclear pode ser, portanto, especialmente problemático. A energia nuclear tem sido historicamente associada tanto a um medo apocalíptico como a uma esperança salvadora. O medo das tecnologias nucleares tem dois lados, pode tanto ser mobilizado para reduzir os inerentes riscos como também pode deformar a percepção desses riscos” (Guimarães, 2016).

Atualmente os países da UE e Estados Unidos da América estão a desenvolver suas tecnologias com vista a um maior controle e segurança das centrais nucleares. As considerações em reatores baseados na fissão nuclear, os utilizados nas atuais centrais em funcionamento, estão sendo repensadas. A propósito, os acidentes nucleares trouxeram uma resiliência e com isso estão sendo desenvolvidos estudos de fusão nuclear. Este processo, de fonte de energia segura, com matéria-prima abundante encontrada na água dos oceanos (deutério) e em minerais/argilas após ativação em laboratório (trítio) e uma baixa carga de resíduos radioativos, uma vez que o subproduto da fusão nuclear é o gás hélio (não tóxico, utilizado para insuflar balões). Esse apelo se dá por várias razões. Para uma massa igual, os cálculos indicam que a fusão libertaria quase quatro milhões de vezes mais energia do que a queima de combustíveis fósseis e quatro vezes mais do que as reações de fissão nuclear (Haider, 2019). Além disso, as quantidades de matéria-prima utilizadas para esse processo são muito menores que as quantidades atuais. Para fusão, 150kg de deutério e três toneladas de lítio por ano, já reatores de fissão consomem em média 25 a 30 toneladas de urânio. Uma central

elétrica a carvão semelhante usa cerca de três milhões de toneladas de combustível. Claramente, o reator de fusão será mais produtivo e provocará menos resíduos.

No entanto, o altíssimo custo de pesquisa e do hardware limitam a maior parte do trabalho a consórcios multinacionais. O projeto do Reator Termonuclear Experimental Internacional (ITER), lançado em 2006, sofreu atrasos técnicos, tomadas de decisões e custos que subiram de uma estimativa inicial de cinco mil milhões de euros para cerca de 20 mil milhões de euros. Apesar do ritmo lento, a construção do projeto atingiu o ponto médio no ano passado (2018). É um marco importante para a aplicação de vários mil milhões de euros, cujo objetivo é começar a gerar energia em uma base experimental até 2025, embora a tecnologia para produzir eletricidade comercialmente esteja provavelmente a muitas décadas de distância, segundo o autor do artigo *Fusão: uma opção nuclear mais segura* (do inglês "*Fusion: a safer nuclear option*"), o professor e físico Quamrul Haider, da Universidade de Fordham – *New York* (Haider, 2019).

De acordo com Haider:

“Uma vez que os reatores de fusão se desenvolvam com eficiência, eles seriam um divisor de águas, no sentido de que haverá uma possível mudança de paradigma no *mix* de energia global, estabelecendo assim a base para uma revolução de energias mais limpas. Como fonte de energia não perigosa e livre de carbono, não produzindo resíduos radioativos de vida longa, a fusão acabará por tornar obsoletas as centrais de energia movidas a combustíveis fósseis e instalações nucleares baseadas em urânio e na fissão. Mais importante, se quisermos manter as luzes acesas e as engrenagens das indústrias funcionando enquanto dificilmente produzem gases de efeito estufa, a fusão nuclear forneceria energia sustentável em uma escala quase ilimitada. Finalmente, de acordo com pesquisadores da Universidade de Columbia, em Nova York, a fim de evitar efeitos desastrosos da mudança climática, temos que reduzir as emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 6% ao ano. Eles argumentam que é difícil ver como poderíamos conseguir isso sem nuclear”.

(Haider, 2019)

Para as alterações climáticas, o setor da eletricidade é o setor que mais emite CO<sub>2</sub> pelo homem, porém também é o setor que melhor se pode ser descarbonizado, isso porque o desenvolvimento de tecnologias de energias mais limpas está sempre a crescer. Mesmo as energias renováveis representando menos emissões de gases do efeito estufa que os combustíveis fósseis, o nuclear desempenha ainda mais energia com menores emissões que a energia eólica e a solar, tornando-se uma parte indispensável da solução para as mudanças climáticas (World Nuclear Association, 2016).

Portugal por exemplo, enquanto país exportador de minerais de urânio, investiu significativamente no desenvolvimento de uma capacidade nacional em pesquisa nuclear, mas nunca desenvolveu uma infraestrutura de energia nuclear endógena. Em meados de 1970 havia como projeto a primeira central nuclear do país que teria sua construção em Ferrel, uma pequena vila de pescadores localizada a 100km a norte de Lisboa, mas em 1974 um golpe de Estado concedeu uma instabilidade política de troca de regimes (ditatorial para reformista e progressista), antes da construção (Santos Pereira, et al., 2017). Outro grande facto foi a construção e a atual/prolongada operação da Central Nuclear de Almaraz, maior central nuclear da Espanha localizada a 100km da fronteira com Portugal. Essa preocupação é ainda pertinente à Portugal pois a central é refrigerada por um dos seus maiores rios, o Tejo. Assim, e como exemplo, no último ano, o presidente da Comissão Parlamentar do Ambiente, Pedro Soares, frisou:

“Se nós temos uma preocupação com a poluição do rio Tejo, sobre a descarga de material orgânico, agora imagine o que é haver um acidente nuclear. É uma devastação completa, todo o sistema ecológico fica em causa, as comunidades humanas, a agricultura, tudo”

(Soares, 2019)

Mas porque razão as populações de Portugal se manifestam tanto contra o nuclear, e em França ou Espanha, por exemplo, não se veem movimentos tão fortes? O que levará às diferenças entre os níveis de preocupação?

Mesmo assim, Portugal continua a desenvolver estudos relacionados principalmente com o TOKAMAK do projeto EURATOM. Atualmente o IPNF (Instituto de

Plasma e Fusão Nuclear) do Instituto Superior Técnico é o responsável pela parte “nuclear” em Portugal. E com isso, nota-se que não devemos generalizar.

Em resumo, “a transição energética não pode ser compreendida sem se perceber a importância da energia para o combate às alterações climáticas, como problema e como parte da solução” (Vasconcelos, 2019 p. 39). Primeiramente é importante compreender que parte da solução está no próprio problema, mas também que o problema deve ser tratado com cautela, analisando todas as suas perspectivas e procurando um equilíbrio do melhor resultado para todos.

## Capítulo 5. Resultados

Neste estudo foi possível obter alguns resultados que puderam esclarecer as perguntas iniciais da pesquisa. Que potencialidades tem a energia nuclear no contexto europeu? E o que poderá levar um país a explorar ou não esse recurso no seu território? Durante a fase inicial dessa dissertação, planeou-se como metodologia, realizar entrevistas a especialistas nas quatro principais áreas desse estudo (economia, política, sociedade e ambiente). As perguntas serviram para melhor compreender as diversas opiniões pessoais relacionadas à energia nuclear na UE. O intuito era perceber, em um caráter reflexivo, o que leva os países a explorarem ou não os recursos nucleares para a produção de energia. Com as entrevistas seria possível identificar aspetos ou percepções que só quem está envolvido nestas áreas pode ter.

Não foi possível fazer o que estava inicialmente previsto. Profissionais que se comprometeram em contribuir com a sua opinião pessoal, para a etapa conclusiva deste tema, não responderam, mesmo quando contactados numa segunda e terceira vez.

Outros caminhos tiveram que ser tomados. Como autor desta dissertação, e por possuir conhecimentos na área da engenharia ambiental, procurou-se encontrar uma solução onde se pudesse associar a lógica matemática, o raciocínio das ciências exatas e a experiência na engenharia, com a dissertação em decurso. Foi, de certo modo, uma alternativa para a resolução do trabalho e também uma forma de unificação das áreas de interesse do autor. Nesta dissertação, ao invés de se pretender chegar a conclusões partiu-se desde o início com o propósito de refletir sobre os temas em análise com base na informação que foi possível reunir. Daí resultaram três subcapítulos: o da opinião dos especialistas, o da equação sobre a aceitação da energia nuclear e um outro sobre os cenários para a UE.

## 5.1 Opinião dos especialistas

Aquando da elaboração da proposta deste trabalho, entrou-se em contato com diversos especialistas que poderiam ajudar a compreender melhor os assuntos a analisar e a relatar as suas opiniões sobre o futuro dos países da União Europeia em relação à energia nuclear. Nesta fase inicial contactaram-se Cesare Marchetti (Físico Nuclear italiano), Bruno Soares Gonçalves (Presidente do Instituto de Plasma e Fusão Nuclear (IPFN) do Instituto Superior Técnico de Lisboa - IST), Ana Delicado (Socióloga com participação no projeto Portugal Nuclear -2010 a 2012), Luísa Schmidt (Socióloga da *media* e divulgadora de ciência muito associada aos *media*), Gerson Ludwig (Engenheiro brasileiro da Física de Plasmas e Fusão Nuclear), Michael Shellenberger (Autor americano, especialista em Políticas Ambientais) e Ana Quelhas (Diretora de Planeamento Energético da EDP- Portugal).

Os contactos foram efectuados via *e-mail* ou visita presencial agendada para os quais se disponibilizaram, em data a combinar, que pudessem dar as suas contribuições para a pesquisa. Dos contactos efectuados posteriormente para a realização de entrevistas foi possível realizar entrevista a apenas um especialista. Em alternativa optou-se por recolher informações de especialistas expressas em obras ou artigos científicos.

### 5.1.1 Gerson Ludwig

De acordo com a opinião do Dr. Engenheiro Gerson Otto Ludwig<sup>14</sup>, especialista no desenvolvimento da física dos plasmas e tecnologia de fusão nuclear, em resposta

---

<sup>14</sup> Gerson Otto Ludwig: Engenheiro com doutorado em *Applied and Engineering Physics* pela *Cornell University* (1975), pós-doutorado pelo *Laboratory of Plasma Studies* também pela *Cornell University* (1976) – em Nova York (EUA) e pós-doutorado pelo *Princeton Plasma Physics Laboratory* (1994), assistente de pesquisas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – no Brasil, onde foi responsável pela implantação do Laboratório Associado de Plasma e suas Linhas de Pesquisa e Desenvolvimento em Física dos Plasmas, Tecnologia de Plasma e Plasmas de Fusão.

ao questionário aplicado no Anexo 5 via *e-mail*, o futuro energético do mundo depende da energia nuclear. Ele cita que:

“Se pensarmos numa população mundial de 10 mil milhões de pessoas querendo atingir as condições de vida dos países desenvolvidos, não há outra alternativa. Se as pessoas optassem por um modo de vida mais simples, quase bucólico, as necessidades energéticas seriam possivelmente atendidas utilizando principalmente a energia solar (hidráulica, eólica, biomassa, marés etc. em menor escala). Também seria necessário abdicar das fontes de energia fóssil, que, além de poluentes, tem estoque limitado. Porém, o consumo de energia teria que ser substancialmente reduzido”.

(Ludwig, 2019)

Mais que isso, e grande parte do seu trabalho, é dedicado às pesquisas no projeto internacional do reator ITER, ainda em fase de construção, mas que deverá entrar em operação em 2025. Afirma que “Este reator não utilizará mais do processo de fissão nuclear como todos os reatores construídos até hoje, sendo essa a geração de energia nuclear a mais simples.”

Ele ressalta que, os reatores nucleares constituem uma fonte de energia limpa e sem emissão de carbono.

“Também poderiam constituir uma fonte sustentável de energia se utilizassem técnicas regenerativas, que maximizem a energia utilizável do urânio (matéria-prima para as centrais) e reduzam alguns dos resíduos de longa duração. Possivelmente o maior problema dos reatores a fissão consiste justamente no armazenamento dos resíduos radioativos, que podem ser de relativamente curta duração (produtos da fissão com vida média de algumas centenas de anos) ou de longa duração (elementos transurânicos com vida média de centenas de milhares de anos). Outro problema é a questão da segurança contra acidentes ou falhas dos reatores, que podem levar a grandes desastres nucleares, como referidos Chernobyl e Fukushima. Os reatores modernos apresentam desenhos cada vez mais elaborados, de modo a garantir a segurança. Porém, isto tem elevado os

custos das plantas energéticas a níveis não competitivos, eventualmente levando a um declínio na construção de novas centrais nucleares. A diversidade de desenhos, o conflito de interesses (entre empresas e governos) e a falta de uma regulamentação mundial efetiva no projeto de reatores também tem sido uma questão a dificultar a construção de novas centrais nucleares (a indústria aeronáutica, por exemplo, segue normas e padrões relativamente bem estabelecidos, embora também sujeitos a conflitos e competições). Se levarmos em conta as diferentes necessidades energéticas de países em desenvolvimento (com regulamentações ainda mais precárias) e a opinião pública muitas vezes desinformada (e mais atuante nos países desenvolvidos), podemos ter uma ideia de como este problema é politicamente tratado de forma distinta no mundo. Além disso, as fontes de energia fóssil ainda apresentam um custo baixo de geração de energia, envolvem grupos econômicos poderosos e políticos que não se preocupam com os estragos causados pela poluição. De certa forma é uma pena que o desenvolvimento tecnológico pleno da energia por fissão nuclear não tenha recebido o devido tratamento nos últimos tempos”.

(Ludwig, 2019)

Também nesta entrevista, Gerson dá ênfase aos estudos da fusão nuclear, afirmando que esta fonte constitui a grande esperança de resolver a questão energética de forma definitiva, na UE e no mundo.

“É preciso lembrar que todas as energias disponíveis no mundo provêm de reações de fusão no núcleo do Sol (e das estrelas em geral, pois os elementos mais pesados utilizados nos reatores de fissão provêm da explosão de supernovas). A energia fotovoltaica é uma utilização direta da radiação solar, bem como a fotossíntese. Aí vem o aspeto mais interessante, pois a energia fóssil (carvão, petróleo, gás) provêm do decaimento de plantas e animais que existiram por causa do Sol. A biomassa é mais um exemplo de como a fotossíntese produzida pela radiação solar é utilizada como fonte de energia. Nós somos poeira das estrelas pois, como citei mais acima, todos os elementos mais pesados que o lítio são produzidos nas supernovas. O Big-

Bang só produziu hidrogênio, hélio e um pouco de lítio. A partir deste hidrogênio primordial as estrelas se formaram, envelheceram e contraíram tanto que deram lugar a todas as reações que produziram os demais elementos da tabela periódica, desencadeando explosões que espalharam estes elementos pelo universo (este processo de explosão de supernovas continua ocorrendo). Nosso sistema solar, e todo nosso mundo, formou-se a partir destes detritos espaciais. Bem, a partir desta digressão é fácil imaginar o atrativo que o domínio das reações de fusão tem como fonte de energia. O problema é que o Sol (e estrelas em geral) confinam o gás nas elevadas temperaturas necessárias para a fusão através da atração gravitacional. São necessárias enormes quantidades de matéria (do tamanho do Sol) para exercer um campo gravitacional capaz de conter a pressão das reações. Por outro lado, nestas temperaturas (mais de 100 milhões de graus) o gás está ionizado, no estado de plasma, e conduz correntes elétricas”.

(Ludwig, 2019)

É isso o mais difícil. Confinar a reação dentro do dispositivo com um material resistente àquelas grandes temperaturas e intensas correntes de radiações, mortais para a vida humana. Nos reatores de fissão, esse confinamento é rodeado por camadas de cimento e aço, criando um escudo espesso, além de chumbo. Mas muitos estudos estão tendendo a incorporar outros tipos de confinamento das reações dentro do dispositivo, o confinamento magnético.

“Assim, o plasma pode ser confinado por campos magnéticos. O confinamento magnético do plasma é a principal forma de controle das reações de fusão em laboratório, que tem sido pesquisado desde meados dos anos 50. Esta pesquisa teve que enfrentar inúmeros problemas teóricos e experimentais, ainda não completamente resolvidos, já que o plasma é sujeito a instabilidades que rompem o confinamento. Atualmente, o maior projeto em andamento (*idem* p.28, p.35), para obter o domínio da tecnologia de fusão nuclear na geração de energia elétrica é o ITER, deverá gerar cerca de 500MW. O reator ITER irá, possivelmente, resolver os

problemas tecnológicos remanescentes no controle da fusão. Um dos principais problemas é o desenvolvimento de materiais para as paredes dos reatores que resistam por tempo prolongado à elevada deposição de energia da fusão, bem como ao bombardeamento pelos nêutrons produzidos na fusão. Os intensos campos magnéticos necessários para o confinamento também seriam mais facilmente produzidos com o desenvolvimento atual dos supercondutores de alta temperatura. Se o projeto ITER for bem-sucedido (bem como vários outros projetos em desenvolvimento) abre-se uma perspectiva para a completa resolução do problema da energia por meio de uma fonte limpa, segura e sustentável. Certamente os governos não irão ignorar tal perspectiva, que irá confrontar a resistência dos grupos do petróleo, além de um longo caminho até o completo domínio tecnológico. Os grandes reatores de fusão poderão produzir energia para o sistema elétrico de distribuição, bem como hidrogénio que poderá ser utilizado no transporte autónomo. De uma certa forma as nações desenvolvidas, principalmente na Europa e alguns países asiáticos, já estão se preparando para esta grande transformação”.

(Ludwig, 2019)

Gerson conclui suas afirmações dizendo que muito ainda está por vir e a União Europeia é promissora nesses estudos e principalmente na parceria com outras nações que também já estão a desenvolver novos recursos investindo na pesquisa e na investigação.

### *5.1.2 Michael Shellenberger*

Michael Shellenberger, autor e pensador global sobre energia, tecnologia e ambiente, é um dos maiores nomes da atualidade. As suas ideias e opiniões sobre o nuclear fizeram com que houvesse interesse em uma possível entrevista. Por não ter sido possível realizar a desejada entrevista, optou-se por reunir informação já existente,

neste caso em *talks* (apresentações em conferências e congressos), para uma das principais emissoras, a TED<sup>15</sup>, e relata alguns pontos relevantes.

“Quando olhamos para os países que utilizam a energia nuclear, só uns poucos o fazem a um ritmo realmente consistente, face a crise climática. Assim a energia nuclear pode ser ótima, mas continua tendo um grande problema: as pessoas não gostam dela”.

(Shellenberger, 2016)

Acrescenta ainda que foi realizado um estudo a nível mundial (inquérito) que permitiu concluir que o nuclear é uma das fontes de energias menos populares. Até o petróleo é mais popular que a energia nuclear. Embora o nuclear ainda seja pouco mais popular que o carvão, as pessoas não têm medo do carvão assim como têm da energia nuclear.

As pessoas receiam principalmente: a segurança das centrais; aos resíduos; e a semelhança aos aspetos militares (associação com as armas nucleares).

Em muitos dos encontros com engenheiros e empresários no ramo dos investimentos e construção de centrais nucleares, aponta sua “pressa” para que os reatores mais modernos e as tecnologias acelerem esse processo. Porém relata que entende toda a dificuldade. Que os orçamentos não são baixos, e que devem haver muitos testes até que os reatores sejam comercializados com segurança e viabilidade.

Shellenberger faz uma grande reflexão, ele cita que:

“Na maior parte do mundo, em especial no mundo rico, não se fala em construir reatores novos. Fala-se é de fechar reatores, antes de acabado seu tempo de vida. A Alemanha está a pressionar seus vizinhos a também fazerem isso. Referi-me aos EUA. Podemos perder metade dos reatores nos

---

<sup>15</sup> TED: É uma série de conferências realizadas na Europa, na Ásia e nas Américas sobre determinados assuntos, pela fundação Sapling (EUA). O principal objetivo é a disseminação de ideias. TED representa o acrônimo das palavras Tecnologia, Entretenimento e *Design*. Entre alguns palestrantes estão: Bill Clinton (político dos EUA), Bill Gates (Diretor/empresário da Microsoft), os fundadores da Google entre outros ganhadores do Prêmio Nobel e influenciadores.

Fonte:[https://www.ted.com/talks/michael\\_shellenberger\\_why\\_i\\_changed\\_my\\_mind\\_about\\_nuclear\\_power](https://www.ted.com/talks/michael_shellenberger_why_i_changed_my_mind_about_nuclear_power)

próximos 15 anos, o que eliminará 40% das reduções de emissões que devíamos fazer segundo o Plano de Energia Limpa. Claro, no Japão desligaram todas as centrais nucleares, substituíram-nas por carvão, gás natural, queima de petróleo, e esperam ligar apenas um a dois terços”.

(Shellenberger, 2016)

Ele aborda também a questão de como mudou de opinião sobre o nuclear, e que todos deveríamos “pensar fora da caixa”.

“Eu comecei como um ativista antinuclear e me envolvi nas causas pro a energia renovável. No início deste século ajudei a criar um sindicato e uma aliança ambientalista chamada Apollo Alliance, e nós estipulamos o investimento em energia limpa: solar, eólica, carros elétricos [...]. Nesse processo, começamos a perceber alguns desafios. A energia solar e eólica geram eletricidade cerca de 10 a 30% do tempo, então dependemos do clima para essas energias. Também descobrimos outros problemas. Às vezes essas fontes geram mais energia do que o necessário. Até na Califórnia, onde há muito investimento, muitos no Vale do Silício estão investindo em tecnologia de armazenamento. Estamos tentando descobrir como gerir essas energias renováveis. Em 2005, quando estávamos lutando contra esse problema, Stewart Brand disse que deveríamos dar uma chance a energia nuclear. E isso foi um choque para o sistema. Stewart foi um dos primeiros a defender a energia solar. No fim dos anos 60 e início dos anos 70, ele aconselhou o governador da Califórnia, mas ele disse: “tentamos obter a energia solar a muito tempo”. E ele disse também que, “[...] apesar do que vocês acham, de acordo com o IPCC, a energia nuclear emite quatro vezes menos carbono do que a solar”, é por isso que eles sugeriram no último relatório que para alcançar a redução das emissões é necessário o uso intenso das energias renováveis, nuclear e captura e armazenamento de carbono”.

(Shellenberger, 2016)

E refere também o caso alemão:

“A Alemanha obtém a maior parte da sua eletricidade e dos combustíveis para os transportes, dos combustíveis fósseis. Só no setor elétrico, a Alemanha obteve 40% da sua eletricidade do carvão, 12% do gás natural, 13% do nuclear, 12% da energia eólica e cerca de 6% da energia solar, nos últimos anos [...]. Isso fez com que a Alemanha fizesse mais investimentos nas renováveis, mas esta é uma subida íngreme. No ano passado (2016) ela instalou 4% a mais de painéis solares, mas gerou 3% menos de eletricidade solar. Em reuniões com especialistas da área, eu pergunto às pessoas se elas sabem porque isso acontece, e muitos especialistas não fazem ideia. Talvez não tenha feito muito sol na Alemanha no ano passado – [risos]. Então isso significa que na Alemanha estava ventando mais? Como não está muito ensolarado, talvez haja mais vento, e essas duas coisas podem se equilibrar. Na verdade, a Alemanha instalou mais 11% de turbinas eólicas em 2016, mas conseguiu menos 2% de energia eólica. Aconteceu a mesma coisa, parece que também não ventou muito [...]”.

(Shellenberger, 2016).

E a reflexão que ele faz com isso é muito simples.

“A conclusão que geralmente as pessoas chegam é que a Alemanha deveria desenvolver mais a eólica e a solar para que nos anos em que não houver muito vento e sol, haja mais eletricidade proveniente dessas energias. Porém, o objetivo da Alemanha para 2020 é aumentar 50% sua eletricidade gerada a partir da energia solar. Se seguir o ritmo de 2016 só conseguirá chegar aos 9%, segundo os cálculos de Shellenberger, e isso acontece no país que mais explora energia solar do mundo. E quanto aos outros países?”.

(Shellenberger, 2016)

Ele acrescenta.

“A resposta é óbvia, - vamos colocar tudo em baterias. Fala-se muito sobre baterias e você talvez ache que temos armazenamento de sobra. Nossa equipe olhou os números da Califórnia. E descobrimos que temos 23

minutos de armazenamento de eletricidade do território. Para conseguir esses 23 minutos é necessário utilizar todas as baterias em todos os carros e caminhões do estado. Imagino que você saiba que, se quiser ir a algum lugar, isso não é muito prático. Na Alemanha pode ser um pouco diferente, mas não tanto assim. Muitas pessoas sabem que ao fazer a transição de energia para fontes renováveis, gasta-se muita eletricidade, e o preço da eletricidade, na Alemanha, por exemplo, aumentou 50% nos últimos dez anos. Hoje, a eletricidade deste país é quase duas vezes mais cara que em França. O interessante é que quando comparamos França e Alemanha, no setor elétrico, a França obtém 93% da sua eletricidade de fontes limpas, em sua maioria hidrelétrica e nuclear. A Alemanha só obtém metade, 46%. E o mais impressionante é que as emissões de carbono na Alemanha têm aumentado desde 2009. Elas aumentaram nas últimas duas décadas e talvez aumentem a cada ano”.

(Shellenberger, 2016)

Quando é referido a Alemanha, percebe-se também que nos anos de 1990, até 2009, houve uma pequena diminuição dos gases de efeito estufa. Isso porque, após a reunificação, a Alemanha desativou várias unidades de carvão, substituindo-as pelo gás natural, investindo em nuclear e nas renováveis. Porém, há três anos, começou a desativar as centrais de energia nuclear também, e ao fazer isso as emissões subiram novamente. E com isso o especialista também reflete o futuro:

“Se investirmos mais na energia solar e na eólica, isso não vai resolver o problema? E sobre o nuclear? O acidente de Chernobyl? E o de Fukushima? E o lixo nuclear? Uma das coisas que ouvimos falar é que consegue-se fazer um teto solar em pouco tempo. A solar, por exemplo, é rápida, em um dia se faz tudo. Enquanto demora cinco a dez anos para uma central nuclear. Mas isso foi estudado em um artigo para a revista *Science*, e um dos autores e cientista famoso James Hansen descobriu que ao combinar energia solar e eólica, consegue-se menos energia limpa do que usando a nuclear. E com tudo isso, bem, parece que vou ter que rever minhas atitudes sobre a nuclear [...]”.

(Shellenberger, 2016)

Nessa apresentação, ele fala muito mais sobre os acidentes nucleares da história. Ele traz números de estudos feitos nos hospitais que receberam as pessoas atingidas pelas radiações desses acidentes e também o relato de muitas autoridades locais.

### 5.1.3 Svetlana Aleksandrovna Aleksievitch

Autora do livro “Vozes de Chernobyl – história de um desastre nuclear” (Alexievich, 2019 p. 328p), Svetlana Alexievitch<sup>16</sup> retrata, através de entrevistas a pessoas que viveram e sobreviveram no cenário do pior acidente nuclear já acontecido na história, Chernobyl.

“Sou testemunha de Chernobyl... Do acontecimento principal do século XX apesar das terríveis guerras e revoluções pelas quais este século será recordado. Já passaram anos da catástrofe, mas pergunto-me ainda hoje de que é testemunho: do passado ou do futuro? É tão fácil cair na banalidade... A banalidade do horror... Mas eu vejo Chernobyl como o início de uma nova história, já que representa não só o conhecimento mas também o pré-conhecimento, por que o homem entrou em disputa com as antigas noções de si próprio e do mundo. Quando falamos sobre o passado ou sobre o futuro, as nossas palavras englobam as nossas noções do tempo, mas Chernobyl é antes de mais uma catástrofe do tempo. Os radionuclídeos espalhados pela nossa terra resistirão durante cinquenta, cem, duzentos, mil anos... Ou mais... Na ótica da vida humana, são eternos. O que somos capazes de entender? Estará ao nosso alcance captar e reconhecer um sentido neste horror ainda desconhecido para nós?”.

---

<sup>16</sup> Svetlana Aleksandrovna Aleksievitch, também grafado como Svetlana Alexandrovna Alexievitch é uma escritora e jornalista bielorrussa. Em 2005 recebeu o premio *National Book Critics Circle Award*, em 2013 o Prémio *Medics* ensaio e em 2015 o Prémio Nobel de Literatura. Autora de livros ‘A Guerra não tem rosto de mulher’, ‘Rapazes de Zinco’ e ‘As últimas testemunhas’, além de ‘Vozes de Chernobyl’, retrata suas obras como um “eterno diálogo entre executores e vítimas”, das crónicas soviéticas e pós-soviéticas e vivências desses cenários.

(Alexievich, 2019 p. 45)

Ela descreve em seu livro, como a própria editora diz, “uma escrita polifônica”, na qual exprime os sentimentos das vítimas que vivenciaram o desastre.

“A noite de 26 de abril de 1986... Numa só noite deslocámo-nos para um outro lugar da História. Demos um salto para uma nova realidade, e essa realidade ultrapassou não só o nosso conhecimento, mas também a nossa imaginação [...]. Naqueles dias ouvi mais de uma vez “não consigo encontrar palavras para descrever o que tenho visto e vivido”. Entre o momento em que o desastre aconteceu e o momento em que se começo a falar dele, houve uma pausa. Um momento de mudez”.

(Alexievich, 2019 p. 46)

Neste caso em específico, é difícil imaginar o quanto aquelas pessoas possam ter sofrido. Ela diz que as pessoas não sabiam se expressar sobre o que aconteceu. Não encontravam palavras para as sensações. Estavam todos em um modo recém traumático. No entanto faz uma referência reflexiva do medo, comparado as guerras.

“Talvez lidássemos melhor com a situação nuclear militar como a de Hiroshima, que era no fundo para o que nos preparávamos. Mas a catástrofe aconteceu numa instalação nuclear não militar, e nós, as pessoas do seu tempo, acreditávamos, como nos era ensinado, que as centrais nucleares soviéticas eram as mais seguras do mundo [...]. O nuclear militar é Hiroshima e Nagasaki, enquanto o nuclear civil é a lâmpada elétrica em cada casa. Ainda ninguém imaginava que o nuclear militar e o nuclear civil eram gêmeos. Cúmplices. Ficámos mais inteligentes, todo o mundo ficou mais inteligente, mas isso aconteceu depois de Chernobyl. Hoje os Bielorrussos, quais caixas negras vivas, gravam informações para o futuro. Para todos”.

(Alexievich, 2019 p. 48)

Neste pequeno trecho é feita uma relação entre o nuclear militar, que são os armamentos e as bombas atômicas, e o nuclear civil, utilizado para geração de energia (energia elétrica), e para isso cita que as duas formas são muito semelhantes. Afinal, nos

dias de hoje, essa semelhança ainda se mantém? Será que as duas, derivadas da mesma matéria-prima, podem ter as mesmas consequências perante as escolhas de seu uso? Svetlana acrescenta mais:

“Tudo o que sabemos sobre os horrores e medos tem mais que ver com a guerra. O *gulag*<sup>17</sup> estalinista e Auschwitz são as recentes aquisições do mal. A História sempre foi a História de guerras e chefes militares, e a guerra representou, por assim dizer, uma medida de horror. Por isso as pessoas confundem os conceitos de guerra e de catástrofes... Em Chernobyl parecem existir todos os sinais de guerra: muitos soldados, evacuação, habitações abandonadas. O curso da vida ficou perturbado. As informações sobre Chernobyl nos jornais consistem inteiramente de palavras militares: átomo, explosão, heróis... E isso dificulta a percepção do facto de que nos encontramos numa nova história... Acaba de ter início a história das catástrofes... Mas o homem não quer pensar nisso porque nunca se pôs a refletir sobre isso, ele esconde-se por detrás do que lhe é familiar. Por detrás do passado. Até os monumentos aos heróis de Chernobyl parecem militares”.

(Alexievich, 2019 p. 49)

A era das catástrofes está sendo marcada pelo homem em relação as mudanças climáticas. As catástrofes naturais estão acontecendo em um ritmo acelerado, e o principal motivador disso tudo somos nós. São elas: os *tsunamis*, as inundações, as cheias, as tempestades, as vagas de calor, os sismos... E de outros tipos que não deixam de ser causadas pela ação humana, como a fome, as guerras, a Gripe Espanhola, Ataque as Torres Gémeas, Chernobyl... E até a junção de catástrofes, no caso de Chernobyl duas explosões globais. Uma pelo colapso da União Soviética e a outra física com danos a toda sociedade humana, plantas, animais e ambiente.

---

<sup>17</sup> Gulag: campos de concentração de trabalhos forçados, para criminosos, políticos e cidadãos que se opusesse aos sistemas da União Soviética, entre 1930 e 1960.

A questão é se vamos deixar ainda que os riscos futuros se tornem novamente em catástrofes, de que caráter for, ou se vamos procurar soluções, prevenções, contenções e acabar com o mal que já causamos.

Svetlana fala dos monumentos aos heróis, e com isso refaz outra breve relação do século XX. Remete que o sarcófago (Figura 5) é a pirâmide do século, obra de mãos humanas. Heróis esses que não foram apenas homens, mas também a espécie animal. Foram os animais que sofreram tanto quanto o homem, e até mais.

“Na terra de Chernobyl sentimos pena do Homem. Ainda mais pena sentimos do animal... Não é um lapso de linhagem...Passo a explicar. O que restava na zona morta depois da partida das pessoas? Antigos cemitérios e biodepósitos, assim se chamam os cemitérios de animais. O Homem salvava-se apenas a si mesmo, traindo todos os restantes; depois da sua partida entravam na aldeia grupos de soldados ou caçadores e matavam os animais. Enquanto os cães corriam ao ouvir a voz humana... e os gatos... E os cavalos não conseguiam compreender nada... Mas eles – nem animais, nem aves – não têm culpa de nada, e a morte deles era silenciosa, o que era ainda mais horroroso. Outrora os índios no México e mesmo os habitantes da Rus’ pré-cristã pediam perdão aos animais e pássaros que deviam matar para se alimentar. No Antigo Egito, o animal tinha o direito de se queixar contra a pessoa. Num dos papiros que se preservou numa pirâmide, está escrito: “Não se encontrou nenhuma queixa do touro contra N.” Antes de partir para o reino dos mortos, o egípcio lia uma oração que continha essas palavras: “Não ofendi nenhuma criatura. Não privei nenhum animal nem de cereais nem de erva.” O que nos deu a experiência de Chernobyl? Será que nos fez ver este mundo silencioso e misterioso dos “outros”?”.

(Alexievich, 2019 p. 52)

Foi nestas poucas palavras que a reflexão se tornou importante, não só para Chernobyl em específico, mas todos os outros problemas atuais. Cabe a nós não só aprender com os erros, mas ter a capacidade de resiliência, dos riscos e das situações em que nós somos os causadores e os únicos que podemos lidar com elas.

## 5.2 Aceitação da Energia Nuclear

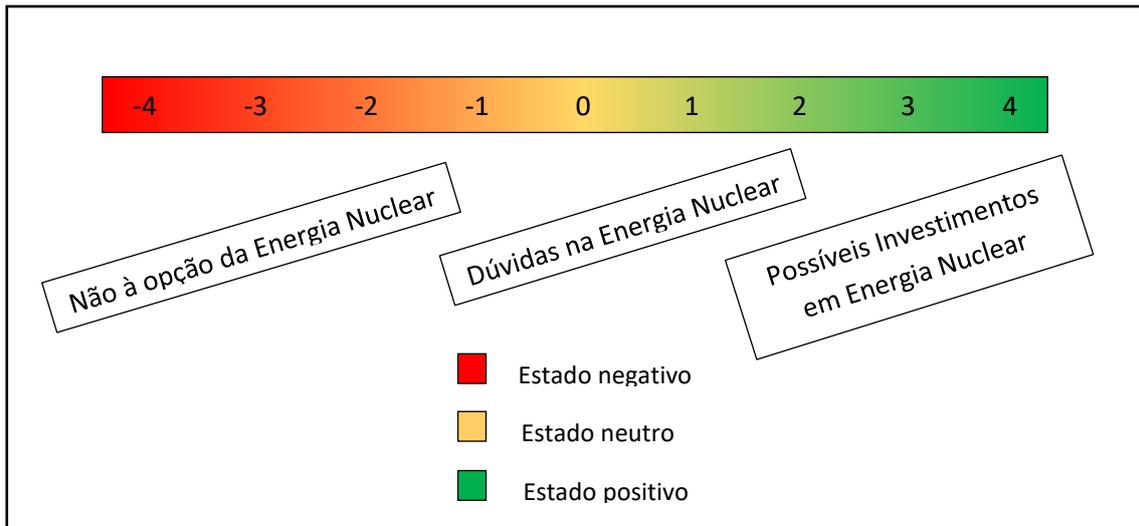
Para se procurar resposta às perguntas iniciais deste trabalho, também nos pareceu necessário criar uma equação que pudesse formular se a energia nuclear, em um determinado país poderá tender a regredir, a manter-se, ou a desenvolver-se. Para essa equação utilizaram-se quatro variantes dos principais tópicos abordados nos capítulos anteriores (decisões políticas, economia, ambiente e sociedade). Cada variante poderá assumir três tipos de valores: -1 (se a opinião é negativa), 0 (se a opinião é neutra) e 1 (se a opinião é positiva). Se o resultado dessa equação for negativo significa a abdicação da opção nuclear. Se for neutro significa que ainda poderá vir a ter centrais nucleares em um futuro, ou de alguma forma ainda estão indecisos sobre esta questão. Se for positivo significa a aposta e o investimento em novas centrais nucleares e infraestruturas.

A seguinte equação, foi determinada.

$$Opo + E + Opu + A = AEN$$

A aceitação da energia nuclear (*AEN*) em um determinado território, se dá pela soma das variantes de Opinião política (*Opo*); Economia (*E*); Opinião Pública (*Opu*) e Ambiente (*A*).

Sendo o resultado de intensidade medida na escala da Figura 8, o valor resultante -4, -3, -2, -1 significaria uma aceitação pouco provável, em escala, da energia nuclear, ou seja, a opção de não tê-la naquele território. O resultado negativo advém da soma dos fatores, que possuem em seus estudos, valores relativamente negativos a aceitação da energia nuclear. Ao contrário dos valores positivos, como 1, 2, 3 e 4, que representariam a aceitação da energia nuclear. Lembrando que esses fatores, nessa fase de equação, não estão correlacionados. E o zero, significa que o território ainda não possui opinião efetiva sobre o assunto, não é prioridade como decisão de seu território ou então pretenderá resolver essas questões, como energia nuclear, em outra hora.



Elaborada pelo autor

Figura 8. Escala de medição de aceitação da energia nuclear, onde o -4 representa a opção mais negativa e o 4 a opção positiva.

Essa equação, ainda em estado inicial e requerendo uma análise mais profunda poderá aprofundar-se tendo em conta muitos outros aspetos como a intensidade de cada variante, a correlação entre os valores, o tempo, a industrialização e outras fontes de energia (renováveis e fósseis).

- A opinião política (Opo). Esta dependerá de fatores quase sempre relacionados com a economia (E), a opinião pública (Opu) e o ambiente (A). Outros fatores como o tipo de partido (de direita, de esquerda, etc.), a classificação política territorial (país “livre”, “não livre”, etc.), acordos entre Estados-Membros, comprometimento em metas climáticas/ambientais, avanços tecnológicos, estudos e expansão da pesquisa e investigação. E também o desenvolvimento ou não de armamento nuclear e enriquecimento de urânio.

- A economia (E). Esse fator poderá depender principalmente do tempo. Isso quer dizer que para saber se a economia, perante a aceitação da energia nuclear, é favorável ou não, haverá muita variação na escala temporal (um dia, um mês, um ano...) e isso precisará ser determinado. A economia também depende da opinião política (Opo), dos partidos políticos, do PIB, da densidade demográfica (taxas de natalidade e mortalidade), das análises de produção, distribuição e consumo de bens e serviços, da descarbonização da economia referente às indústrias, entre outros.

- A opinião pública (*Opu*). Este fator só poderá ser determinado a partir de estudos estatísticos e de probabilidade da população de determinada região, Estado, país ou território. Esses estudos envolvem também outras variantes, como a forma que a pesquisa foi feita (questionário, redes sociais, entrevistas), a época do ano (verão, inverno, férias escolares, início do ano...), faixa etária (população jovem, população velha), situação financeira e também posição profissional e social. A influência da *media* social também é importante ser determinado para essa equação.

- O ambiente (*A*). Este terá como relação principal outras fontes de energia já existentes, as renováveis (eólica, solar, hídrica, etc.) ou os combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural). Para esta variante serão necessárias ponderações a partir de outras equações. Outros fatores influenciam a aceitação da energia nuclear associada ao ambiente como a resiliência a factos históricos (aos acidentes nucleares e às radiações), às certificações energéticas, aos índices minerais (disponibilidade de urânio, deutério e trítio), aos estudos biológicos, geografia (topografia) e também à saúde e à proteção humana.

Esta equação foi testada para alguns Estados-Membros da União Europeia, a fim de se avaliar a potencialidade dos resultados estarem de acordo com a situação real. Neste teste, foram também avaliados os parâmetros de uma forma mais generalizada e leiga, de acordo com pesquisas realizadas nos principais meios de informação. A Tabela 3 apresenta o teste aplicado em alguns países. A escolha desses países se deu apenas para demonstrar alguns dos resultados possíveis para o futuro estudo aprofundado desta equação.

Tabela 3. Exemplo de aplicação do teste de validação da equação.

Estados-Membros da UE	<i>Opo</i>	<i>Ec</i>	<i>Opu</i>	<i>A</i>	<i>AEN</i>
Alemanha	-1	1	-1	0	-1
Eslováquia	1	1	1	1	4
Espanha	1	1	0	1	3
França	1	1	-1	1	2
Luxemburgo	-1	-1	0	-1	-3
Portugal	-1	-1	-1	-1	-4
Reino unido	1	1	0	0	2

Aos Estados-Membros que não se apresentam na tabela, entende-se que a aplicação do teste da equação (para esses) ainda não se foi feita por falta de informações. Aos resultados *AEN* presentes na tabela, esses podem ser validados de acordo com a escala colorimétrica da Figura 8.

Para a Alemanha, por exemplo, foi-se atribuído para a opinião política (*Opo*) o valor -1. Tal, deve-se ao facto de nos últimos anos a escolha do governo e de sua representante, a *chanceler* Angela Merkel, ser o fechamento de todas centrais nucleares alemãs nos próximos anos. Essa posição do partido equilibra-se com a economia (*E*), dado valor 1, por estar investindo mais no setor da indústria automobilística, apostando na tecnologia a diesel para a redução das emissões de gases do efeito estufa. No ambiente (*A*) em receber um valor neutro, zero, já que para 2020 não cumprirá os objetivos com o acordo climático por ainda depender do carvão, mas até 2050 pretende reiterar as energias renováveis em aproximadamente 80% da sua produção. A opinião pública (*Opu*), recebeu o valor de -1, pois quando se possui um candidato representante do governo em que o povo aceita a maioria das decisões e a decisão do não-nuclear aparentemente entende-se como aceita pela população, receberá o valor de -1 para a aceitação da energia nuclear no território alemão. Resultado esse entre o estado neutro e o da opção para o não-nuclear. Há um pequeno desvio para o não-nuclear, porém ainda existe um equilíbrio e dúvidas nas centrais existentes para os próximos anos.

A Eslováquia apresenta todos os parâmetros positivos, pois o investimento na infraestrutura e tecnologia na construção de novas centrais remete que todos os valores estejam a favor disso. Já para Portugal, todos os valores encontram-se contra o nuclear. O país possui em seu governo um representante e um partido que não tem como prioridade investir nesse tipo de energia, uma vez que sua energia elétrica é basicamente vinda de fontes renováveis (eólica, solar e hidrelétrica). Consequentemente a opinião pública (*Opu*) aceita e concorda com este fato, encontrando na economia um ponto estável sem a necessidade de aceitação da energia nuclear no seu território.

É importante ressaltar novamente que esta equação se apresenta, ainda, num estado inicial, e que se pretende melhorar os estudos relativos à sua real aplicação, sendo passível imprecisões e desvios neste momento. Porém, busca-se nela, o aprimoramento e o incentivo para em próximos estudos.

### 5.3 Cenários

“Cenários não são previsões. Apesar de equipas de planeamento poderem verificar a concretização de alguns elementos dos seus cenários, de acordo com os especialistas da matéria, raramente os cenários se desenrolam tal e qual como foram pensados” (Friend, 2009 p. 260). Mas, também, não é esse o intuito. Segundo Gil Friend “os cenários são ferramentas que permitem alargar o raciocínio sobre possíveis futuros, diversificar planos de contingência e apurar os sentidos para reconhecer qual o futuro que se poderá desenrolar” (Friend, 2009 p. 260). Incertezas do meio envolvente como sejam as alterações climáticas, os preços da energia, novos regulamentos, aumento da população e alterações na procura dos consumidores contribuem para uma arena particularmente imprevisível. É o que destaca o livro – O segredo das empresas sustentáveis.

Muita informação da comunicação social pode estar relacionada para a prospeção de cenários nesta temática, desde pronunciamentos políticos, bases da economia e opinião pública, como também o desenvolvimento de novas tecnologias e progressão/regressão das energias. Muitas das notícias emitidas por jornais, televisões e redes sociais contribuem para que as perspetivas sejam melhor alinhadas à realidade.

Sexta-feira, 23 Agosto 2019  
Porto 20° ☾ 26° 17° The Weather Channel

**tvi24**

INÍCIO NOTÍCIAS VÍDEOS FOTOS DIRETO GUIA TV DOSSIERS

Últimas Opinião Sociedade Política Economia Internacional Desporto Motores Tecnologia

Investigações Alexandra Borges Investigações Ana Leal Deus e o Diabo G

## França vai fechar 14 reatores nucleares até 2035

Quatro a seis dos reatores serão encerrados até 2030, além dos dois da central de Fessenheim que deverão fechar “no verão de 2020”

O governo francês vai fechar 14 dos 58 reatores nucleares até 2035 e vai aumentar o apoio ao desenvolvimento das energias renováveis, anunciou esta terça-feira o presidente Emmanuel Macron, apresentando as grandes linhas da Programação Plurianual de Energia (PPE).	No discurso sobre a transição energética, no Eliseu, o chefe de Estado francês indicou que o país não vai decidir para já sobre a construção de mais reatores nucleares de nova geração EPR (reator pressurizado europeu) e esperará pelo menos até 2021.
Quatro a seis dos reatores serão encerrados até 2030, além dos dois da central de Fessenheim “no verão de 2020”, disse.	

Fonte: <https://tvi24.iol.pt/internacional/central-nuclear/franca-vai-fechar-14-reatores-nucleares-ate-2035>

Figura 9. Anúncio em *site* de canal de notícias português (TVI24). Acesso no dia 23 de agosto de 2019.

OLVIR RÁDIO OBSERVADOR



Cerca de duzentos ambientalistas portugueses e espanhóis formaram um cordão humano para exigir aos governos de Portugal e Espanha o encerramento da central nuclear de Almaraz.

**ENERGIA NUCLEAR**  
**Movimento ibérico pede fecho de centrais nucleares**  
 ↗ 432  
 Mais de 50 organizações de Portugal e Espanha juntaram-se num movimento que exige o encerramento das centrais ibéricas espanholas, a começar por Almaraz junto ao rio Tejo.





**AMBIENTE**  
**Almaraz autorizada a receber resíduos nucleares**  
 A central nuclear de Almaraz já recebeu autorização para por em funcionamento o armazém de resíduos nucleares, segundo o Movimento Ibérico Antinuclear, lamentando uma decisão que já esperava.

**ENERGIA NUCLEAR**  
**Ativistas juntos contra central de Almaraz**  
 Sensibilizar a opinião pública e os Governos de Portugal e Espanha para o "perigo da continuidade em funcionamento" da central nuclear de Almaraz junta em Nisa ativistas ambientais dos dois países.

**ENERGIA NUCLEAR**  
**Acordo em Almaraz para pedir renovação da licença**  
 Os proprietários da central nuclear chegaram a acordo para pedir a renovação da licença de exploração da fábrica até 2028, segundo fontes próximas. As empresas têm até dia 31 de março para o fazer.

**ENERGIA NUCLEAR**  
**Almaraz. Empresas reúnem para avaliar nova licença**  
 Os pedidos para a renovação das licenças de exploração desta central situada a cerca de cem quilómetros da fronteira com Portugal e de Vandellós, terão de ser submetidos até 31 de março.

Fonte: <https://observador.pt/2018/09/11/central-espanhola-de-almazar-autorizada-a-por-em-funcionamento-aterro-de-residuos-nucleares/>

Figura 10. Anúncio em site de jornal eletrónico português (Observador). Notícias a partir do dia 09 de novembro de 2018. Acesso no dia 23 de agosto de 2019.

lefigaro.fr **LE FIGARO**

IMPÔTS LOCAUX LES VILLES QUI AUGMENTENT LA PRESSION FISCALE... ET LES AUTRES PAGES 16 ET 18

ROCK LES INSUS RESSUSCITENT LA LÉGENDE DE TÉLÉPHONE PAGE 26

POLITIQUE Christian Jacob : «Au PS, c'est SOS Titanic» PAGES 1

TRAITE COMMERCIAL UE-USA La France toujours pas convaincue PAGES 7

ARABIE Un vaste plan de réformes face au prix bas du pétrole PAGES 11

**30 ans après Tchernobyl**  
**Quel avenir pour le nucléaire?**  
 Les pays occidentaux s'interrogent sur la place de l'atome, tandis que les grands émergents misent résolument sur cette énergie.

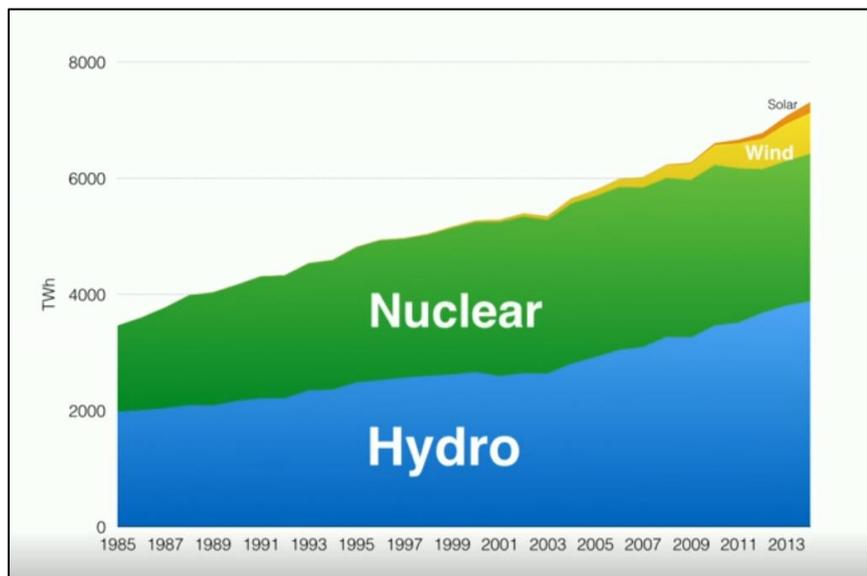
Fonte: <http://br.rfi.fr/europa/20160426-uso-da-energia-nuclear-divide-europa-1>

Figura 11. Jornal Francês *Le Figaro* divulga reflexão sobre o papel da energia nuclear no mundo, em 2016, 30 anos após o acidente Chernobyl.

Abaixo encontram-se alguns cenários determinados neste estudo:

A) Se a produção de energia por via nuclear diminuir.

Tomando como referência os estudos de Michael Shellenberger, no primeiro dado obtido ao estudar a história e o desenvolvimento das energias limpas, ao longo dos anos, nota que a eletricidade gerada por elas (hidroeletricidade, energia nuclear, energia eólica e energia solar) tem vindo a aumentar. Consegue-se gerar cada vez mais energia elétrica através dessas fontes. No gráfico abaixo está representado esse crescimento (Figura 12).



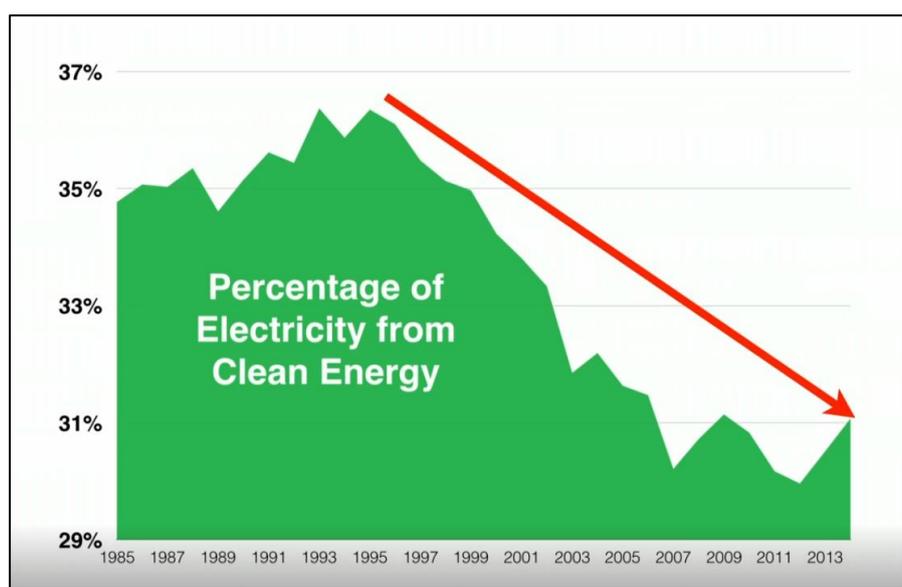
Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Através da talk – “How fear of nuclear power is hurting the environment”, emitido por Michael Shellenberger para a emissora TED (2016).

Figura 12. Eletricidade em Terawatt-hora (TWh) gerada a partir de fontes de energias limpas.

Porém, ao verificarmos a percentagem de eletricidade global produzida através dessas energias limpas, nota-se um decréscimo. E a verdade é que 36% de toda a energia elétrica produzida no mundo em 1995 eram provinha dessas fontes, percentagem essa que tem diminuído até 2013 para 31% (Figura 13). Michael Shellenberger demonstra que se nos preocupamos com as mudanças climáticas esse cenário terá que ser

completamente oposto. Aumentar a percentagem da nossa eletricidade produzida através de fontes de energias limpas e renováveis.

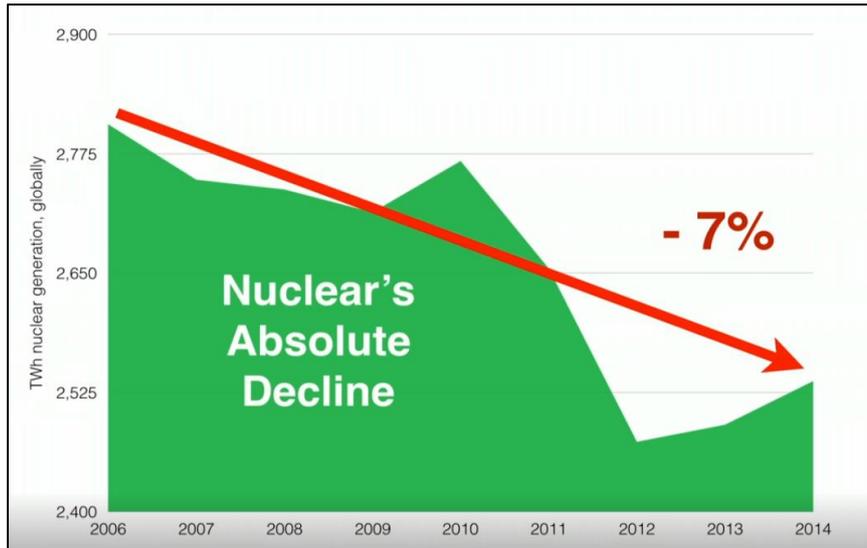
Cinco pontos percentuais da eletricidade mundial pode representar pouco, mas na realidade equivale a 60 centrais nucleares, do tamanho do *Diablo Canyon Power Plant*, na Califórnia, ou então a 900 parques solares do tamanho de Topaz, uma das maiores centrais fotovoltaicas do mundo, também na Califórnia (Shellenberger, 2016).



Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Através da talk – “How fear of nuclear power is hurting the environment”, emitido por Michael Shellenberger para a emissora TED (2016).

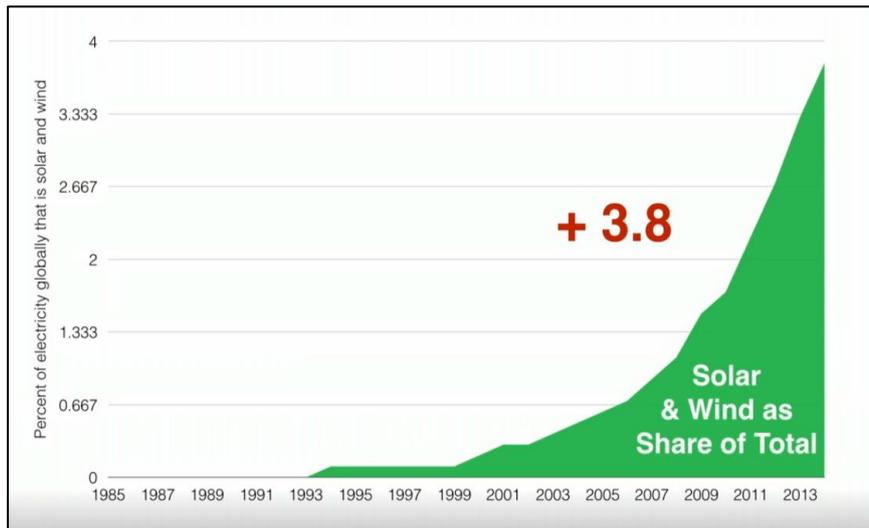
Figura 13. Eletricidade produzida através de fontes de energias limpas.

Isso aconteceu sobretudo porque o consumo dos combustíveis fósseis, até 2014, aumentou mais do que as energias limpas. Muitos países ainda dependem bastante da lenha e do carvão. Shellenberger relata também que a produção de energia nuclear tem vindo a diminuir em termos absolutos, e isso contribuiu para o declínio daqueles cinco pontos percentuais e 7% no período avaliado no gráfico da Figura 14. Ao contrário, a energia eólica e solar, têm vindo a aumentar, e isso já é um grande feito, porém em valores absolutos mal chegam a metade do decréscimo da energia nuclear (Figura 15).



Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Através da talk – “How fear of nuclear power is hurting the environment”, emitido por Michael Shellenberger para a emissora TED (2016).

Figura 14. Geração global de energia nuclear em Terawatt-hora (TWh) de 2006 a 2014.



Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Através da talk – “How fear of nuclear power is hurting the environment”, emitido por Michael Shellenberger para a emissora TED (2016).

Figura 15. Geração global de energia solar e eólica em percentual.

Entretanto, se o que vem acontecendo se mantiver, nos próximos anos, no primeiro cenário haverá:

a) Maior consumo de eletricidade será inevitável em consequência do aumento de população, da industrialização e das tecnologias.

b) Aumento das energias renováveis como a eólica e a solar, entre outras. Porém será um aumento consoante as necessidades de consumo. Para isso será necessário desenvolver melhores tecnologias.

c) Aumento do consumo de combustíveis fósseis para suprir as necessidades de consumo de energia elétrica, já que as energias renováveis, por si só não conseguirão, a assegurar esse possível aumento, a curto prazo.

d) Lenta redução das emissões de gases do efeito estufa, uma vez que as renováveis ainda continuarão a emitir (mesmo que a baixas emissões), e os combustíveis fósseis terão que atender cada vez mais as necessidades da população. Assim, as emissões de gases do efeito estufa irão se manter e continuarão a crescer.

e) Países que não possuem energia nuclear poderão depender muito mais da importação de energias, o que influenciaria muito na sua economia.

f) A economia continuaria instável, dependendo do tipo de país e das outras fontes de energia que esse país possui, para assim poder regularizar esse setor.

O primeiro exemplo é o caso da Alemanha. Desde 2000 apresenta um crescimento forte na produção de energia eólica e parte de sua energia provém de painéis solares, mas infelizmente ainda depende muito do carvão como fonte energética. Isso faz com que a Alemanha não consiga atingir em 2020 as metas climáticas de redução de 40% na emissão dos seus gases de efeito estufa. E também porque está a desacelerar a sua produção de energia nuclear. Não investe mais em construções de centrais nem prevê manter as que já possui. Embora as baterias e as formas de armazenamento tenham evoluído nas últimas décadas, ainda assim não é possível assegurar armazenamento de energia suficiente para as necessidades. Além de que sempre que carregamos uma bateria e depois a usamos, perdemos cerca de 20% a 40% da energia. Por isso que a perspectiva de um abastecimento feito somente pelas

energias renováveis, em quantidade satisfatória para o sistema de consumo elétrico, neste cenário, não será o suficiente. E não atenderá à diminuição das emissões de gases do efeito estufa.

Segundo exemplo é sobre as preocupações dos acordos assinados com o Irão, país que pretende, nos próximos anos, ultrapassar limites de enriquecimento de urânio. Esse tal enriquecimento aumentaria suas produções de energia nuclear, porém sabe-se que urânio enriquecido pode ser utilizado para armamento e não para produção de eletricidade. Os outros países do bloco (França, Reino Unido, Alemanha, Estados Unidos, China e Rússia), estão preocupados e esperam que a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) tome providencias, de controle e acompanhamento. Isso poderá fazer com que o controle seja mais acirrado entre todos outros países detentores da energia nuclear. O que de certa forma é necessário e justo.

B) Se a energia nuclear aumentar.

Bill Gates<sup>18</sup> está na China com engenheiros e mais de 40 empresas, para construir o primeiro reator nuclear alimentado com resíduos, que não derrete e é mais barato que o carvão. Com isso, Bill Gates escreveu este ano uma carta para os investidores e líderes americanos para que invistam na energia nuclear avançada, dizendo para “entrarem no jogo”. Segundo ele, “o Nuclear é ideal para lidar com a mudança climática, porque é a única fonte de energia escalável e livre de carbono disponível 24 horas por dia” (Gates, 2010).

Os Estados Unidos têm diminuído seus estudos em termos de pesquisa no nuclear ao longo das últimas décadas, e para recuperar a sua posição como líder global na energia nuclear novamente precisa “comprometer novos recursos, atualizar regulamentos e mostrar aos investidores que é sério”, escreveu Bill Gates. “Os Estados Unidos são especialmente adequados para criar esses avanços com seus cientistas, empreendedores e capital de investimento de classe mundial”, e acrescenta posteriormente que “o mundo precisa estar trabalhando em muitas soluções para deter as mudanças climáticas” (Cruz, 2019).

O empresário ressalta em estudos que o avanço de uma civilização é medido pelos avanços da energia, e que “se pudéssemos escolher algo para baixar o preço e reduzir a pobreza, com certeza escolheríamos a energia”. Para resolver um dos grandes problemas do mundo, em reduzir os gases de efeito estufa (principalmente o CO<sub>2</sub>), Bill Gates apresentou uma pequena equação para que a diminuição seja efetiva. Explica ele que: “A equação tem quatro fatores. Um pouco de multiplicação. Então, temos na esquerda, CO<sub>2</sub>, que queremos que seja zero, e isso será baseado no número de pessoas (P), na média dos serviços que cada pessoa utiliza (S), na média da energia para cada serviço (E) e o CO<sub>2</sub> emitido por unidade de energia (C). Pegando em cada um desses fatores podemos fazer isso chegar o resultado a zero. Provavelmente, um desses membros da equação terá que chegar a quase zero”.

---

<sup>18</sup> Bill Gates: Nome original William Henry Gates III, é um empresário, diretor executivo, investidor, filantropo e autor americano conhecido por ser um dos fundadores da empresa Microsoft, juntamente com Paul Allen. Microsoft é a maior e mais conhecida empresa de software do mundo. Nascido em 28 de outubro de 1955, Bill Gates é um dos pioneiros da revolução dos computadores e considerado um dos homens mais ricos do mundo.

$$\text{CO}_2 = P \times S \times E \times C$$

O resultado expresso como a quantidade de gases do efeito estufa (CO<sub>2</sub>) será uma multiplicação da população (P); dos serviços que cada pessoa utiliza (S); da eficiência de cada serviço (E) e do CO<sub>2</sub> emitido por cada unidade de energia.

O primeiro fator é a população. Hoje o mundo tem 7,7 mil milhões de pessoas e esta subindo cada vez mais esse número. Se continuar a ser feito esse excelente trabalho da medicina em novas vacinas, medicamentos e serviços de saúde em reprodução, pode-se baixar esse fator para 10 a 15 por cento, mas dificilmente esse fator será zero, a não ser que a taxa de aumento da população seja o seu equilíbrio perfeito entre natalidade e mortalidade a nível mundial.

O segundo fator, diz Bill Gates, são os serviços que usamos. Isso engloba tudo, a comida que comemos, roupas, TV, aquecimento. Essas coisas são muito boas, e se livrar da pobreza significa prover esses serviços para quase todo mundo no planeta. E é ótimo que esses números aumentem. No mundo rico, talvez possamos cortar pela metade e usar menos, mas a cada ano, esse número, em média, vai aumentar, e assim, no geral, isso irá dobrar ou mais os serviços entregues, por pessoa.

O terceiro fator é a eficiência (E), ou seja, é a energia para cada serviço. Aqui, finalmente temos boas notícias. Temos algo que não está aumentando, através de várias invenções e novos modos de produzir luz, diferentes tipos de automóveis, diferentes jeitos de construir prédios, etc. Há vários serviços que se pode diminuir substancialmente a energia usada e até alguns serviços individuais diminuir em 90 por cento. Há outros serviços, como o jeito de produzir fertilizantes ou transporte aéreo, onde as brechas para melhorias são bem, bem menores. “Então, no geral, se formos otimistas, nós podemos ter uma redução de um fator de três a até, talvez, um fator de seis. Mas para esses três primeiros fatores, nós fomos de 26 mil milhões para, no máximo, 13 mil milhões de toneladas, e isso não é suficiente” (Gates, 2010), de acordo com cálculos realizados por Bill Gates e sua equipe.

O último fator, o fator chave, é a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido por cada unidade de energia. Então a questão é se o podemos baixar para zero. “Se queirmos carvão, a resposta é não. Se queirmos gás, não. Quase todas as formas de produzir energia hoje, exceto pela renovável e pela nuclear, emitem CO<sub>2</sub>. Então, o que teremos que fazer em uma escala global é criar um sistema novo” (Gates, 2010). Sobre as energias renováveis, ele cita que, “o sol não brilha o dia inteiro, não brilha todos os dias, e, igualmente o vento não sopra o tempo todo. Então, se dependemos dessas fontes, teremos que arranjar um jeito de ter energia durante esses períodos de tempo em que essas não estão disponíveis” (Gates, 2010). De outra forma, ele refere-se a fontes de energia que possam completar as renováveis, ou então servir como transição energética, até se poderem encontrar soluções aos grandes desafios de custos, e mais ainda, desafios de transmissão, isto é, as perdas de energia no processo de exportação e importação, e os problemas do armazenamento.

Investimentos e estudos de Bill Gates já tem sido feito em termos de aproveitamento de resíduos de centrais nucleares para geração de energia. Esses estudos têm ganhado força não só por esse empresário como também empresas e outros países. Mas uma questão ainda está difícil de ser respondida: Quando iremos finalmente conseguir a fusão nuclear de uma forma “comercializável”?

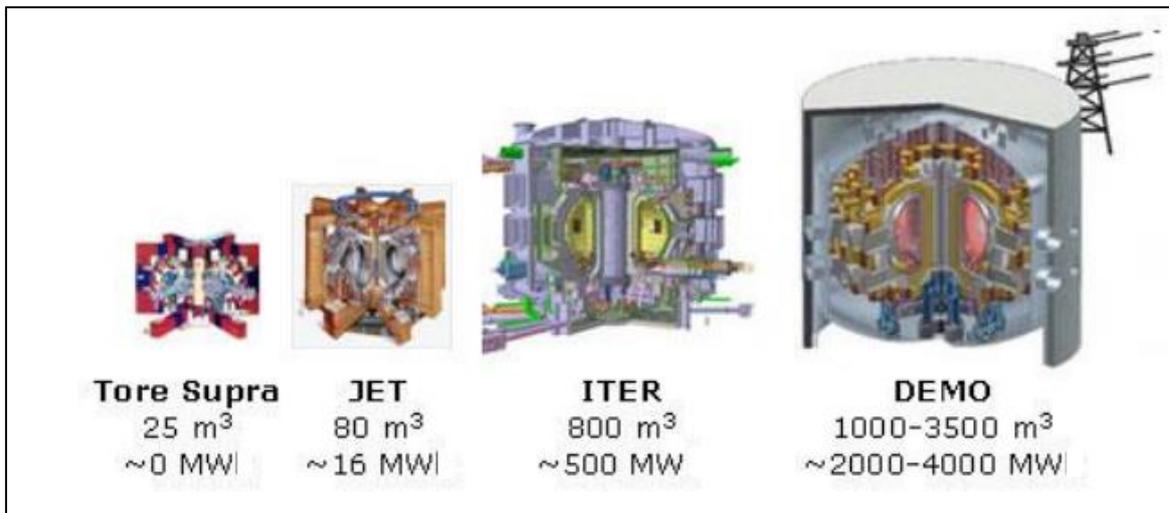
Steve Cowley<sup>19</sup> diz em debate, para a emissora TED, sobre a tecnologia da fusão nuclear que, muita gente em 2009, “estava envolvida na construção de um dispositivo no sul da França, que parece ser um bom lugar para se realizarem os primeiros experimentos” (Cowley, 2013), dispositivo este que seria pequenos reatores de fusão nuclear. Então se em 2009 tantas pessoas já estavam envolvidas com isso, quantas pessoas estarão envolvidas dez anos depois? A possibilidade que esse número tenha aumentado é maior, com certeza. Não só nas pessoas envolvidas com isso, mas também na tecnologia aplicada e descoberta. Porém Cowley estimava que somente em 2030 a energia nuclear por fusão estaria realmente pronta para o uso, e parece que continua

---

<sup>19</sup> Steve Cowley: Cientista, físico teórico britânico, diretor do principal centro de pesquisas em fusão nuclear e plasmas astrofísicos do Reino Unido (UK), o *Culham Fusion Science Center*. Colaborador da autoridade de Energia Atômica do Reino Unido, participa fielmente do projeto do dispositivo ITER, com sede na França, com outros pesquisadores pelo mundo. Desde 2018 é diretor do Laboratório de Física de *Princeton* do Departamento de Energia dos Estados Unidos (EUA).

dentro das suas previsões, podendo esta cumprir seu principal objetivo: produção de eletricidade em grande escala (Cowley, 2013).

Ele também fala da evolução dos dispositivos de reatores conforme exemplificado na Figura 16, e caracteriza o DEMO como o dispositivo para escala comercial.



Fonte: (Nunes, 2013)

Figura 16. Evolução do dispositivo TOKAMAK.

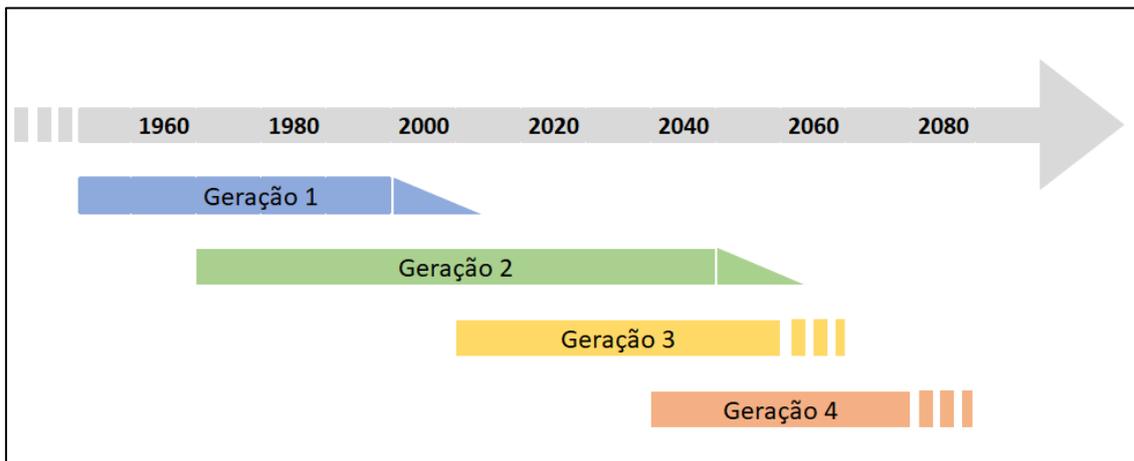
“Entre o ITER e a construção de centrais elétricas comerciais baseadas na fusão nuclear é preciso desenvolver uma máquina de teste que demonstre a transformação eficiente de energia térmica de fusão em eletricidade”. Essa máquina tem como designação “DEMO” (Nunes, 2013 p. 17).

Os reatores nucleares são organizados e atualizados por geração. São elas, quatro. A primeira geração ou geração 1 corresponde aos primeiros reatores industriais utilizados, construídos ainda na década de 1960. Esses eram reatores apenas de pesquisa, não utilizados para fins comerciais de produção elétrica.

Os reatores de segunda geração ou geração 2 correspondem aos que estão hoje em atividade. Comissionados entre 1956 e 1996.

Os de terceira geração ou geração 3 são uma evolução dos reatores de segunda. Hoje em dia encontram-se disponíveis no mercado, mas só as centrais de alta tecnologia ou mais recentes que possuem. Comissionados desde 1996.

Os de quarta geração ou geração 4 é o que estão perspetivados para o futuro. Estes ainda em estado protótipo, sem data prevista para operação (Figura 17).



Elaborada pelo autor

Figura 17. Linha do tempo das gerações dos reatores nucleares.

Procurou-se definir cenários para um possível aumento da energia nuclear:

- O consumo de eletricidade aumentará, bem como no cenário "A". Consequência do aumento de população, da industrialização e das tecnologias. Porém com a energia nuclear o atendimento a esta demanda será mais sustentável.
- A energia renovável manterá o seu crescimento. Pois ainda haverá uma necessidade de acordo com cada país, sistema político, economia e desenvolvimento energético. As renováveis continuarão sendo uma aposta para o sistema energético a curto, médio e longo prazo.
- Diminuição dos combustíveis fósseis. Poderá, a médio prazo, acontecer a transição energética, abandonando-se essas fontes de energia. Os combustíveis dominarão uma parcela pequena apenas em outros setores,

porém a eletricidade, os transportes e mobilidade, a indústria e a habitação utilizarão outros recursos energéticos.

d) Diminuição das emissões de gases do efeito estufa. Consequência da diminuição dos combustíveis fósseis. Haverá uma desaceleração nas crescentes taxas de emissões, podendo reduzir-se consideravelmente e atender às metas climáticas.

e) Menores taxas de importação de energias de outros países. Os países que tiverem o nuclear a seu favor não necessitarão de energia vinda de outros países, para as suas demandas locais. Com isso a economia também irá melhorar.

f) Com o aumento das centrais nucleares a economia irá encontrar um ponto de estabilidade para se “ancorar”. Para isso, é esperado, como aconteceu com o petróleo após a Revolução Industrial, um forte crescimento na indústria e no desenvolvimento humano, talvez não de forma tão abrupta, e também em outros setores. Por exemplo o setor dos transportes, com carros elétricos mais baratos e acessíveis à população e uma melhor eletricidade e de baixos custos, após a estabilização da energia.

g) A política poderá utilizar isso a seu favor. Ao ver que o nuclear poderá render uma melhor economia de mercado, um melhor funcionamento do *mix* energético, um melhor comportamento da energia (sem grandes perdas) no abastecimento elétrico e atingir-se em 2020, ou até em 2050 suas metas e objetivos climáticos.

h) “Os programas de fusão para os próximos anos vão concentrar-se em eliminar as dificuldades científicas que restam dos reatores TOKAMAK. Vão desenvolver tecnologias fundamentais do reator que permitirão construir as futuras centrais de fusão, destinadas a fornecer eletricidade de forma fiável, num mercado altamente competitivo” (*as cited in* Nunes, 2013, p. 29).

A fusão nuclear já foi descoberta há muito tempo, mas já fazem mais de 60 anos que ainda não se consegue produzir a energia em escala de consumo, a partir dela. E as

expectativas ainda serão de 10 a 20 anos para que ela possa ser comercializada. Ainda se depende muito em relação às construções, às descobertas e aos testes que devem ser feitos. Ainda não se conseguiu um material que pudesse ser resistente o suficiente para manter a reação isolada e controlada sem que o material envolvente se desintegre. Caso isso se consiga nos próximos anos, outros desafios terão de ser ultrapassados e, após isso a energia será quase inesgotável, permitindo um acréscimo na produção e uma mudança global.

Se a fusão nuclear se desenvolver como previsto, a fissão nuclear poderá existir em menor escala, porém as mesmas centrais em que essa já é existente utilizará de sua estrutura e de seus resíduos radioativos para iniciar os processos da nova tecnologia.

A energia nuclear passará de uma energia em fase de transição para uma energia do futuro. Há muitas potencialidades para que esta possa ser também a energia mais utilizada na maioria dos países da União Europeia. Quem não tem centrais nucleares vai decerto pretender tê-las.

Inteligência artificial. É através disso que os cenários podem desenvolver-se com pontos acrescidos à energia nuclear. As novas tecnologias só se desenvolverão perante a inteligência artificial que poderá detetar erros de testes e correções automáticas. Isso diminuirá tempo e guiará melhor os controles de segurança e as condições adequadas das centrais nucleares.

C) Se a produção de energia nuclear se mantiver.

Num comunicado à imprensa sobre o Roteiro para a Energia 2050, a Comissão Europeia apontou em linhas gerais alguns dos possíveis cenários:

- “A descarbonização do sistema energético é técnica e economicamente viável. Todos os cenários de descarbonização permitem alcançar o objetivo de redução das emissões e, a longo prazo, podem ser menos onerosos do que as políticas atuais.
- Eficiência energética e energias renováveis são decisivas. Independentemente do cabaz energético escolhido, são necessárias uma maior eficiência energética e uma subida importante das quotas de energias renováveis, para cumprir as metas de CO<sub>2</sub> em 2050. Os cenários indicam também que a eletricidade terá um papel mais destacado do que neste momento. Gás, petróleo, carvão e energia nuclear figuram igualmente em todos os cenários, em proporções variáveis, permitindo aos Estados-Membros manterem flexibilidade nas suas opções relativas ao cabaz energético, desde que se construa rapidamente um mercado interno convenientemente interligado.
- Investimentos precoces saem mais baratos. As decisões relativas aos investimentos para a infraestrutura necessária até 2030 têm de ser tomadas hoje, pois as infraestruturas construídas há 30 ou 40 anos carecem de substituição. Agir de imediato pode evitar alterações mais onerosas dentro de vinte anos. De qualquer modo, a evolução energética da UE exige modernização e uma infraestrutura muito mais flexível, como interconexões transfronteiras, redes elétricas «inteligentes» e tecnologias hipocarbónicas modernas para a produção, o transporte e o armazenamento da energia.
- Conter a subida dos preços. Os investimentos feitos hoje abrirão caminho aos melhores preços no futuro. Os preços da eletricidade deverão subir até 2030, mas poderão baixar em seguida, graças à diminuição do custo do aprovisionamento, a políticas de poupança e ao aperfeiçoamento das tecnologias. Os custos serão contrabalançados pelo nível elevado de

investimento sustentável injetado na economia europeia, pela correspondente criação de emprego local e por uma menor dependência em relação às importações. Todos os cenários chegam à descarbonização sem grandes diferenças em termos de custos globais ou de implicações no respeitante à segurança do aprovisionamento”

(Comunicado à imprensa da Comissão Europeia, 2011)

Assim, como em 2011 ainda pode ser planeado esse roteiro para as perspetivas das energias nos Estados-Membros da União Europeia, neste momento depois de 8 anos algumas observações podem ser feitas, inclusive sobre o aumento do consumo de eletricidade e a liberdade de cada país poder escolher seu próprio *mix* de energias variante ao seu cabaz energético. Porém ao manter as centrais existentes nos Estados-Membros, outros cenários poderão ser determinados.

C1) Se a energia nuclear permanecer forte, em alguns países como a França e o Reino Unido, por exemplo, e os investimentos se mantiverem, é fundamental que:

- a) Até 2030 a eficiência energética aumente, para que seja possível manter as fontes energéticas que possuem atualmente;
- b) Haja uma descarbonização da economia contínua, com tendência a aumentar e melhorar o setor económico;
- c) Os estudos, a investigação e a tecnologia aumente nas centrais nucleares, tendo a possibilidade de gerir melhores planos de testes, segurança e qualidade da produção energética;
- d) Seja desenvolvido um melhor armazenamento da energia, a fim de melhor contribuir para o desenvolvimento da energia nuclear, e mais que isso, continuar com os reatores em operação.

Com isso, muitos setores melhorarão. O preço dos combustíveis, para o setor dos transportes, diminuirá. O avanço na produção e comercialização de veículos elétricos aumentará. Poderá haver uma diminuição nos preços da energia elétrica

domiciliar e industrial, além do decréscimo nas taxas. Uma melhor forma de armazenamento e menores perdas no processo de transferência dessa energia. Será o principal objetivo com a aposta e o crescimento do nuclear.

Porém, é um facto que algumas centrais nucleares já estejam perto do fim de sua vida útil nos próximos anos. Esse cenário é lógico, de que no máximo até 2040 todas as centrais existentes hoje já não produzam mais energia.

C2) Se a energia nuclear não mantiver seus investimentos, e países como a Alemanha e Itália promoverem a desativação das suas atuais centrais nucleares, haverá:

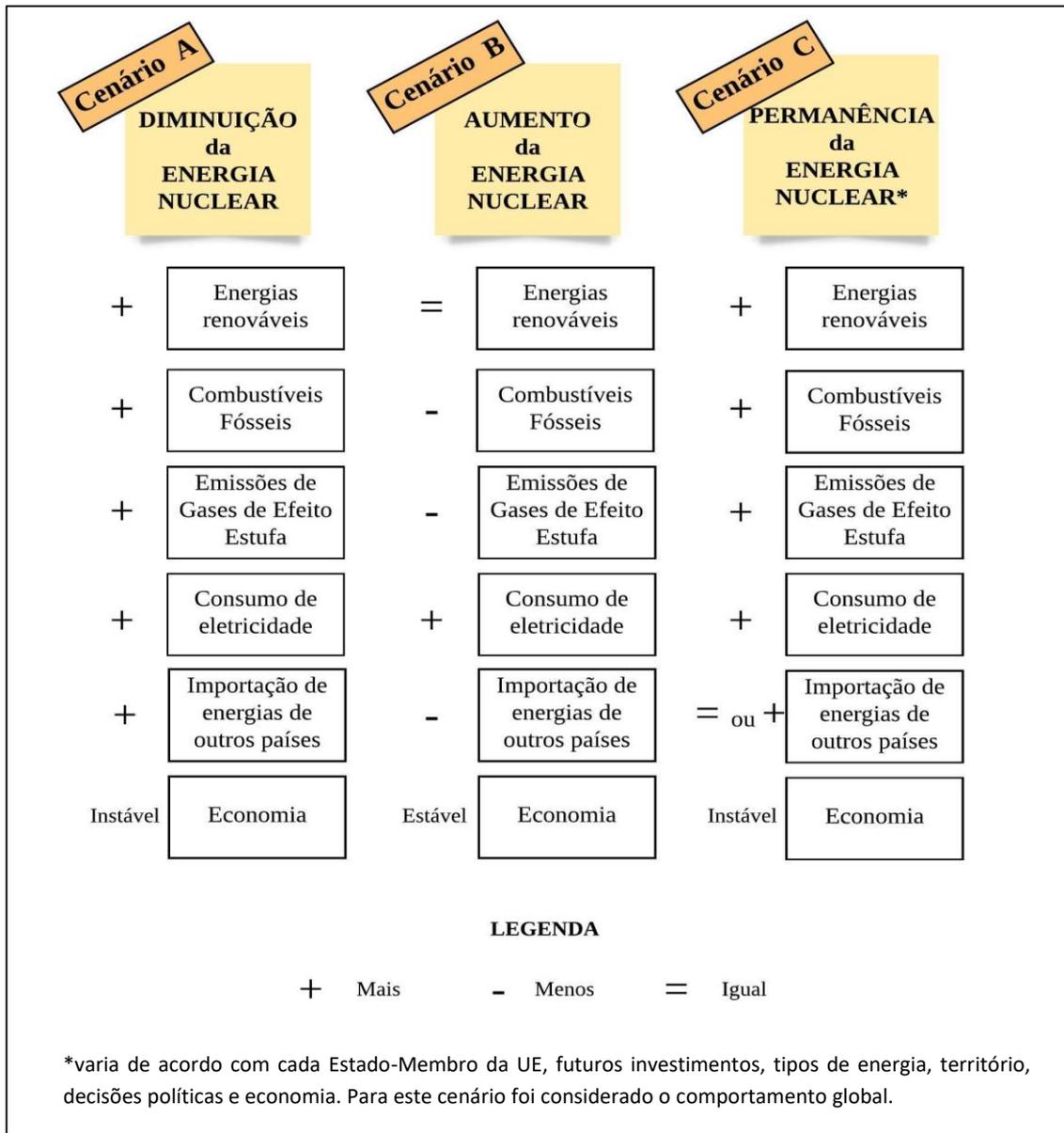
a) Uma forte dificuldade de abastecerem as demandas da rede elétrica, a não ser que voltem a utilizar os combustíveis fósseis, embora a curto prazo (sem a preocupação de que é uma fonte finita);

b) Maiores desafios em fazer com que as energias renováveis cresçam e exerçam um papel fundamental para atender o citado “alto consumo”, no setor elétrico;

c) Não atingirão suas metas climáticas para 2020 (consequente 2030 e 2050), com menores índices de emissões de gases do efeito estufa. A não ser que outras tecnologias e formas de minimizar as mudanças climáticas, pelas fontes energéticas, sejam descobertas e desenvolvidas. Se isso for possível, outros cenários também poderão surgir atendendo aos consumos de cada território e as novas metas climáticas.

Contudo, mesmo com esses dois subcenários tão diferentes, chega-se à conclusão de que dependerão fielmente do sistema de cada Estado-Membro da UE. O futuro poderá ou não avançar de acordo com os interesses comuns entre os países.

Na Figura 20, encontra-se um fluxograma que define, em um contexto geral as escolhas do aumento, da diminuição ou da manutenção da importância da energia nuclear. Os três cenários poderão seguir caminhos diferentes. Isso para trazer uma reflexão de que muitas decisões não se resumem apenas na aceitação do nuclear como um todo, mas sim de todo um equilíbrio e um processo que possa determinar tempo, investimentos, estudos e decisões.



Elaborada pelo autor com recursos do site <https://www.lucidchart.com>

Figura 18. Fluxograma geral dos três cenários elaborados para as potencialidades da energia nuclear na União Europeia.

Neste fluxograma estão representados alguns dos principais fatores que influenciam a escolha da energia nuclear em determinado território/país de estudo. Os fatores são: energia nuclear, combustíveis fósseis, emissões de gases do efeito estufa, consumo de eletricidade, importação e exportação de energias para satisfazer o consumo e também se a economia poderá estar instável ou estável com essa escolha.

Esses resultados foram determinados de acordo com os estudos referenciados. Esses estudos puderam trazer uma reflexão do quanto esses cenários poderão ou não se aproximar da realidade.

## Capítulo 6. Reflexões e síntese de resultados

Para um desenvolvimento energético sustentável, um dos pontos a ser priorizado é o consumo. É no consumo consciente que podemos estabilizar e até reduzir a maior parte da atual (e talvez futura) “crise energética”. A educação energética é essencial para poder ensinar as crianças sobre a importância do uso racional da energia, nas suas casas, na escola e onde estiverem. Alertar os adultos para, além de ensinarem suas crianças, praticarem essas ações. Conscientizar a sociedade, promovendo formas informativas (publicidade e propaganda) menos sensacionalistas e mais realistas sobre os fatos que aconteceram e/ou estão a acontecer. Promover nas empresas formas de reduzir esse consumo, equilibrando gastos com lucros energéticos. E também, trabalhar novas leis, atualizar certificações e desenvolver a qualidade das fontes energéticas.

A educação possui como um dos objetivos a disseminação de conhecimentos. No caso do sector energético, poderá proporcionar o auxílio na preservação e uso sustentável das fontes de energia, como um todo. A educação está em todos os setores. Na política, as propostas defendidas pelos representantes e partidos políticos merecem ser melhor apresentadas aos cidadãos, capacitando-os para melhor participar das escolhas. Na economia acontece o mesmo. As crises não afetam apenas o país como um todo. As crises chegam em nossas casas, aos nossos trabalhos, à nossa rotina. A pobreza energética continua extensa, ainda nos dias de hoje 840 milhões de pessoas no mundo não tem acesso à eletricidade (*Independent Group of Scientists, 2019 p. 75*). Compreender melhor o sistema económico é uma forma de contribuir para que, conseqüentemente, os outros setores funcionem bem.

O grande segredo também está na sustentabilidade. Reduzir as emissões de gases de efeito estufa; contribuir para uma economia de baixo custo, descarbonizada e estável; atender às demandas dos sistemas de eletricidade da população. Desenvolver novas tecnologias que possam cada vez mais melhorar o equilíbrio entre produção, consumo e custo. Não gerar subprodutos residuais poluentes para o ambiente e a saúde humana. Ter uma excelência em qualidade, no controle e na segurança para que possa gerar menos custos. Elaborar uma legislação regulamentada e planejada, reforçando as

experiências históricas e tendo atenção às vulnerabilidades de cada sistema político, económico e territorial.

Como síntese reflexiva, neste trabalho julga-se importante que o desenvolvimento da energia nuclear, para os Estados-Membros da União Europeia, encontre-se entre os cenários “b” e “c”. Entre manter as centrais nucleares e os investimentos necessários para que essas possam haver crescentes produções, também buscando novas tecnologias e novos estudos, aprimorando os atuais métodos. Somente com esse equilíbrio, entre o que já se possui e o que se busca melhorar, teremos outros cenários que contemplem melhor o cabaz energético atual, que possam suprir as demandas que a energia elétrica precisa e, principalmente, servir de fonte para a transição energética dos próximos anos. Se buscamos mudar os combustíveis fósseis, já que estes comprovam ser finitos, não “amigos da ambiente” e poluentes, para além das energias renováveis será importante contar com a energia nuclear auxiliando nesse processo de transição. Importante ressaltar também que o desenvolvimento ou não da energia nuclear será de acordo com as decisões em cada país.

Se, por exemplo, um país não necessitar de energia nuclear – pois o seu índice de emissões de gases do efeito estufa é baixo, as suas fontes de energia contemplam o território, a distribuição geográfica e o desenvolvimento tecnológico, e cumpre ou pretende cumprir os compromissos assinados para 2020, 2030 e 2050 – não há o porque de investir unitariamente seus esforços na opção nuclear. Já países que vêm utilizando outras fontes de energia, nomeadamente combustíveis fósseis, ou que não conseguem cumprir os requisitos ambientais, inclusive necessitam negociar com outros países importações energéticas, esses deveriam repensar numa forma de melhorar suas escolhas e seus investimentos energéticos, e a opção nuclear poderá ser uma eventual opção a considerar.

Vivemos em uma fase em que o nuclear é mal visto e há pressões para que se deixe de utilizar, mas também é nele que podemos encontrar uma oportunidade de melhor satisfazer a atual transição energética e também de melhorar o desenvolvimento sustentável.

Num relatório recente das Organização das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, 162 países foram avaliados sobre o cumprimento dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável estabelecidos na Agenda 2030 (*Independent Group of Scientists, 2019*)<sup>20</sup>. Entre eles contam-se objetivos desde acabar com a pobreza e a fome até uma educação inclusiva e igualdade de gênero a todos. Sete países europeus estão entre os dez primeiros países do mundo mais sustentáveis (Dinamarca, Suécia, Finlândia, França, Áustria, Alemanha e República Tcheca). Desses, cinco têm grandes investimentos nas energias renováveis e possuem centrais nucleares. Que importância terá tido a exploração da energia nuclear na posição destes países neste estudo?

Em 2009, João Barbosa citou em sua tese que “para que os países da UE optem a continuar ou começar a recorrer à produção de eletricidade nuclear, os governos dos Estados-Membros terão de tomar decisões necessárias. Um número significativo de centrais nucleares deverá, efetivamente, ser encerrado nos próximos 20 anos” (Barbosa, 2009 p. 75). Então qual será a fonte energética de apoio que as nossas cidades emergentes irão recorrer? De toda certeza que as renováveis estão crescendo, lentamente, mas estão, e isso é extremamente importante. Se as tendências atuais da demanda continuarem, as energias renováveis precisarão fornecer de 70 a 85% da eletricidade em 2050 para alcançar o caminho de 1,5°C, para as metas climáticas. Mas os cenários indicam que as renováveis vêm fornecendo apenas 22% da energia total em 2030 e uma participação semelhante em 2050. No geral, a taxa de descarbonização precisará triplicar para atingir a meta de não aumento dos 2°C na temperatura global (*Independent Group of Scientists, 2019 p. 76*). Embora o custo das renováveis seja um contraponto à construção de novas centrais nucleares, tornando as energias competitivas, será, não só preferível como necessário, a escolha de emitir menos gases de efeito estufa, menores espaços de infraestruturas, mais energia (e aí refere-se a nuclear como energia infinita), menores custos de eletricidade e a possibilidade de desenvolvimento de todas as áreas envolvidas.

---

<sup>20</sup> Informações disponibilizadas pela comunicação social (Agência Lusa/Observador,2019). O Relatório, *Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development*, de 480 páginas, será divulgado oficialmente em breve pela ONU.

E se tivéssemos que escolher entre a energia nuclear e as energias renováveis, qual escolheríamos para o futuro?

A resposta não está atribuída a escolha de uma das duas, mas sim a unificação delas. O *mix* energético é fundamental. Se temos as duas possibilidades, é nisso que devemos apostar.

Se através das primeiras pudéssemos satisfazer as necessidades energéticas, decerto não seria necessário optar pelas segundas. Como isso ainda não é possível, nesta fase de transição energética, a energia nuclear continua a ser necessária. E continuará a ser no futuro, noutras modalidades mais seguras e mais promissoras (energia nuclear de fusão).

## Algumas considerações sobre o nuclear

*“Muchos países continuarán encontrando en la energía nuclear una opción de futuro y, por eso, tenemos que hacer lo posible para garantizar la seguridad.”*

(Ban Ki-moon – diplomata e político sul-coreano, oitavo secretário geral da Organização das Nações Unidas – 2007 a 2017. Fonte: <https://akifrases.com/frase/102561>)

*“I would like nuclear fusion to become a practical power source. It would provide an inexhaustible supply of energy, without pollution or global warming.”*

(Stephen Hawking – físico teórico, cosmólogo britânico e cientista do século. Fonte: <https://www.azquotes.com/quote/126795>)

*“Nuclear power will help provide the electricity that our growing economy needs without increasing emissions. This is truly an environmentally responsible source of energy.”*

(Michael Burgess – membro republicano do 26º distrito dos EUA, Texas  
Fonte: <https://www.azquotes.com/quote/975096?ref=nuclear-power>)

*“As centrais nucleares são confiáveis, as pessoas é que não são.”*

(Jonh George Kemeny – cientista informático e educador húngaro – 1926/1992. Fonte: <https://kdfrases.com/frase/166624>)

*“Agora, apenas a energia nuclear poderá deter o aquecimento global.”*

(James Lovelock – pesquisador, escritor e ambientalista. Criador da famosa hipótese de Gaia, na qual explica o comportamento da Terra (Lovelock, 2006))

*“I think we should stop using nuclear power plants because it's an old system that we can't control.”*

(Hayao Miyazaki – cineasta, produtor, roteirista, animador e escritor de mangás japonês Fonte: <https://www.azquotes.com/quote/1221080>)

*“Nuclear power is one hell of a way to boil water.”*

(Albert Einstein)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>21</sup>

- Agência Portuguesa do Ambiente. 2015. Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). Agência Portuguesa do Ambiente. [Online] República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética, 12 de maio de 2015. [Citação: 19 de setembro de 2019.] <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>.
- Alexievich, Svetlana. 2019. Vozes de Chernobyl - História de um Desastre Nuclear. [trad.] Galina Mitkhovich. 4ª Edição. Amadora- Portugal : Elsinore, 2019. p. 328.
- Alves, Rita Joana da Cruz. 2008. Mudança do Paradigma Energético: Microgeração em Portugal. Dissertação de Mestrado. Lisboa, Portugal : Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa., 2008.
- Alves, Simone Fonseca, et al. 2016. Indicadores de sustentabilidade para institutos de pesquisa e inovação da área nuclear. 4 de janeiro de 2016, 01-21, p. 22.
- Arancón, Fernando. 2015. *El Orden Mundial en el Siglo XXI. EOM - El Orden Mundial*. [Online] 18 de março de 2015. [Citação: 16 de maio de 2019.] <https://elordenmundial.com/europa-ante-la-energia-nuclear/>.
- Barbosa, Jose Alberto Maia. 2009. Contribuição à Legislação Brasileira no setor de Energia Nuclear. São Paulo. s.n., 2009. p. 142.
- Barca, Stefania e Delicado, Ana. 2016. *Anti-Nuclear Mobilisation and Environmentalism in Europe: A view from Portugal (1976-1986)*. [ed.] University of Kent Karen Jones. *Environment and History*. 2016, Vol. 22, pp. 497-520.
- Covas, Antonio. 2019. A descarbonização da economia e os seus impactos no território. *Observador*. [Online] 9 de março de 2019. <https://observador.pt/opiniao/a-descarbonizacao-da-economia-e-os-seus-impactos-no-territorio/>.
- Cowley, Steven. 2013. *Nuclear fusion is the 'perfect energy source*. [Online] março de 2013. <http://edition.cnn.com/2013/03/12/opinion/fusion-nuclear-energy-future>.
- Cruz, Leandro Salgueiro. 2019. OCYS. OCYS - Ciência e Tecnologia. [Online] 05 de janeiro de 2019. [Citação: 09 de agosto de 2019.] <https://ocys.com.br/artigo/bill-gates-acaba-de-publicar-uma-carta-exigindo-que-os-lideres-americanos-adotem-a-energia-nuclear/%7B%7Burl%7D%7D>.
- Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana*. s.d. PIB e consumo de energia - uma nova relação. [Online] OEI.ES (Organização dos Estados Ibero-americanos), s.d. [Citação: 30 de junho de 2019.] [https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes\\_079.htm](https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes_079.htm).

---

<sup>21</sup> Na formatação das referências utilizou-se a norma ISO 690 do *Microsoft Office Word10*.

- Dombaxe, Marcelina Iracelma Messo. 2011. Os problemas energéticos em Angola: Energias renováveis, a opção inadiável. Dissertação de Mestrado. Lisboa, Portugal : s.n., setembro de 2011.
- Eurostat. 2018. *30% of electricity generated from renewable sources*. Eurostat - European Commission. [Online] 21 de setembro de 2018. [Citação: 2019.] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180921-1?inheritRedirect=true&redirect=%2Feurostat%2F>.
- Freire, Paulo. 1999. Educação e a escola. Porto Alegre : Mundo Jovem, 1999. Vol. 198.
- Friend, Gil. 2009. O segredo das empresas sustentáveis: a vantagem das estratégias 'verdes'. Farmalicao : Centro Atlântico, 2009.
- Gates, Bill. 2010. *Inovating to zero. TED Ideas worth spreading*. [Online] TED Conferences, fevereiro de 2010. [Citação: 14 de maio de 2019.] [https://www.ted.com/talks/bill\\_gates#t-283223](https://www.ted.com/talks/bill_gates#t-283223).
- Guimarães, Leonam dos Santos. 2016. O medo nuclear. defesanet.com. [Online] DefesaNet, 10 de novembro de 2016. [Citação: 15 de agosto de 2019.] <http://www.defesanet.com.br/nuclear/noticia/24039/Leonam---O-MEDO-NUCLEAR/>.
- Haider, Quamrul. 2019. *Fusion: A safer nuclear option. Combating Climate Chance*. 26 de maio de 2019.
- Hansen, Gilvan Luiz e Machado, Luis. 2018. Opinião pública sobre energia nuclear enquanto sistema perito nas sociedades de risco da modernidade. 6 de março de 2018, Vol. 01/24, p. 25.
- Lima, Dayse Lucia Moraes e Maciel, Maria Lucia. 2013. Comunicação pública, controvérsia e risco: O dilema da energia nuclear. 2013, Vol. 14, p. 17.
- Lovelock, James. 2006. A vingança de Gaia (*tradução*). Rio de Janeiro : Intrínseca, 2006. p. 159. Título Original: *the revenge of gaia: why the earths is fighting back, and how we can still save humanity*.
- Milanez, Jimes Vasco, Almeida, Ricardo Dias e Do Carmo, Fausto Silva. 2006. Energia nuclear socialmente aceitável como solução possível para a demanda energética brasileira. fevereiro de 2006, Vol. 02, 01, p. 10.
- Nunes, Maria do Carmo Avelar Duarte. 2013. A Nuclipedia. Projeto de Mestrado. Lisboa, Portugal : Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, março de 2013.
- Oliveira, Cristina Isabel Albino. 2013. Discursos de divulgação da ciência na imprensa escrita - o desastre de Fukushima nos jornais Correio da Manhã e Público. Dissertação de Mestrado. Lisboa, Portugal : Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa., junho de 2013.

- ORG Freedom House. 2018. *Freedom House. Freedom House*. [Online] 2018. [Citação: 19 de fevereiro de 2019.] <https://freedomhouse.org/>.
- Parlamento Europeu. s.d. *europarl.europa.eu. Parlamento Europeu*. [Online] s.d. [Citação: 5 de março de 2019.] <http://www.europarl.europa.eu/committees/pt/itre/home.html>.
- Parlamento Europeu/Eurostat. *europarl.europa.eu. Parlamento Europeu*. [Online] [Citação: 5 de maio de 2019.] Emissões de gases com efeito de estufa por país e setor (Infografia).. <http://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180301STO98928/emissoes-de-gases-com-efeito-de-estufa-por-pais-e-setor-infografia>.
- Portuguesa, República. 2019. *Ambiente Portugal, ambição para o futuro*. Agência Portuguesa do Ambiente. [Online] 2019. <https://www.apambiente.pt/index.php>.
- Ribeiro, Elisa Antónia. 2008. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. *Evidência*. 2008, pp. 129-148.
- Rodrigues, Jorge Nascimento e Azevedo, Virgílio. 2006. *Nuclear: O Debate sobre o novo modelo energético em Portugal*. Lisboa : Centro Atlântico , 2006.
- Santos Pereira, Tiago, Carvalho, Antonio e F.C. Fonseca, Paulo. 2017. *Imagineries of nuclear energy in the Portuguese parliament: Between promise, risk, and democracy*. 2017, pp. 26(3) 289–306.
- Schmidt, Luísa e Delicado, Ana. 2014. *Ambiente, alterações climáticas, alimentação e energia: a opinião dos portugueses*. Lisboa : ICS (Imprensa de Ciências Sociais) - Observatório ICS, 2014.
- Soares, Pedro. 2019. Almaraz: Prolongamento da central é a maior preocupação da Comissão de Ambiente. *Diário de Notícias*. [Online] Global Media Group, 2018., 02 de abril de 2019. [Citação: 04 de abril de 2019.] <https://www.dn.pt/lusa/interior/almaraz-prolongamento-da-central-e-a-maior-preocupacao-da-comissao-de-ambiente--10754420.html>.
- Vasconcelos, Jorge. 2019. *A Energia em Portugal*. Lisboa : Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2019. p. 139. Vol. 89.
- Vicente, Adérito Hugo Russo. 2010. *O debate estratégico nuclear nos EUA (1945-2010): tendências e evolução*. Dissertação de mestrado. Lisboa, Portugal : Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa., agosto de 2010.
- World Nuclear Association. 2016. [Online] World Nuclear Association, registrada na Inglaterra e País de Gales, número 01215741., 2016. [Citação: 06 de agosto de 2019.] <https://www.world-nuclear.org/>.

## Outras referências

- Agência Lusa/Observador. 2019. observador.pt. *Jornal Observador*. [Online] Agência Lusa, 11 de setembro de 2019. [Citação: 22 de setembro de 2019.]  
<https://observador.pt/2019/09/11/relatorio-da-onu-coloca-portugal-entre-os-30-paises-mais-sustentaveis-do-mundo/>.
- Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. 2008. Duas vezes 20 até 2020. As alterações climáticas, uma oportunidade para a Europa. Bruxelas : Comissão das Comunidades Europeias, 2008. p. 14.
- Comunicado à imprensa da Comissão Europeia. 2011. europa.eu. *European Commission*. [Online] 15 de dezembro de 2011. [https://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-11-1543\\_pt.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_pt.htm).
- Independent Group of Scientists appointed by the. 2019. Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development*. United Nations - New York. s.n., 2019.
- Ludwig, Gerson Otto. 2019. Ref: em resposta ao questionário no Anexo 5 aplicado por e-mail, pelo autor Guilherme Camello, no dia 21 de julho de 2019. *Curriculum Lattes do profissional questionado*:  
<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4727175Z6>. 23 de julho de 2019.
- O Globo. 2011. Porque a radiação é tão assustadora? O Globo, Sociedade/ Ciência. [Online] Editora Globo S/A, 26 de abril de 2011. [Citação: 20 de setembro de 2019.]  
<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/por-que-radiacao-tao-assustadora-2791826>.
- Proposta de resolução do Parlamento Europeu sobre a energia nuclear B8-1105/2016. Atas de Conferência. Bilde, Dominique. 2016. 2016. Proposta de Resolução. p. 2.
- Shellenberger, Michael. 2016. Talk - *How fear of nuclear power is hurting the environment*. TED *Ideas worth spreading (TED SUMMIT)*. [Online] junho de 2016. [Citação: 07 de agosto de 2019.]  
[https://www.ted.com/talks/michael\\_shellenberger\\_how\\_fear\\_of\\_nuclear\\_power\\_is\\_hurting\\_the\\_environment#t-113537](https://www.ted.com/talks/michael_shellenberger_how_fear_of_nuclear_power_is_hurting_the_environment#t-113537).

## LISTA DE WEBSITES

**Agência Portuguesa do Ambiente (APA)**

<https://www.apambiente.pt/index.php>

**EOM – El Orden Mundial (Site de análises internacionais espanhol)**

<https://elordenmundial.com/europa-ante-la-energia-nuclear/>

**Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT)**

<https://ec.europa.eu/eurostat/home?>

**IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Órgão das Nações Unidas)**

<https://www.ipcc.ch/>

**Pesquisas de opinião pública pela Comissão Europeia (EUROBARÓMETROS)**

<http://www.europarl.europa.eu/at-your-service/pt/be-heard/eurobarometer>

**Parlamento Europeu**

<http://www.europarl.europa.eu/portal/pt>

**SDG – Sustainable Development Goals (Summit 2019)**

<https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsummit#about>

**União Europeia**

<https://europa.eu/european-union>

**World Nuclear Association (Associação de organização internacional)**

<http://www.world-nuclear.org/>

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Estados-Membros da UE que possuem Centrais Nucleares.....	22
Figura 2. Estados-Membros da UE com seus atuais sistemas políticos.....	23
Figura 3. Imagem do reator 4 da central nuclear de Chernobyl, em 1986, momentos após o incidente.....	30
Figuras 4 A, B e C. Imagens de trabalhadores arriscando suas vidas para remover os blocos radioativos do telhado do reator, e descontaminando os veículos atingidos pelas cinzas radioativas.....	31
Figura 5. Após 30 anos, reator 4 da central nuclear de Chernobyl recebe estrutura de proteção e isolamento radioativo.....	31
Figura 6. Famílias que ainda vivem nas zonas ilegais de Pripyat, cidade vizinha a Chernobyl.....	32
Figura 7. Residente em zona ilegal próximo ao local do acidente de Chernobyl.....	32
Figura 8. Escala de medição de aceitação da energia nuclear em um determinado território, onde o -4 representa a opção mais negativa e o 4 a opção positiva.....	54
Figura 9. Anúncio em site de canal de notícias português (TVI24). Acesso no dia 23 de agosto de 2019.....	57
Figura 10. Anúncio em site de jornal eletrônico português (Observador). Notícias a partir do dia 09 de novembro de 2018. Acesso no dia 23 de agosto de 2019.....	58
Figura 11. Jornal Francês <i>Le Figaro</i> divulga reflexão sobre o papel da energia nuclear no mundo, em 2016, 30 anos após o acidente Chernobyl.....	58
Figura 12. Eletricidade em Terawatt-hora (TWh) gerada a partir de fontes de energias limpas.....	59
Figura 13. Eletricidade produzida através de fontes de energias limpas.....	61
Figura 14. Geração global de energia nuclear em Terawatt-hora (TWh) de 2006 a 2014.....	62
Figura 15. Geração global de energia solar e eólica em percentual.....	62
Figura 16. Evolução do dispositivo TOKAMAK.....	68

Figura 17. Linha do tempo das gerações de reatores nucleares.....	69
Figura 18. Fluxograma geral dos três cenários elaborados para as potencialidades da energia nuclear na União Europeia.....	75

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Publicações, metodologias e tipologia de cada trabalho analisado.....	06
Tabela 2. Métodos de análise documental quantitativa utilizados neste trabalho.....	08
Tabela 3. Exemplo de aplicação do teste de validação da equação.....	55

## Anexo 1. Países Estados-Membros da UE em 2019.

### Estados-Membros da atual União Europeia (EU-28)

Atualmente 28 países fazem parte da União Europeia, sigla em inglês EU (*European Union*). De momento o Reino Unido continua a ser membro com os mesmos direitos e obrigações, embora em junho de 2016 seus cidadãos votaram a favor da saída do país da UE, notificando em março de 2017 formalmente o Conselho Europeu da sua intenção de saída, referência ao *Brexit*. Para esse estudo, o Reino Unido foi considerado ainda membro.

	Data de adesão	País			
1	1 de janeiro de 1958 (criação)	Alemanha	Comunidade Económica Europeia (até 1992)	Comunidade Europeia do Carvão e do Aço (até 2002)	
2		Bélgica			
3		França			
4		Itália			
5		Luxemburgo			
6		Países Baixos (Holanda)			
7	1 de janeiro de 1973	Dinamarca	Comunidade Europeia (a partir de 1992)	Comunidade Europeia de Energia Atômica (EURATOM) (até os dias atuais)	
8		Irlanda			
9		Reino Unido			
10	1 de janeiro de 1981	Grécia			
11	1 de janeiro de 1986	Espanha			
12		Portugal			
13	1 de janeiro de 1995	Áustria			
14		Finlândia			
15		Suécia			
16	1 de maio de 2004	Chéquia ou República Checa			
17		Chipre			
18		Eslováquia			
19		Eslovénia			
20		Estónia			
21		Hungria			
22		Letónia			
23		Lituânia			
24		Malta			
25		Polónia			
26	1 de janeiro de 2007	Bulgária			
27		Romênia			
28	1 de julho de 2013	Croácia			

Fonte: Europa.eu

Site: [https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_pt#tab-0-1](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_pt#tab-0-1)

Anexo 2. Emissões de gases de efeito estufa *per capita* dos Estados-Membros da UE entre 2000 e 2016.

### Emissões de Gases do Efeito Estufa *per capita*

Breve descrição: Este indicador mostra as emissões de gases de efeito estufa feitas pelo homem pela "Cesta de Kyoto". O "Cesta de Kyoto", é um aglomerado de 6 gases de efeito estufa que inclui: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os chamados gases fluorados (hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos, trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Esses gases são agregados em uma única unidade usando fatores de potencial de aquecimento global (GWP) específicos do gás. As emissões agregadas de gases de efeito estufa são expressas em unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>. O indicador não inclui emissões e remoções relacionadas ao uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (LULUCF); não inclui emissões do transporte marítimo internacional, mas inclui emissões da aviação internacional, bem como emissões indiretas de CO<sub>2</sub>. As emissões de CO<sub>2</sub> da biomassa com recuperação de energia são relatadas como um item de Memorando de acordo com as Diretrizes da UNFCCC e não incluídas nos totais nacionais de gases de efeito estufa. As emissões *per capita* apresentam as diferenças nas emissões específicas dos Estados-Membros. As metas de emissões para os países não são exibidas em emissões *per capita*, mas calculadas em relação ao 'ano-base de Kyoto'.

	Estados- membros da União Europeia	Ano																
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		<b>Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes <i>per capita</i></b>																
<b>1</b>	Alemanha	12.9	13.1	12.8	12.8	12.6	12.3	12.4	12.1	12.2	11.4	11.8	11.8 <sup>b</sup>	11.8	12.0	11.4	11.4	11.4
<b>2</b>	Áustria	10.3	10.7	10.9	11.5	11.4	11.5	11.1	10.8	10.7	9.8	10.4	10.1	9.7	9.7	9.2	9.4	9.4
<b>3</b>	Bélgica	15.1	14.8	14.6	14.6	14.7	14.2	13.9	13.5	13.4	12.1	12.6	11.5 <sup>b</sup>	11.1 <sup>b</sup>	11.1	10.5	10.8	10.8
<b>4</b>	Bulgária	7.3	7.9	7.7	8.3	8.3	8.4	8.6	9.1	9.0	7.8	8.3	9.0	8.4	7.7	8.2	8.7	8.4
<b>5</b>	Chéquia ou República Checa	14.7	14.7	14.4	14.7	14.8	14.6	14.7	14.8	14.2	13.3	13.5	13.3	12.9	12.4	12.2	12.3	12.4
<b>6</b>	Chipre	13.1	13.1	13.2	13.7	13.7	13.6	13.7	13.8	13.8	13.1	12.4	11.7	10.9	10.0	10.6	10.7	11.3
<b>7</b>	Croácia	5.8 <sup>e</sup>	6.3 <sup>b</sup>	6.6	6.9	6.9	7.0	7.1	7.4	7.1	6.7	6.6	6.5	6.1	5.9	5.7	5.8	5.9
<b>8</b>	Dinamarca	13.7	13.9	13.8	14.7	13.5	12.7	14.1	13.2	12.5	11.8	11.9	10.9	10.0	10.3	9.5	9.0	9.3
<b>9</b>	Eslováquia	9.2	9.7	9.3	9.4	9.6	9.5	9.5	9.2	9.3	8.4	8.6	8.4	8.0	7.9	7.5	7.6	7.6
<b>10</b>	Eslovénia	9.6	10.1	10.2	10.0	10.2	10.3	10.4	10.4	10.7 <sup>b</sup>	9.7	9.6	9.6	9.3	9.0	8.1	8.2	8.6
<b>11</b>	Espanha	9.7	9.6	9.9	9.9	10.1	10.3	10.0	10.1	9.2	8.2	7.9	7.9	7.7	7.2	7.3	7.5	7.3
<b>12</b>	Estónia	12.4	12.8	12.5	13.9	14.2	14.2	13.8	16.6	15.0	12.6	16.0	16.0	15.3	16.6	16.1	13.8 <sup>b</sup>	15.0
<b>13</b>	Finlândia	13.8	14.8	15.2	16.6	15.9	13.5	15.7	15.3	13.8	13.0	14.4	12.9	11.9	12.0	11.1	10.5	11.1

<b>14</b>	França	9.3	9.3	9.1	9.2	9.1	9.0	8.8	8.6	8.5	8.0	8.1	7.7	7.7	7.6	7.1	7.1 <sup>bp</sup>	7.1 <sup>p</sup>
<b>15</b>	Grécia	11.9	11.9	11.9	12.3	12.3	12.6	12.3	12.5	12.2	11.5	10.9	10.6	10.4	9.6	9.4	9.1	8.8
<b>16</b>	Hungria	7.3	7.5	7.3	7.7	7.6	7.6	7.5	7.3	7.2	6.6	6.6	6.5	6.1 <sup>b</sup>	5.8	5.9	6.3	6.3
<b>17</b>	Irlanda	18.5	18.8	18.0	17.8	17.2	17.3	16.8	16.2	15.6	14.1	13.9	12.9	12.9	12.9	12.8	13.2	13.5
<b>18</b>	Itália	9.9	10.0	10.0	10.2	10.2	10.2	10.0	9.8	9.5	8.5	8.7	8.4	8.1	7.5	7.1	7.3	7.2
<b>19</b>	Letónia	4.5	4.8	4.8	5.0	5.0	5.2	5.5	5.8	5.6	5.4	6.1	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	6.0
<b>20</b>	Lituânia	5.6	5.9	6.0	6.1	6.4	6.9	7.1	7.9	7.7	6.3	6.7	7.1	7.2	6.8	6.9	7.0	7.1
<b>21</b>	Luxemburgo	24.3	25.3	27.0	27.7	30.6	30.7	29.7	28.2	27.5	25.8	26.5	25.5	24.2 <sup>b</sup>	22.7	21.5	20.4	19.8
<b>22</b>	Malta	8.0	7.6	7.5	8.0	7.7	8.0	8.2	8.4	8.4	7.8	7.9	8.1	8.4	7.5	7.5	5.8	5.0
<b>23</b>	Países Baixos (Holanda)	14.4	14.3	14.1	14.1	14.2	13.8	13.5	13.4	13.3	12.8	13.5	12.6	12.2	12.2	11.7	12.2	12.2
<b>24</b>	Polónia	10.2 <sup>b</sup>	10.2	9.9	10.3	10.4	10.4	10.8	10.9	10.7	10.2	10.7 <sup>b</sup>	10.7	10.5	10.4	10.1	10.2	10.5
<b>25</b>	Portugal	8.3	8.2	8.5	8.0	8.3	8.5	8.0	7.8	7.6	7.2	6.9	6.8	6.6	6.5	6.6	7.0	6.9
<b>26</b>	Reino Unido	12.6	12.6	12.2	12.3	12.2	12.1	11.9	11.6	11.1	10.1	10.3	9.4	9.6	9.3	8.6	8.3	7.9
<b>27</b>	Roménia	6.3	6.7	6.8	7.0	7.0	7.0	7.1	7.3	7.2	6.3	6.1	6.4	6.2	5.8 <sup>e</sup>	5.8 <sup>e</sup>	5.9	5.8
<b>28</b>	Suécia	8.0	8.0	8.0	8.0	7.9	7.6	7.6	7.4	7.1	6.5	7.1	6.6	6.2	6.0	5.8	5.7	5.6
	EU (28 países)	10.8 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>	10.8	10.9	10.9	10.8	10.7	10.6	10.3 <sup>b</sup>	9.6	9.7 <sup>b</sup>	9.4 <sup>b</sup>	9.3 <sup>b</sup>	9.1 <sup>e</sup>	8.7 <sup>e</sup>	8.8 <sup>bp</sup>	8.7 <sup>p</sup>

b: quebra da serie temporal

p: provisional

e: estimado

Fonte: Eurostat/2019, Site: (Parlamento Europeu/Eurostat)

Anexo 3. PIB/2018 dos Estados-Membros da UE em comparação com outros dados.

<b>Comparativo PIB, População, Território e Emissões de Gases de Efeito Estufa</b>						
<b>Estados-Membros da União Europeia</b>	<b>Possuem centrais nucleares</b>	<b>PIB 2018 (Euro - Milhões)</b>	<b>População (milhões de hab.)</b>	<b>Território (Área km2)</b>	<b>Emissões de GEE 2016 (ton. de CO2/per capita)</b>	
<b>1</b>	Alemanha	x	3.386.000,00	82.200.162	357,021	11.4
<b>2</b>	Áustria		386.093,80	8.327.230	83,858	9.4
<b>3</b>	Bélgica	x	450.576,80	10.660.770	30,510	10.8
<b>4</b>	Bulgária	x	55.182,20	7.605.064	110,912	8.4
<b>5</b>	Chéquia ou República Checa	x	207.393,00	10.345.924	78,866	12.4
<b>6</b>	Chipre		20.730,90	796.350	9,250	11.3
<b>7</b>	Croácia		51.467,80	4.453.500	56,594	5.9
<b>8</b>	Dinamarca		297.273,40	5.479.712	43,094	9.3
<b>9</b>	Eslováquia		90.201,80	5.398.759	48,845	7.6
<b>10</b>	Eslovénia		45.947,60	2.022.636	20,253	8.6
<b>11</b>	Espanha	x	1.206.878,00	45.257.696	504,782	7.3
<b>12</b>	Estónia		25.656,90	1.338.617	45,226	15.0
<b>13</b>	Finlândia	x	233.555,00	5.296.826	337,030	11.1
<b>14</b>	França	x	2.348.991,00	63.779.059	643,548	7.1
<b>15</b>	Grécia		184.713,60	11.216.708	131,940	8.8
<b>16</b>	Hungria	x	131.935,10	10.046.273	93,030	6.3
<b>17</b>	Irlanda		318.460,00	4.414.797	70,280	13.5
<b>18</b>	Itália		1.753.948,50	60.017.335	301,320	7.2
<b>19</b>	Letónia		29.523,70	2.269.101	64,589	6.0
<b>20</b>	Lituânia	x	45.133,60	3.365.442	65,200	7.1
<b>21</b>	Luxemburgo		58.869,00	482.186	2,586	19.8
<b>22</b>	Malta		12.319,80	410.494	0,316	5.0
<b>23</b>	Países Baixos (Holanda)		772.694,00	16.402.047	41,526	12.2
<b>24</b>	Polónia		496.630,50	37.996.168	312,685	10.5
<b>25</b>	Portugal		201.530,50	10.633.006	92,931	6.9
<b>26</b>	Reino Unido	x	2.390.192,30	61.270.283	244,820	7.9
<b>27</b>	Roménia	x	202.079,40	21.423.366	238,391	5.8
<b>28</b>	Suécia	x	467.011,90	9.181.706	449,964	5.6

Fontes/Entidades: Eurostat | Institutos Nacionais de Estatística, PORDATA  
 Site: <https://www.pordata.pt/>  
 Última atualização: 11/03/2019  
 PIB de acordo com o Sistema Europeu de Contas 2010.

Anexo 4. Lista atual de países da UE (EU-28) detentores de Centrais Nucleares.

Países Membros da União Europeia	Centrais Nucleares (em operação) quant. em nº.	Centrais Nucleares (em construção) quant. em nº.	Não possuem Centrais Nucleares	1º GRUPO	2º GRUPO	3º GRUPO
Alemanha	12			Alemanha	Eslováquia	Áustria
Áustria				Bélgica		Bulgária
Bélgica	2			Chéquia ou República Tcheca		Chipre
Bulgária	1			Espanha		Croácia
Chéquia ou República Tcheca	2			Finlândia		Dinamarca
Chipre				França		Eslovénia
Croácia				Hungria		Estónia
Dinamarca				Lituânia		Grécia
Eslováquia		1		Reino Unido		Irlanda
Eslovénia				Roménia		Itália
Espanha	6			Suécia		Letónia
Estónia						Luxemburgo
Finlândia	2					Malta
França	14					Países Baixos (Holanda)
Grécia						Polónia
Hungria	1					Portugal
Irlanda						
Itália						
Letónia						
Lituânia	1			<b>39,20%</b>	<b>Percentuais</b> dos países da UE-28 possuem centrais nucleares	
Luxemburgo						
Malta						
Países Baixos (Holanda)						
Polónia						
Portugal						
Reino Unido	6			<b>57,10%</b>	dos países da UE-28 <b>não</b> possuem centrais nucleares	
Roménia	1					
Suécia	3					
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>0</b>			

Fonte: Elaborada pelo autor com referência a:  
Site: *Wikipedia.com e google.com*  
Última atualização: 18/06/2019

Anexo 5. Linhas orientadoras. Questionário de aplicação ao especialista Gerson Ludwig.

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Gestão do território – Ambiente e Recursos naturais, realizado na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos (dissertação de Mestrado), sendo realçado que as respostas dos inquiridos representam apenas a sua opinião individual. Não existem respostas certas ou erradas. É solicitado previamente a utilização das respostas deste questionário para citações neste trabalho.

1- Na sua opinião, como a energia nuclear está sendo tratada pelo mundo? É uma opção positiva de energia ou não?

2- Na sua opinião, porque alguns países ainda continuam a construir centrais nucleares e a investir nessa fonte energética, ao contrário de outros que já não querem mais e pretendem fechar as centrais existentes? Quais decisões podem levar a isso?

3- Qual o futuro para a energia nuclear? principalmente na Europa. Sabe me dizer se estão investindo nessa área e nos estudos, ou não?

4- O que a tecnologia está preparando, nessa área? Fusão nuclear, produção de hidrogênio para os transportes... quais os grandes "triumfos" que poderão estar para acontecer e que poderá determinar os caminhos da energia nuclear?