

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior de Gestão e Tecnologia de Santarém



**POLITÉCNICO
DE SANTARÉM**

**GERIR DECISÕES ENERGÉTICAS SUSTENTÁVEIS: UMA
PERSPETIVA DA TEORIA DOS PROSPECTOS**

Mestrado em Gestão

Especialização em Gestão e Sustentabilidade

Dissertação

Pedro Miguel Frazão Guedes

Orientação:

**Paulo José Araújo dos Santos
Ricardo Miguel Vieira de São João**

Janeiro, 2026

Modelar decisões multicritério em grupo como jogos permite acelerar a tomada de decisão ao clarificar rapidamente os conflitos entre decisores.

(Leoneti, 2016)

Agradecimentos

A realização desta dissertação representa o culminar de um percurso académico exigente, marcado por desafios, aprendizagens e um crescimento pessoal significativo. Nada disto teria sido possível sem o contributo de várias pessoas e instituições, às quais expresso o meu mais profundo reconhecimento.

Em primeiro lugar, dirijo os meus agradecimentos aos meus professores orientadores, cujo papel foi determinante ao longo de todo este processo, nas diversas horas de reunião e horas assíncronas de acompanhamento. Ao Professor Paulo Santos, dirijo um agradecimento pelo desafio que me lançou ainda em tempo de aulas, que se revelou uma motivação essencial para a construção desta dissertação. Ao Professor Ricardo São João, deixo também uma palavra especial pela sua dedicação incansável, disponibilidade permanente, rigor científico e acompanhamento atento em cada fase desta investigação. Ao Professor Alexandre Leoneti, agradeço a disponibilização de conteúdos relevantes, pela clareza das explicações e pelas inúmeras reuniões que contribuíram para reforçar a solidez metodológica do trabalho.

Agradeço igualmente ao IPSantarém, na pessoa do seu Presidente, Professor João Moutão, pelo apoio institucional e pelas condições proporcionadas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta dissertação. O incentivo ao desenvolvimento académico e profissional dos seus colaboradores foi decisivo para que este trabalho pudesse ser realizado com rigor e serenidade.

Quero igualmente agradecer aos especialistas que contribuíram com o seu conhecimento na área da energia, Jaime Silva, Nuno Monteiro e Rui Lopes (Anexo 3). A vossa experiência, disponibilidade e apoio técnico foram fundamentais para aprofundar as análises e garantir o rigor científico deste estudo.

Agradeço também à Escola Profissional de Rio Maior (EPRM) na qualidade do seu Diretor Pedagógico, Dr. João União, pela oportunidade de realizar a recolha de dados necessária junto dos alunos dos cursos 96 e alguns do curso 101, tornando possível a aplicação prática das metodologias propostas e a concretização dos objetivos desta investigação.

O meu reconhecimento estende-se aos docentes do mestrado, cuja competência pedagógica e exigência académica contribuíram para a construção das bases teóricas

e das competências essenciais ao desenvolvimento desta dissertação. À coordenadora de curso, agradeço pela organização rigorosa, orientação institucional e apoio contínuo ao longo de todo o percurso académico.

Aos meus colegas de mestrado, deixo um agradecimento muito especial pela entreeajuda constante, pelas discussões construtivas e pelo ambiente de cooperação que tornaram esta jornada mais leve e enriquecedora. Aos colegas que são também colegas de trabalho, agradeço pela compreensão nos momentos de maior exigência, pelo apoio diário e pela capacidade de conciliar responsabilidades num equilíbrio que muito facilitou a conclusão deste trabalho.

Aos meus colegas de gabinete, deixo um agradecimento especial pela convivência diária, pelo ambiente de trabalho sempre colaborativo e pelas conversas que tantas vezes ajudaram a aliviar a pressão própria deste processo. A vossa disponibilidade para apoiar, ouvir e partilhar ideias foi fundamental para manter o equilíbrio e a motivação ao longo desta jornada.

Aos meus amigos em geral, que inúmeras vezes se disponibilizaram para ajudar e acompanhar cada etapa deste percurso, expresso também a minha profunda gratidão. As perguntas frequentes sobre o ponto de situação, o interesse genuíno e o apoio constante foram motores importantes de motivação, lembrando-me sempre da importância de continuar a avançar. Já em particular a um grupo de amigos muito especial, agradeço a amizade, o incentivo constante e os momentos de descontração que tantas vezes trouxeram equilíbrio aos períodos mais intensos do percurso académico.

Para terminar, mas de forma absolutamente central, agradeço à minha família. O vosso apoio incondicional, paciência, compreensão e presença constante foram pilares essenciais para que este projeto fosse possível. Este trabalho é tanto meu quanto vosso. A todas aquelas pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que esta etapa fosse possível, deixo o meu profundo e autêntico agradecimento. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio, cada partilha de conhecimento e cada presença representaram um contributo significativo para a construção do caminho que culmina neste trabalho. Ao longo deste percurso, encontrei pessoas que ajudaram a manter a motivação, a clareza e a determinação necessárias para chegar até aqui. A todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada académica, pessoal e profissional, expresso o meu sincero e sentido obrigado!!!

Resumo

A sobrevivência da humanidade depende cada vez mais das suas ações. A sustentabilidade é um tema premente, que necessita de ser considerado de forma assídua em todas as nossas decisões. São vários os fatores que influenciam o desenvolvimento de uma decisão em detrimento de outras opções mais sustentáveis.

As Análises de Decisão Multicritério (MDCA, do inglês *Multi-Criteria Decision Analysis*) são utilizadas para objetivar, apoiar e tornar mais transparente o processo de tomada de decisão em problemas complexos que envolvem vários critérios a considerar na análise. Verifica-se um maior grau de satisfação e um maior sentido de justiça quando aplicados os métodos MDCA em contexto de decisão em grupo. O compromisso coletivo por uma solução, bem como a respetiva negociação, tendem a ser reforçados e sustentados pela aplicação dos métodos MCDA.

Pretende-se, com esta dissertação, contribuir para futuros trabalhos de replicação dos estudos realizados pelo Professor Doutor Alexandre Leoneti, docente da Universidade de São Paulo (USP), no âmbito do apoio à tomada de decisão (Leoneti e Gomes, 2021). Nesse sentido, propõe-se a adição de um 4º caso que apresente critérios e alternativas explicitamente associados à sustentabilidade na sua vertente ambiental. Pretende-se, ainda, envolver alunos do ensino profissional na construção da árvore de valor (e.g., seleção de critérios, alternativas e descritores de desempenho) de dois casos ligados a fontes de produção de energia e, através de modelos MDCA, apoiar a escolha de uma das alternativas analisadas.

Palavras-Chave

Análise Multicritério, árvore de valor, energia, teoria dos prospectos e sustentabilidade.

Abstract

The survival of humanity increasingly depends on its own actions. Sustainability is a pressing issue that must be systematically integrated into all decision-making processes. In management, multiple factors often influence the selection of decisions at the expense of more sustainable alternatives.

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods are used to objectify, support, and enhance the transparency of complex decisions involving multiple criteria. Research shows that applying MCDA in group decision-making increases satisfaction levels and the perception of fairness. These methods foster group commitment and facilitate negotiation toward a collectively supported solution.

This dissertation aims to contribute to future replication studies of the research conducted by Professor Alexandre Leoneti, from the University of São Paulo (USP), in the field of decision support (Leoneti e Gomes, 2021). To this end, it proposes the addition of a fourth case that presents criteria and alternatives explicitly associated with sustainability in its environmental dimension. Furthermore, it seeks to involve vocational education students in the construction of the value tree (e.g. selection of criteria, alternatives and performance descriptors) for two case studies related to energy production sources and, through MCDA models, to support the selection of one of the alternatives analysed.

Keywords

Multi-Criteria Decision Analysis, Value Tree, Energy, Prospect Theory and Sustainability

Índice

1	Introdução.....	1
	Objetivos da dissertação:	8
2	Revisão da literatura.....	9
2.1	Teoria da Decisão.....	11
2.1.1	Teoria dos Prospetos e Teoria da Utilidade Esperada.....	12
2.1.2	Teorema de Nash.....	12
3	Metodologia.....	13
3.1	Estruturação do problema.....	13
3.2	Fase preliminar.....	14
3.3	Fase de recolha.....	20
3.4	Fase final.....	26
4	Resultados e Discussão.....	27
4.1	Questões, objetivos e hipóteses de pesquisa.....	27
4.2	Recolha dos dados.....	28
4.2.1	Alternativas escolhidas pelos elementos dos grupos e sugeridas pelo método proposto por (Leoneti, 2016).....	28
4.2.2	Registos de negociação pelos elementos dos grupos.....	29
4.3	Cálculo do ROC - <i>Ranking Order Centroid</i>	31
4.4	Cálculo da Barganha de NASH.....	31
5	Conclusão.....	36
	Referências.....	38
	Anexos.....	40
	Anexo 1 - Análise dos casos de estudo e tomada de decisões.....	41
	Anexo 2 - Questionário de satisfação.....	44
	Anexo 3 – Síntese Curricular dos Especialistas.....	45

Índice de Figuras

Figura 1 - <i>SDG Index & Monitoring</i>	2
Figura 2 - Evolução da dependência energética de Portugal	4
Figura 3 - Evolução da incorporação de renováveis no consumo final bruto de energia, de acordo com a Diretiva 28/2009/CE e o Decreto-Lei n.º 84/2022	5
Figura 4 - Gestão do Sistema da Rede Elétrica Nacional (REN).....	7
Figura 5 - Disposição da sala de reuniões	20
Figura 6 - Disposição da sala de reuniões	21
Figura 7 - Disposição da sala de reuniões	21
Figura 8 - Recompensas.....	22
Figura 9 - Metodologia	24
Figura 10 - Cenários gerados a partir dos possíveis resultados do estudo.	25
Figura 11 - <i>Power BI</i> com o grau de satisfação global	34

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Produção de energia elétrica em Países da EU27 (TWh)	6
Tabela 2 - Contributo das FER no consumo final bruto de energia (ktep)	7
Tabela 3 - Caso 1	11
Tabela 4 - Caso 2	11
Tabela 5 - Atribuição de pontuação aos critérios pelos especialistas – Caso 1.....	15
Tabela 6 - Atribuição de pontuação aos critérios pelos especialistas – Caso 2.....	15
Tabela 7 - Classificação dos critérios pelos especialistas – Caso 1	16
Tabela 8 - Classificação dos critérios pelos especialistas – Caso 2.....	16
Tabela 9 - Matriz de correlações do caso 1	18
Tabela 10 - Matriz de correlações do caso 2	19
Tabela 11 - Alternativas escolhidas pelos elementos e sugeridas pelo método proposto por Leoneti (2016)	29
Tabela 12 - Cálculo do ROC	31
Tabela 13 - Valores máximos de ganhos entre todos os decisores.....	33
Tabela 14 - Somatórios finais	33

Lista de Siglas e Acrónimos

BSSD – *Business Council for Sustainable Development*

CEO – *Chief Executive Officer*

CFB – Consumo final bruto de energia

CO₂ – Dióxido de Carbono

COP28 – Conferência da ONU sobre o Clima

CSRD – *Corporate Sustainability Reporting Directive*

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

EPRM – Escola Profissional de Rio Maior

ESG – *Environmental, Social and Governance*

ESRS – *European Sustainability Reporting Standards*

EU – União Europeia

FCM-UNL – Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa

FC-UL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

FER – Fontes de Energia Renovável

IPSantarém – Instituto Politécnico de Santarém

JAMOVI – *Open statistical software for the desktop and cloud*

Ktep – QuiloToneladas Equivalentes de Petróleo

MDCA – *Multi-Criteria Decision Analysis*

NEFinder – *Nash Equilibrium Finder*

NPS – *Net Promoter Score*

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PNEC – Plano Nacional Energia Clima

REN – Rede Elétrica Nacional

ROC – *Ranking Order Centroid*

TWh – *Terawatts-Hora*

UE27 – União Europeia a 27 Estados Membros

USP – Universidade de São Paulo

VTF – *Value Focused Thinking*


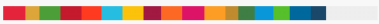







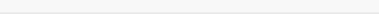

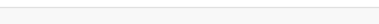













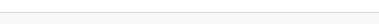












1 Introdução

A vida no planeta Terra, em particular a da humanidade, está dependente das escolhas que são feitas a todo o instante. O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland, «*O Nosso Futuro Comum*», da Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento, como «*o desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de resposta das gerações futuras às suas próprias necessidades*» (União Europeia, 2025). Segundo o Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD, do Inglês *Business Council for Sustainable Development*) e no seguimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definem as prioridades e aspirações dos 193 países para o nosso planeta até 2030, em áreas que afetam a qualidade de vida da população mundial. Adotada por todos os Estados-Membros das Nações Unidas em 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que entrou oficialmente em vigor em 2016, procura mobilizar esforços globais à volta de um conjunto de objetivos e metas comuns, com a ambição de “não deixar ninguém para trás” (BCSD Portugal, 2025).

Segundo a mesma fonte, existem 17 ODS, assentes em cinco P's (Pessoas, Prosperidade, Paz, Parcerias e Planeta) que representam um apelo urgente à ação de todos os países para uma resposta global. Os ODS abordam temas humanos, como a erradicação da pobreza e outras privações, que devem ser acompanhados de estratégias que melhorem a saúde e a educação, reduzam a desigualdade e estimulem o crescimento económico – ao mesmo tempo que combatem as alterações climáticas e preservam os ecossistemas.

Segundo o *ranking* *SDG Index & Monitoring*, a Organização das Nações Unidas (ONU) monitoriza o progresso dos países ao nível dos ODS. Na Figura 1 pode verificar-se que Portugal ocupa a décima sexta posição no *ranking*, com o valor de 80,22 em 100 possíveis, classificação que mede o progresso total em direção a alcançar os 17 ODS e pode ser interpretada como uma percentagem de realização dos ODS. (SDG Index & Monitoring, 2025).

Figura 1 - SDG Index & Monitoring

Rank	Country	Score	Performance by SDG
1	 Finland	86.35	
2	 Sweden	85.70	
3	 Denmark	85.00	
4	 Germany	83.45	
5	 France	82.76	
6	 Austria	82.55	
7	 Norway	82.23	
8	 Croatia	82.19	
9	 United Kingdom	82.16	
10	 Poland	81.69	
11	 Slovenia	81.34	
12	 Czechia	81.26	
13	 Latvia	80.99	
14	 Spain	80.70	
15	 Estonia	80.46	
16	 Portugal	80.22	
17	 Belgium	80.04	
18	 Japan	79.87	
19	 Iceland	79.54	

Fonte: *SDG Index & Monitoring* (2025)

De entre os vários ODS, o reporte e a transparência assumem-se como dois fatores importantes para cimentar as organizações num mercado cada vez mais global. Transmitir o desempenho não financeiro da empresa tem, assim, cada vez mais pertinência no tempo em que vivemos, nomeadamente, o desempenho ambiental, social e de governança (*Environmental, Social and Governance - ESG*). Em 2022, a Comissão Europeia publicou a *Corporate Sustainability Reporting Directive – CSRD* (Diretiva (UE) 2022/2464) a qual estabelece a obrigatoriedade de as empresas divulgarem informação sobre questões de sustentabilidade.

Ao analisar a Diretiva, que deveria ter sido transposta para a legislação nacional até junho de 2024, os padrões para a Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade (*European Sustainability Reporting Standards - ESRS*) estão divididos em doze documentos que contemplam: duas normas gerais (ESRS 1 e ESRS 2); cinco normas

na vertente ambiental (ESRS E1 – Alterações climáticas, ESRS E2 – Poluição, ESRS E3 – Recursos hídricos e marinhos, ESRS E4 – Biodiversidade e ecossistemas, e ESRS E5 – Uso de recursos e economia circular); uma norma de governança (ESRS G1 – Conduta empresarial); e quatro normas na vertente social (ESRS S1 – Força de trabalho própria, ESRS S2 – Trabalhadores da cadeia de valor, ESRS S3 – Comunidades afetadas, e ESRS S4 – Consumidores e utilizadores) (Diretiva (UE) 2022/2464 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de dezembro, 2022).

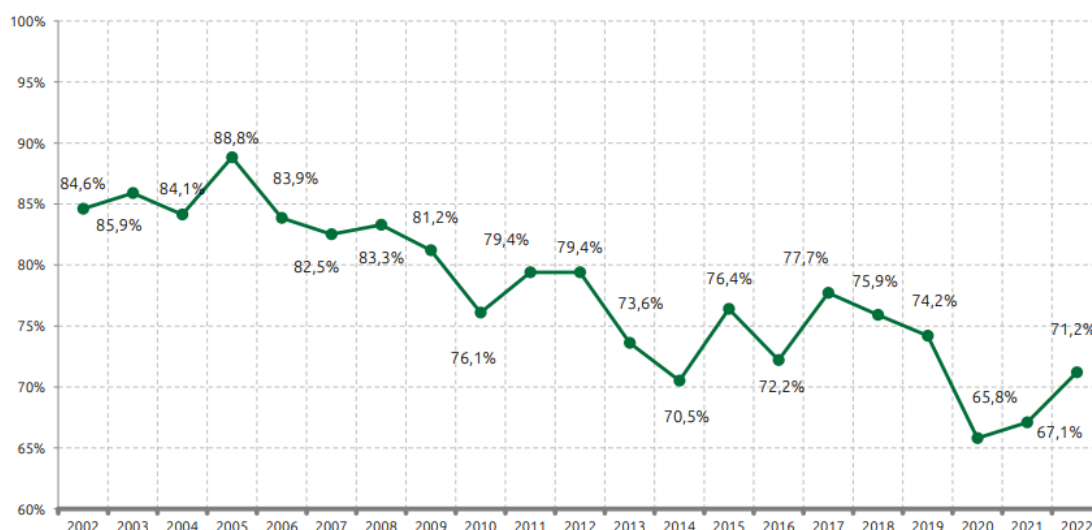
Os padrões ESRS resultam da apresentação pela Comissão Europeia, em 11 de dezembro de 2019, do Pacto Ecológico Europeu, que propõe uma nova estratégia de crescimento para a Europa, assente em transformar a União Europeia numa sociedade justa e próspera, com uma economia moderna, sustentável e competitiva, com o objetivo central de alcançar a neutralidade carbónica até 2050, reduzindo as emissões líquidas de gases de efeito estufa a zero e promovendo um crescimento económico desvinculado da exploração intensiva de recursos naturais. A sua materialização ocorre após a Conferência da ONU sobre o Clima (COP28) com a publicação de um pacote legislativo designado “Objetivo 55”, que visa reduzir as emissões de gases com efeito estufa em, pelo menos, 55 % até 2030. Para a Presidente da Comissão Europeia, *Ursula von der Leyen*, numa comunicação publicada na página oficial da Comissão Europeia, (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/ip_23_4754), declarou: “O Pacto Ecológico Europeu está a permitir-nos introduzir as mudanças necessárias para reduzir as emissões de CO₂, tendo simultaneamente em conta os interesses dos nossos cidadãos e proporcionando novas oportunidades à indústria europeia”.

Os eventos e ações promovidas pelas Nações Unidas, nomeadamente o Acordo de Paris adotado em 2015, contribuíram para uma maior atenção internacional às alterações climáticas e impulsionaram uma mudança de paradigma com vista à redução do aquecimento global do planeta para um limite máximo de 2°C relativamente aos níveis pré-industriais. Neste contexto e em linha com o Pacto Ecológico Europeu, Portugal assumiu o compromisso de alcançar a neutralidade carbónica até 2050, através da transição energética, da redução das emissões de gases com efeito estufa e do estabelecimento de uma meta de 32% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto (ADENE, 2025).

Neste sentido, conforme corporizado no relatório do Observatório da Energia et al., (2024), Portugal define a diminuição da dependência energética face ao exterior como um dos principais objetivos da política energética nacional, estando definida a meta de 65% em 2030 no Plano Nacional Energia Clima (PNEC). Nos últimos 20 anos, o peso

do contributo das fontes de energia fósseis de proveniência externa, atendendo à inexistência de produção nacional, no consumo total de energia primária tem evidenciado uma tendência de redução (Figura 2). Em 2022, a dependência energética situou-se em 71,2%. Segundo o mesmo documento, a recuperação da atividade económica resultou num aumento do consumo de energia, cujo efeito se refletiu no incremento da dependência energética, em relação a 2021. Importa ainda referir que, desde 2019, Portugal não importa carvão de origem fóssil para a produção de eletricidade, o que tem contribuído de forma positiva para a redução da dependência energética.

Figura 2 - Evolução da dependência energética de Portugal



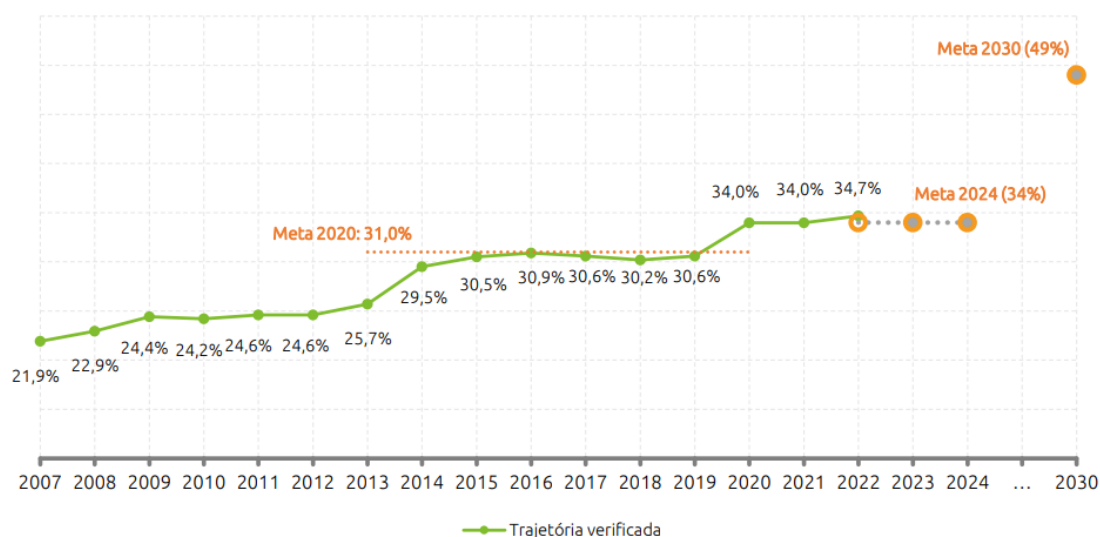
Fonte: Observatório da Energia et al. (2024)

Aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho, o PNEC estabelece os objetivos das políticas energéticas e climática no decénio 2021-2030. São definidas metas de 49% de incorporação de energias renováveis no consumo final bruto de energia (CFB), 20% de energias renováveis no consumo final de energia no setor dos transportes e 80% de energias renováveis na produção de eletricidade (Observatório da Energia et al., 2024).

O Decreto-Lei n.º 84/2022, de 9 de dezembro, que transpõe a Diretiva (UE) 2018/2001, de 11 de dezembro de 2018, relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis, estabelece novos objetivos mais ambiciosos, nomeadamente 49% de renováveis no CFB (com metas indicativas faseadas no tempo, sendo a mais próxima

de 34% até 2024) (Figura 3) e 29% de renováveis no consumo final de energia no setor dos transportes (Observatório da Energia et al., 2024).

Figura 3 - Evolução da incorporação de renováveis no consumo final bruto de energia, de acordo com a Diretiva 28/2009/CE e o Decreto-Lei n.º 84/2022



Fonte: Observatório da Energia et al., (2024)

Neste sentido, é importante diminuir a dependência de combustíveis fósseis, e aumentar a produção de energias renováveis. Conforme exemplificado na Tabela 1, Portugal ocupa o 14º lugar ao nível da produção de energia elétrica, tanto em 2005 como em 2022. Verifica-se que a evolução da produção de energia elétrica entre 2005 e 2022 foi de 2,9 *Terawatts-Hora* (TWh), o que representa um acréscimo de 5%, no entanto, salienta-se que o peso das fontes de energia renovável (FER) passou de 14,6 TWh em 2005 para 34 TWh em 2022, o que representa um aumento de 132%.

Segundo a mesma fonte (DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, 2025), em 2022, Portugal foi o quarto país da União Europeia (UE27) com maior incorporação de FER na produção de energia elétrica. Esta posição deve-se sobretudo às fontes hídrica e eólica, que contribuíram com 77% para esta produção. Na UE27, o contributo das FER na produção de eletricidade evoluiu de 16,4% em 2005 para 41,2% em 2022, o que corresponde a um aumento de 143%. As tecnologias eólica e fotovoltaica, foram as que mais contribuíram para este aumento (DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, 2025).

Tabela 1 - Produção de energia elétrica em Países da EU27 (TWh)

	2005			2022			Variação % _22/_05	
	TOTAL	FER	% FER	TOTAL	FER	% FER	TOTAL	FER
Suécia	150,9	76,8	50,9%	139,8	116,5	83,3%	-7,4%	52%
Dinamarca	37,6	9,3	24,6%	36,5	28,2	77,2%	-2,9%	204%
Áustria	67,1	42,2	62,9%	73,4	54,8	74,7%	9,4%	30%
Portugal	52,9	14,6	27,7%	55,8	34	61,0%	5,5%	132%
Croácia	17,5	6,1	35,2%	18,8	10,4	55,5%	7,4%	70%
Letónia	7,1	3	43,0%	7,3	3,9	53,3%	2,8%	28%
Espanha	288,1	55,2	19,2%	268,1	136,5	50,9%	-6,9%	147%
Finlândia	87,6	23,6	26,9%	84,7	40,6	47,9%	-3,3%	72%
Alemanha	611,7	64,7	10,6%	547	260,6	47,6%	-10,6%	303%
Roménia	56,5	16,3	28,8%	56,3	24,6	43,7%	-0,4%	51%
Grécia	63,2	5,2	8,2%	56	23,7	42,4%	-11,4%	357%
Países Baixos	118,2	7,4	6,3%	117,5	46,9	39,9%	-0,6%	530%
Itália	345,9	56,4	16,3%	325	120,6	37,1%	-6,0%	114%
Eslovénia	14,8	4,2	28,7%	14,8	5,5	37,0%	0,0%	29%
Irlanda	27,7	2	7,2%	33,9	12,5	36,8%	22,4%	525%
Bélgica	90,6	2,2	2,4%	87	25,3	29,1%	-4,0%	1071%
Estónia	8,6	0,1	1,1%	9,9	2,9	29,1%	15,1%	2888%
França	510,8	70,2	13,7%	484,1	132,3	27,3%	-5,2%	88%
Lituânia	11,4	0,4	3,8%	12,8	3,4	26,5%	12,3%	672%
Eslováquia	28,1	4,4	15,7%	28	6,4	22,9%	-0,4%	45%
Polónia	144,1	3,6	2,5%	177	37,2	21,0%	22,8%	927%
Bulgária	36,3	3,1	8,7%	38,3	7,7	20,2%	5,5%	146%
Chipre	4,4	0	0,0%	5,3	0,9	17,0%	20,5%	-
Luxemburgo	6,6	0,2	3,2%	6,7	1,1	15,9%	1,5%	407%
Chéquia	69,3	2,6	3,8%	70,3	10,9	15,5%	1,4%	316%
Hungria	42	1,9	4,4%	47,9	7,4	15,3%	14,0%	296%
Malta	2,2	0	0,0%	2,9	0,3	10,1%	31,8%	-
EU 27	901,10	475,8	16,4%	2804,9	1154,9	41,2%	-3,3%	143%

Fonte: DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia (2025)

Já de acordo com a Tabela 2, que mostra a evolução do consumo final bruto de energia, comparando 2023 com 2015, verifica-se um aumento total do consumo de 887 quilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep); no entanto, o contributo das FER foi de 1103 ktep, o que equivale a um acréscimo de 4,70%.

Tabela 2 - Contributo das FER no consumo final bruto de energia (ktep)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Consumo final bruto de energia (CFBE)	17009	17090	17396	17638	17810	16100	16886	17599	17896
Contributo FER	5190	5275	5325	5327	5454	5471	5738	6103	6293
Eletricidade	2410	2499	2540	2479	2526	2625	2701	2899	3029
Aquecimento e arrefecimento	2440	2496	2520	2544	2621	2565	2676	2837	2868
Transportes	341	279	264	304	307	281	362	366	396
Peso das FER	30,50%	30,90%	30,60%	30,20%	30,60%	34%	34%	34,70%	35,20%

Fonte: DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia (2025)

Enquanto gestora técnica global do Sistema Elétrico Nacional, a REN - Rede Elétrica Nacional é a entidade responsável por assegurar a segurança e continuidade do serviço de eletricidade. A REN gere de forma permanente, no seu centro de Despacho, o equilíbrio entre a produção e o consumo de energia elétrica (Figura 4). Em novembro de 2023, “Portugal continental atingiu o recorde de 149 horas consecutivas de produção de energias renováveis, superando o consumo industrial e residencial em todo o País” (REN - Rede Elétrica nacional, 2025).

Figura 4 - Gestão do Sistema da Rede Elétrica Nacional (REN)



Fonte: REN - Rede Elétrica nacional (2025).

Neste contexto, e à luz dos desafios crescentes que se colocam às instituições no século XXI, em particular no domínio da energia, torna-se evidente a necessidade de reforçar

abordagens analíticas e estruturadas que suportem a tomada de decisão. O aumento exponencial da procura energética, impulsionado pela expansão da inteligência artificial e pela crescente adoção de viaturas elétricas, coloca novas exigências à sustentabilidade, eficiência e resiliência dos sistemas de produção de energia. Estas transformações intensificam a complexidade dos cenários a considerar, exigindo decisões cada vez mais informadas, multidimensionais e baseadas em evidência. É neste enquadramento que a presente dissertação se posiciona, articulando a necessidade de responder a tais desafios globais com a missão de apoiar os decisores institucionais através de ferramentas e metodologias robustas, conforme se explicita nos objetivos que a orientam.

Objetivos da dissertação:

Como objetivo geral da dissertação e no âmbito das funções desempenhadas enquanto elemento do Gabinete de Planeamento, Avaliação e Qualidade do IPSantarém, pretende-se apoiar os decisores fornecendo análises detalhadas, informação estratégica e perspetivas integradas, que possibilitem decisões informadas e alinhadas com os objetivos institucionais. Esta atuação envolve a interpretação de cenários complexos, a identificação de riscos e oportunidades e a apresentação de soluções fundamentadas em dados e evidência. Além disso, promove-se a articulação entre diferentes partes interessadas, garantindo que as decisões sejam inclusivas, consistentes e direcionadas para resultados sustentáveis e eficazes.

Pretende-se, com esta dissertação, contribuir para futuros trabalhos de replicação dos estudos realizados pelo Professor Doutor Alexandre Leoneti, docente da Universidade de São Paulo (USP) no âmbito do Apoio à Tomada de Decisão (Leoneti e Gomes, 2021). Ou seja, pretende-se adicionar um quarto caso que apresente critérios e alternativas explicitamente ligados à sustentabilidade na sua vertente ambiental. Pretende-se, ainda, envolver alunos do ensino profissional na construção da árvore de valor (e.g., seleção de critérios, alternativas e descritores de desempenho) de dois casos ligados a fontes de produção de energia e, através de modelos MDCA, apoiar a escolha de uma das alternativas analisadas.

2 Revisão da literatura

A energia pode manifestar-se sob diferentes formas, sendo as principais a energia mecânica, térmica, química, atômica e elétrica. A energia mecânica está associada ao movimento e à posição dos corpos, dividindo-se em energia cinética e potencial, sendo essencial em sistemas de transporte e máquinas (Mosca e Tiper, 2015). A energia térmica resulta da agitação das partículas e está diretamente relacionada à temperatura, sendo utilizada em processos de aquecimento e geração de vapor (Freedman e Young, 2016). A energia química encontra-se armazenada nas ligações químicas das substâncias e é libertada em reações, como na combustão de combustíveis ou na digestão de alimentos (Brown et al., 2018). A energia atômica ou nuclear provém das interações no núcleo dos átomos, libertando grandes quantidades de energia em reações de fissão ou fusão, aplicadas em centrais nucleares (Krane, 1988). Por fim, a energia elétrica está relacionada com o movimento de cargas elétricas, sendo uma forma versátil e amplamente utilizada em sistemas de iluminação, telecomunicações e indústria (Serway e Jewett, 2018). Estas diferentes formas de energia são fundamentais para o funcionamento das sociedades modernas e para a transição energética em curso na União Europeia e em Portugal, que privilegia a utilização de fontes renováveis e a eficiência energética (European Commission, 2023; ADENE, 2025).

A transição para sistemas energéticos sustentáveis é um dos principais desafios da gestão contemporânea, exigindo uma análise integrada das diferentes formas e fontes de energia disponíveis. As formas de energia — mecânica, térmica, química, atômica e elétrica — constituem a base física para a conversão e utilização de energia nos diversos setores económicos (Çengel et al., 2019). No âmbito das fontes, distinguem-se as energias renováveis, como a hídrica, a eólica e a solar, a geotérmica, o hidrogénio, os combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) e a energia nuclear, cada uma com implicações distintas em termos de impacto ambiental, custo e segurança (IRENA, 2023). Entre as fontes renováveis, destacam-se a solar, a hídrica, a eólica, a energia das ondas e a biomassa, que desempenham um papel crucial na mitigação das emissões de gases com efeito estufa e na promoção da sustentabilidade (REN21, 2022).

Para avaliar estas opções energéticas, torna-se necessário recorrer a métodos de apoio à decisão que permitam integrar múltiplos critérios, como impacto ambiental, viabilidade económica, segurança e disponibilidade de recursos (Ishizaka e Nemery, 2013). Neste contexto, os métodos de decisão multicritério são amplamente utilizados para estruturar problemas complexos e atribuir pesos às alternativas com base em julgamentos de especialistas. Assim, a presente análise baseia-se na atribuição de pontuações por três

especialistas, considerando oito critérios previamente definidos, permitindo uma avaliação comparativa robusta e orientada para a tomada de decisão sustentável.

Deste modo, foram criadas duas matrizes (Tabelas 3 e 4) compostas por cinco alternativas e oito critérios cada, que se apresentam de seguida:

Critérios para o Caso 1:

- I. Durabilidade / Rentabilidade do investimento - Período de vida útil da tecnologia, refletindo a sua capacidade de gerar retorno ao longo do tempo;
- II. Custo de instalação - Montante de investimento inicial necessário para a implementação da tecnologia;
- III. Tempo médio de Instalação - Duração necessária para a instalação e entrada em funcionamento da tecnologia;
- IV. Perturbação do Fornecimento - Nível de impacto no fornecimento de energia durante a fase de implementação;
- V. Custo de produção - Custos associados à operação e produção de energia.
- VI. Disponibilidade - Grau de facilidade de acesso aos recursos e condições necessárias para a implementação da tecnologia;
- VII. Grau de Descarbonização - Capacidade da tecnologia para reduzir emissões de carbono; e
- VIII. Segurança para a comunidade durante o funcionamento - Nível de segurança associado à utilização da tecnologia.

Critérios para o Caso 2:

- I. Rentabilidade - Capacidade da tecnologia em gerar retorno económico ao longo do tempo;
- II. Potencial de redução de emissões de CO₂ - Capacidade da tecnologia para diminuir as emissões de dióxido de carbono;
- III. Potencial de produção - Capacidade de geração de energia da tecnologia;
- IV. Potencial de replicação noutras comunidades - Possibilidade de implementação da tecnologia em diferentes contextos geográficos ou sociais;
- V. Eficiência energética - Relação entre a energia produzida e os recursos utilizados;
- VI. Adaptação à paisagem - Grau de integração da tecnologia no meio envolvente, minimizando impactos visuais e ambientais;
- VII. Condições de segurança durante a produção de energia - Nível de segurança associado à operação da tecnologia durante a produção; e
- VIII. Postos de trabalho criados durante a exploração - Número de empregos gerados pela tecnologia na fase de operação.

Tabela 3 - Caso 1

Alternativas	Critérios							
	Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação	Tempo médio de Instalação	Perturbação do Fornecimento	Custo de produção	Disponibilidade	Grau de Descarbonização	Segurança para a comunidade durante o funcionamento
Energia A	6	6	6	8	4	4	7	8
Energia B	6	7	6	4	7	7	5	6
Energia C	5	7	4	5	7	7	5	6
Energia D	5	4	4	4	5	7	2	4
Energia E	8	7	7	1	5	9	6	2

Tabela 4 - Caso 2

Alternativas	Critérios							
	Rentabilidade	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Potencial de produção	Potencial de replicação noutras comunidades	Eficiência energética	Adaptação à paisagem	Condições de segurança durante a produção de	Postos de trabalho criados durante a exploração
Energia A	7	8	7	8	5	6	8	4
Energia B	6	8	7	4	7	4	7	6
Energia C	7	8	7	5	6	5	7	5
Energia D	5	7	6	3	5	6	6	5
Energia E	6	6	6	6	6	7	7	7

2.1 Teoria da Decisão

Segundo (Silva, 2024), que sintetiza uma história longa, rica e diversa, a teoria da decisão é uma abordagem lógica e interdisciplinar que visa compreender e apoiar o processo de escolha entre alternativas, especialmente em cenários de incerteza. Esta abordagem integra conhecimentos de matemática, economia, psicologia, sociologia e ciência política com o objetivo de analisar os paradigmas subjacentes à tomada de decisão e os seus fundamentos analíticos. O objetivo central da teoria da decisão é identificar a alternativa mais adequada para atingir um determinado objetivo, considerando fatores como os estados da natureza (eventos futuros incertos), as alternativas disponíveis e as recompensas esperadas. Adicionalmente, a teoria da

decisão disponibiliza métodos e modelos que ajudam a estruturar problemas decisórios, avaliar critérios e gerir múltiplos objetivos, sendo amplamente aplicada em contextos organizacionais e estratégicos com vista à melhoria da qualidade das escolhas e à redução de riscos.

2.1.1 Teoria dos Prospectos e Teoria da Utilidade Esperada

A teoria da utilidade esperada é apresentada como um modelo normativo, baseado num tratamento axiomático rigoroso, que descreve como as pessoas devem agir ao tomar decisões sob risco. O seu objetivo central é indicar a escolha racional, ou seja, aquela que maximiza a utilidade esperada do decisor, considerando as probabilidades dos diferentes resultados e as preferências individuais (Silva, 2024). Este modelo contrasta com abordagens descritivas, como a teoria dos prospectos de Kahneman e Tversky (1979), que procura explicar como as pessoas realmente se comportam em situações de incerteza, incorporando desvios à racionalidade previstos pela utilidade esperada. Enquanto a teoria da utilidade esperada assume consistência lógica e racionalidade perfeita, a teoria dos prospectos introduz ajustamentos ao modelo normativo, contemplando fatores cognitivos e comportamentais que influenciam as decisões reais (Silva, 2024).

2.1.2 Teorema de Nash

Todo o jogo finito, isto é, com um número finito de jogadores e um conjunto compacto e convexo de estratégias, admite uma solução em estratégias mistas (Simões, 2007). O Teorema de Nash, proposto por John Nash em 1950, é um conceito central na teoria dos jogos que descreve situações de equilíbrio em interações estratégicas. Um equilíbrio de Nash ocorre quando nenhum jogador consegue melhorar o seu resultado unilateralmente, assumindo que os demais mantêm as suas estratégias. Por outras palavras, cada estratégia escolhida constitui a melhor resposta às estratégias dos outros jogadores, garantindo a estabilidade no sistema de decisão. Este conceito é fundamental para modelar decisões em ambientes competitivos e cooperativos, pois permite prever comportamentos racionais em cenários onde as ações dos agentes são interdependentes. A aplicação do equilíbrio de Nash é ampla, abrangendo negociações empresariais, mercados regulados e políticas públicas, sendo um instrumento essencial para compreender conflitos e apoiar a identificação de soluções eficientes em decisões estratégicas (Fiane, 2009).

Neste contexto, vários autores citados por Ziotti e Leoneti (2020), referem que a perceção de justiça constitui um antecedente importante do compromisso com a

implementação de acordos. Quando um indivíduo percebe que não é beneficiado por uma solução proposta num acordo alcançado pelo grupo e que, pelo contrário, a quebra do contrato lhe traria maiores benefícios, é expectável que não cumpra o acordo. Moore (2007) citado por (Ziotti e Leoneti, 2020), afirma que compensações desequilibradas entre membros de um grupo são um forte indicador de quebra do contrato, o que pode ocorrer mesmo quando um indivíduo optaria por reduzir a maximização dos seus próprios ganhos. Ziotti e Leoneti (2020) citando Filenga e Siqueira (2006) referem que, quando existem indícios de que a decisão não será mantida, observam-se níveis mais baixos de satisfação e de percepção de justiça. Esta percepção de justiça pode manifestar-se ao nível processual (fases da decisão), distributivo (regras associadas aos resultados atribuídos – equidade, igualdade e necessidade) ou interativo (tratamento interpessoal).

3 Metodologia

Nesta seção são apresentados os procedimentos e etapas adotados para conduzir o estudo, detalhando-se os métodos utilizados para a recolha, análise e interpretação dos dados. A seguir, são descritas as fases do método aplicado, desde a conceção inicial do problema até à análise final das soluções propostas.

A aplicação do método envolveu duas fases principais: (i) a estruturação do problema em duas matrizes de decisão, organizadas com base em alternativas e critérios; e (ii) uma fase de decisão em grupo destinada a apoiar a gestão de alto nível. De seguida, as soluções propostas pelo método foram comparadas com as soluções dos estudantes recorrendo a uma análise qualitativa, visando alcançar uma decisão final. Os detalhes de cada uma destas fases serão explorados de forma mais aprofundada nos parágrafos seguintes (Ziotti e Leoneti, 2021).

3.1 Estruturação do problema

No âmbito de uma unidade curricular de análise de dados do Mestrado em Gestão, o Professor Paulo Santos solicitou colaboração para o desenvolvimento de um estudo baseado na tomada de decisão, já aplicado no Brasil e que se pretende replicar em Portugal em contexto similar, ou seja, no contexto do Ensino Superior.

Neste sentido, foram realizadas diligências com vista à retoma e assinatura de um novo protocolo de colaboração entre o IPSantarém e a Universidade de São Paulo, enquanto Instituições de Ensino Superior.

Entretanto, foram realizadas sessões e reuniões *online*, partilhadas informações e, foi identificado, que o caso de estudo apresentado carecia de adequação ao âmbito do

Mestrado em Gestão com especialização em Sustentabilidade. Esta adequação implicou a adição de um novo caso que seguisse os procedimentos do método *Value Focused Thinking* (VTF) (Keeney, 1996), aos três casos já apresentados por Ziotti e Leoneti (2021), designadamente, (i) escolha de um destino de viagem; (ii) escolha de uma escola de inglês, e (iii) escolha de um novo CEO para uma empresa.

Ao longo destas sessões e reuniões *online*, foram discutidos vários temas que envolvem a sustentabilidade, tendo-se alcançado um consenso quanto à necessidade de integrar explicitamente a vertente ambiental no novo caso de estudo.

Assim, adaptando o caso em análise, os decisores terão de escolher a alternativa mais adequada de modo que:

Uma comunidade deseja consumir energia considerada o mais sustentável nas vertentes ambiental, social e económica, não tendo ainda definido qual a forma de energia a adotar. A energia deverá, necessariamente, ser produzida pela comunidade, pelo que no processo de escolha da forma de produção a comunidade deverá considerar as preferências de todos os seus membros. Enquanto elemento dessa comunidade, o decisor deverá negociar com os restantes participantes a escolha da melhor alternativa/da considerada mais adequada.

3.2 Fase preliminar

O processo metodológico adotado neste estudo baseou-se na construção de duas matrizes de decisão fundamentadas na Teoria dos Prospeitos, integrando princípios de análise multicritério e perceção comportamental dos decisores.

Para assegurar a fiabilidade dos dados, foi constituído um painel de especialistas composto por três professores/formadores com experiência comprovada no setor da energia. A escolha destes especialistas seguiu critérios rigorosos, incluindo experiência profissional superior a dez anos e reconhecimento institucional enquanto docentes ou formadores em áreas relacionadas com energias renováveis e políticas energéticas. Este rigor metodológico contribui para garantir que as avaliações refletem conhecimento técnico e visão estratégica. Cada especialista classificou as alternativas relativamente a cada critério numa escala ordinal de 1 a 9, onde 1 representa o desempenho mínimo e 9 o desempenho máximo (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Atribuição de pontuação aos critérios pelos especialistas – Caso 1

Alternativas	Critérios								
	Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação	Tempo médio de Instalação	Perturbação de Fornecimento	Custo de produção	Disponibilidade	Grau de Descarbo nização	Segurança para a comunidade no funcionamento	Impactes ambientais
Energia A	5;8;6	5;8;5	3;9;6	8;8;7	2;8;3	3;5;5	8;8;6	9;8;7	3;8;4
Energia B	3;7;7	9;5;6	7;5;7	4;5;3	9;8;4	8;7;7	6;2;7	6;5;7	6;7;2
Energia C	2;7;5	7;5;8	4;5;4	5;7;3	7;7;6	7;7;8	7;3;6	7;7;5	4;7;3
Energia D	4;5;7	2;3;7	1;3;7	3;5;3	5;5;5	8;6;8	1;1;3	2;5;6	9;1;8
Energia E	7;8;9	9;3;9	9;3;8	1;1;2	6;5;3	9;8;9	6;5;8	1;1;3	7;2;4

Tabela 6 - Atribuição de pontuação aos critérios pelos especialistas – Caso 2

Alternativas	Critérios							
	Rentabilidade	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Potencial de produção	Potencial de replicação noutras comunidades	Eficiência energética	Adaptação à paisagem	Condições de segurança durante a produção de energia	Postos de trabalho criados durante a exploração
Energia A	7;9;5	8;8;8	9;8;5	9;9;7	5;7;3	4;8;6	8;9;8	1;5;7
Energia B	3;9;7	6;9;8	5;9;8	2;5;4	7;7;8	5;5;3	6;8;7	4;8;5
Energia C	6;9;7	7;8;9	5;8;8	3;5;7	5;7;5	4;6;4	7;8;7	3;8;5
Energia D	2;7;5	4;8;9	3;7;8	1;3;6	3;7;5	3;6;8	5;8;6	4;5;6
Energia E	5;9;5	5;7;5	6;7;5	6;5;7	6;7;5	7;7;8	5;7;8	6;7;8

Para consolidar as respostas e reduzir a variabilidade individual, foi calculada a média aritmética das três avaliações por célula, originando duas matrizes de decisão agregadas. Este procedimento contribui para assegurar maior robustez e consistência dos dados.

Inicialmente foram definidos nove critérios de avaliação para a primeira matriz. Para otimizar a análise e eliminar eventuais redundâncias, os especialistas realizaram uma ordenação por prioridade, atribuindo um *ranking* de importância a cada critério (Tabelas

7 e 8). O critério com menor *ranking* médio, “Impactes Ambientais”, foi eliminado, justificando-se essa decisão pela sua menor relevância relativa face aos objetivos estratégicos do estudo e pela redundância parcial com outros critérios relacionados com a sustentabilidade. Assim, as matrizes finais passam a considerar oito critérios, garantindo maior foco analítico e coerência metodológica.

Tabela 7 - Classificação dos critérios pelos especialistas – Caso 1

Importância	Formador 1	Formador 2	Formador 3
1º	Segurança para a comunidade no funcionamento	Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação
2º	Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação	Durabilidade / Rentabilidade do investimento
3º	Custo de instalação	Tempo médio de Instalação	Segurança para a comunidade no funcionamento
4º	Perturbação de Fornecimento	Perturbação de Fornecimento	Custo de produção
5º	Disponibilidade	Segurança para a comunidade no funcionamento	Tempo médio de Instalação
6º	Grau de Descarbonização	Custo de produção	Perturbação de Fornecimento
7º	Impactes ambientais	Impactes ambientais	Grau de Descarbonização
8º	Tempo médio de Instalação	Grau de Descarbonização	Impactes ambientais

Tabela 8 - Classificação dos critérios pelos especialistas – Caso 2

Importância	Formador 1	Formador 2	Formador 3
1º	Condições de segurança durante a produção de energia	Rentabilidade	Rentabilidade
2º	Rentabilidade	Potencial de produção	Potencial de produção
3º	Potencial de produção	Eficiência energética	Condições de segurança durante a produção de energia
4º	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Eficiência energética
5º	Adaptação à paisagem	Postos de trabalho criados durante a exploração	Potencial de replicação noutras comunidades
6º	Potencial de replicação noutras comunidades	Potencial de replicação noutras comunidades	Postos de trabalho criados durante a exploração
7º	Postos de trabalho criados durante a exploração	Condições de segurança durante a produção de energia	Potencial de redução de emissões de CO ₂
8º	Eficiência energética	Adaptação à paisagem	Adaptação à paisagem

Após o cruzamento das atribuições efetuadas pelos especialistas, foram criadas duas matrizes finais (já mencionadas nas Tabelas 3 e 4), correspondentes a diferentes cenários ou conjuntos de alternativas. Estas matrizes refletem não apenas os desempenhos objetivos, mas também a perceção subjetiva de perdas e ganhos, integrando fatores comportamentais críticos para a tomada de decisões estratégicas no setor energético.

Para complementar a análise multicritério e garantir a consistência do modelo, foi realizada uma avaliação da correlação entre os critérios considerados. Esta etapa permite identificar possíveis redundâncias/relações de dependência que possam influenciar a robustez da decisão. Assim, foram aplicados dois métodos estatísticos: a correlação de Pearson e a correlação de Spearman (Tabelas 9 e 10).

A interpretação conjunta destes coeficientes possibilita compreender a intensidade e direção das relações entre os critérios, assegurando que o conjunto final de indicadores mantém um nível de independência suficiente para suportar uma análise multicritério fiável. Deste modo, embora se verifiquem correlações fortes e moderadas entre alguns critérios, estas não configuram uma dependência funcional nem comprometem a autonomia conceptual de cada dimensão. Assim, para efeitos de avaliação multicritério, os critérios podem ser considerados suficientemente independentes.

Tabela 9 - Matriz de correlações do caso 1

Matriz de Correlações

		Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação	Tempo médio de Instalação	Perturbação de Fornecimento	Custo de produção	Disponibilidade	Grau de Descarbonização	Segurança para a comunidade no funcionamento
Durabilidade / Rentabilidade do investimento	R de Pearson	—							
	Rho de Spearman	—							
Custo de instalação	R de Pearson	0.470	—						
	Rho de Spearman	0.412	—						
Tempo médio de Instalação	R de Pearson	0.913*	0.514	—					
	Rho de Spearman	1.000***	0.412	—					
Perturbação de Fornecimento	R de Pearson	-0.569	-0.183	-0.282	—				
	Rho de Spearman	-0.433	-0.287	-0.433	—				
Custo de produção	R de Pearson	-0.304	0.486	-0.306	-0.238	—			
	Rho de Spearman	-0.306	0.648	-0.306	-0.216	—			
Disponibilidade	R de Pearson	0.456	0.236	0.146	-0.980**	0.375	—		
	Rho de Spearman	0.354	0.500	0.354	-0.918*	0.354	—		
Grau de Descarbonização	R de Pearson	0.546	0.717	0.697	0.266	-0.199	-0.299	—	
	Rho de Spearman	0.703	0.229	0.703	0.289	-0.541	-0.229	—	
Segurança para a comunidade no funcionamento	R de Pearson	-0.537	0.067	-0.196	0.943*	0.033	-0.907*	0.352	—
	Rho de Spearman	-0.216	-0.115	-0.216	0.921*	-0.108	-0.918*	0.368	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tabela 10 - Matriz de correlações do caso 2

Matriz de Correlações

		Rentabilidade	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Potencial de produção	Potencial de replicação noutras comunidades	Eficiência energética	Adaptação à paisagem	Condições de segurança durante a produção de energia	Postos de trabalho criados durante a exploração
Rentabilidade	R de Pearson	—							
	Rho de Spearman	—							
Potencial de redução de emissões de CO ₂	R de Pearson	0.535	—						
	Rho de Spearman	0.648	—						
Potencial de produção	R de Pearson	0.764	0.919*	—					
	Rho de Spearman	0.761	0.968**	—					
Potencial de replicação noutras comunidades	R de Pearson	0.746	0.087	0.332	—				
	Rho de Spearman	0.738	0.112	0.289	—				
Eficiência energética	R de Pearson	0.071	0.134	0.327	-0.280	—			
	Rho de Spearman	0.028	0.177	0.304	-0.158	—			
Adaptação à paisagem	R de Pearson	-0.157	-0.784	-0.721	0.388	-0.629	—		
	Rho de Spearman	-0.189	-0.803	-0.740	0.410	-0.541	—		
Condições de segurança durante a produção de energia	R de Pearson	0.845	0.395	0.645	0.919*	0.000	0.000	—	
	Rho de Spearman	0.825	0.500	0.645	0.894*	0.000	0.000	—	
Postos de trabalho criados durante a exploração	R de Pearson	-0.367	-0.686	-0.480	-0.274	0.629	0.154	-0.310	—
	Rho de Spearman	-0.460	-0.574	-0.444	-0.205	0.703	0.132	-0.344	—

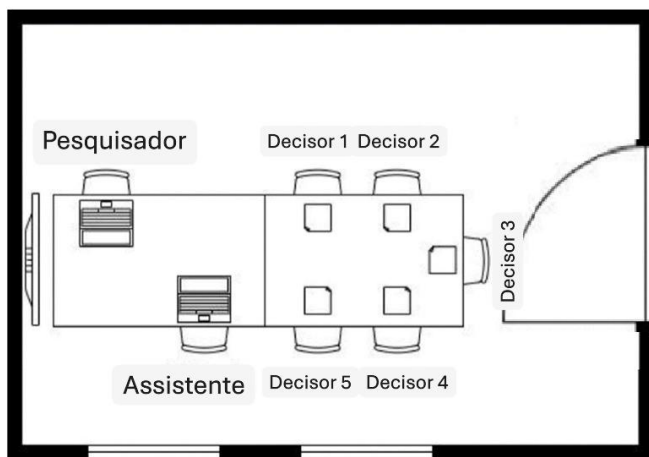
Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

3.3 Fase de recolha

Seguidamente, foram realizadas sessões com estudantes para a realização do estudo, não com estudantes do ensino superior, mas com estudantes do ensino profissional. A Escola Profissional de Rio Maior (EPRM), após os contactos estabelecidos, mostrou interesse em participar no estudo envolvendo a turma do 12º ano do Curso Técnico de Recursos Ambientais e Naturais e a turma do 11º ano do Curso Técnico de Eletrónica, Automação e Computadores atendendo a que a temática se encontra relacionada com os respetivos conteúdos programáticos.

O estudo foi realizado de acordo com o procedimento proposto por Leoneti e De Sessa (2017), tendo a sala de reuniões sido preparada conforme ilustrado nas Figuras 5, 6 e 7, e tidas em conta os benefícios e recompensas para os participantes (Figura 8). Caso a alternativa escolhida corresponda à mais preferida, serão atribuídos três pontos, caso seja a segunda mais preferida, receberão dois pontos, e caso não seja nenhuma das duas, receberão apenas um ponto. Todos estes pontos foram convertidos num número equivalente de caramelos e entregues aos participantes no final da realização dos dois casos completos.

Figura 5 - Disposição da sala de reuniões



Fonte: adaptado de Leoneti e De Sessa (2017).

Figura 6 - Disposição da sala de reuniões



Figura 7 - Disposição da sala de reuniões



Figura 8 - Recompensas



O estudo, conduzido pelos Professores Doutores Ricardo São João e Paulo Santos, foi dividido em cinco fases conforme ilustrado na Figura 9:

1. Fase preliminar, na qual foram apresentadas informações gerais sobre o método (principalmente no que diz respeito ao facto de ter sido baseado na teoria dos jogos), bem como as instruções e as regras do experimento;
2. Fase individual, na qual é apresentado o caso a resolver sob a forma de uma matriz de decisão, e em que os participantes procedem à classificação dos critérios e das alternativas de acordo com suas preferências (Anexo 1);
3. Fase de grupo, na qual cada participante é convidado a apresentar as preferências relativamente às alternativas sendo concedidos 15 minutos para negociação, durante os quais os dois pesquisadores acompanham e registam o processo de negociação, calculando a solução com base nos *payoffs* gerados pelo método de tomada de decisão multicritério em grupo; no final da negociação a divulgação da solução é feita simultaneamente com a apresentação de todos os arranjos possíveis calculados e dos respetivos *payoffs*, seguindo-se uma breve discussão sobre a comparação entre a solução negociada e a solução fornecida pelo método.
4. De seguida, cada participante apresenta a sua decisão final de forma secreta por meio de votação; e finalmente,
5. Uma fase final, na qual os pesquisadores divulgam se houve ou não comprometimento com o acordo por meio da verificação de unanimidade; case se verifique comprometimento (unanimidade), a decisão final

corresponde sempre à solução negociada pelo grupo, independentemente de esta coincidir ou não com a proposta pelo método; caso contrário, a solução final é definida pelos pesquisadores obedecendo a uma escolha aleatória entre a solução fornecida pelo método (aproximadamente em 50% das vezes) ou uma alternativa diferente entre a solução do método e a solução negociada, sendo esta última interpretada como uma decisão de tipo hierárquico (de cima para baixo) que penaliza o fato de o grupo não ter conseguido alcançar e assumir um compromisso coletivo relativamente à decisão final.

Os passos dois a cinco foram repetidos para o segundo caso.

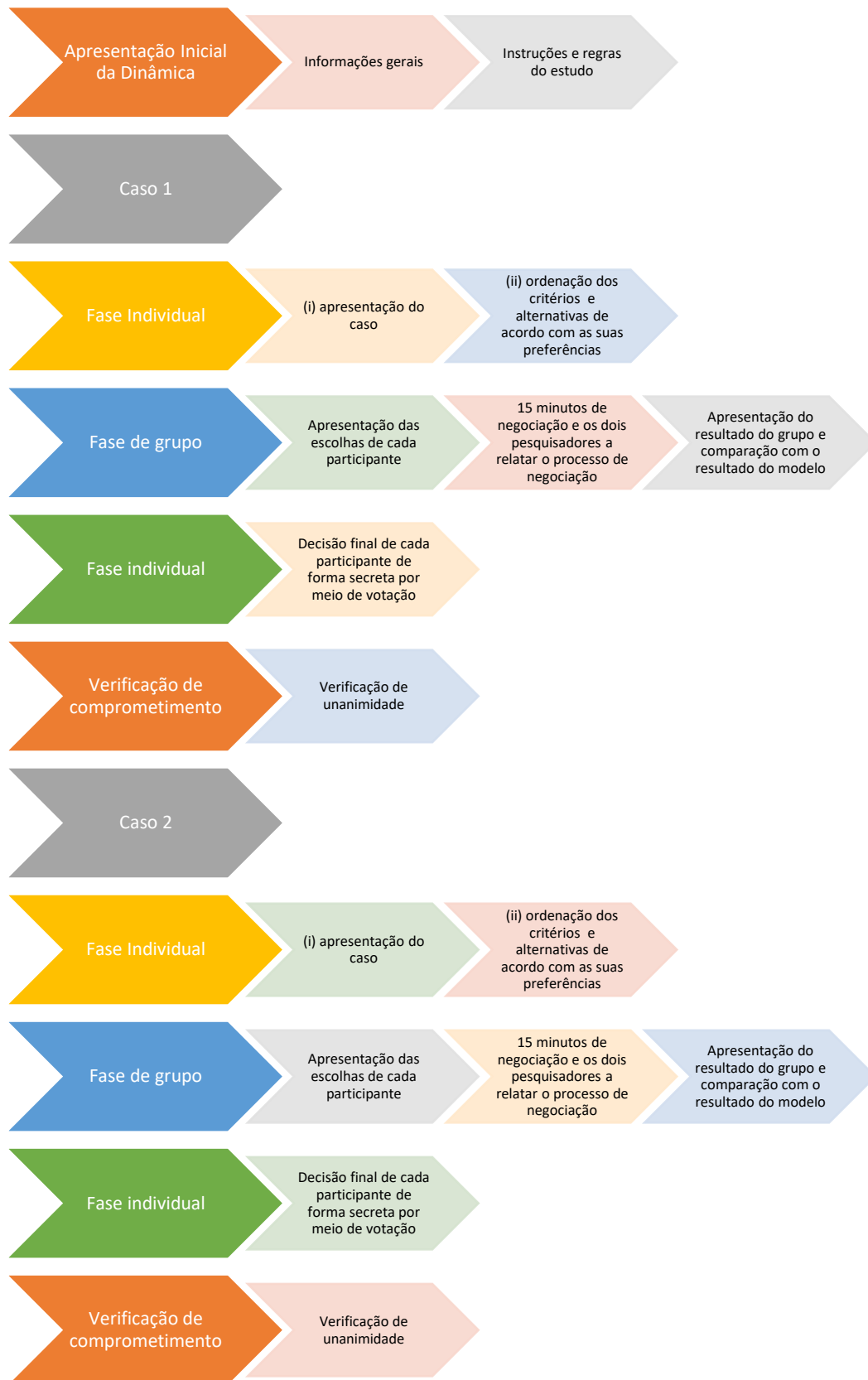
Por fim, à semelhança do procedimento de Leoneti e De Sessa (2017), cada participante avaliou o grau de satisfação global usando duas variáveis: senso de justiça e satisfação, ambas medidas numa escala tipo *Net Promoter Score* (Anexo 2). A Figura 10 ilustra os possíveis resultados que podem ser gerados a partir dos procedimentos do estudo, doravante chamados de cenários.

Sintetizando, nos “Cenários I” e “II” o grupo negociou a solução final e conseguiu alcançar um consenso, tendo todos os participantes votado no sentido de manter o acordo estabelecido representando comprometimento com a decisão final. A diferença entre estes dois cenários é que no “Cenário II” o método foi capaz de prever a decisão negociada pelo grupo.

Por outro lado, no “Cenário III” o grupo não conseguiu chegar a um consenso, ou seja, não houve comprometimento. No entanto, o método conseguiu prever a decisão negociada pelo grupo. No “Cenário IV” o grupo também não atingiu consenso, não tendo o método sido capaz de prever a decisão negociada pelo grupo.

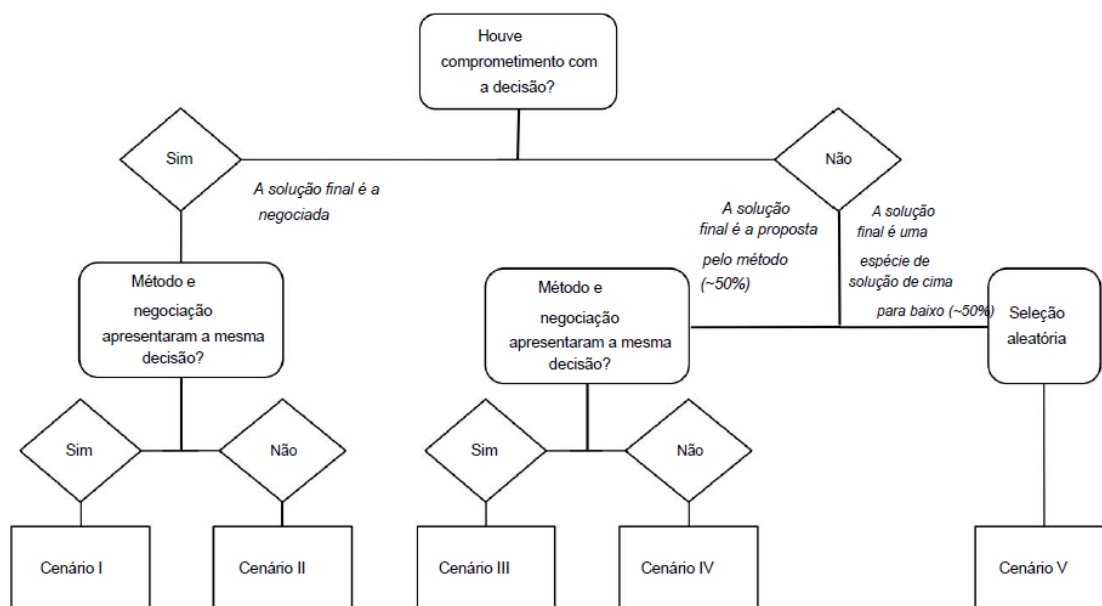
Obedecendo a um critério aleatório aplicado em 50% das vezes, tanto no “Cenário III” como no “Cenário IV”, a solução final, neste caso imposta pelos pesquisadores, foi sempre a solução fornecida pelo método. No “Cenário V” a decisão final foi também forçada pelos pesquisadores, envolvendo sempre uma solução diferente daquela proposta pelo método ou negociada pelo grupo, representando uma decisão externa de cima para baixo, desconstruindo o coletivo processo de tomada de decisão.

Figura 9 - Metodologia



Fonte: Adaptado de Ziotti e Leoneti (2021)

Figura 10 - Cenários gerados a partir dos possíveis resultados do estudo.



Fonte: Adaptado de Ziotti e Leoneti (2021)

A recolha de dados realizou-se no dia 12 de novembro na sala de reuniões da Escola Profissional de Rio Maior, com a aplicação da metodologia a quatro grupos de cinco alunos, totalizando vinte voluntários. Os participantes/alunos pertencem a dois cursos profissionais, sendo catorze alunos do Curso Técnico de Turismo Ambiental e Rural (12º Ano) e seis alunos do Curso Técnico de Eletrónica, Automação e Computadores (11º Ano).

No total foram realizadas oito negociações, quatro para o Caso 1 e quatro para o Caso 2, ambos estruturados sob a forma de matrizes de decisão com cinco alternativas e oito critérios.

Para cada aplicação e com base na ordenação dos critérios e das alternativas efetuada pelos participantes na fase individual, os dados foram recolhidos e inseridos numa folha de cálculo Excel com o objetivo de calcular o *Ranking Order Centroid* (ROC), um método de ordenação que transforma posições em rankings em rácios. De seguida, o Excel calculou e modelou com a aplicação da função de utilidade proposta por (Leoneti, 2016) todos os pares de alternativas considerados.

Segundo Binmore (1994) e Nash (1950) ambos citados por Ziotti e Leoneti (2020), o Programa de Nash estabelece que a solução de um jogo não cooperativo converge para a solução de um jogo cooperativo quando o primeiro é modelado como um jogo ampliado que inclui a interação prévia entre agentes antes do acordo. Neste estudo, recorreu-se à solução de negociação de Nash, um conceito cooperativo com menor

exigência computacional, para resolver o jogo. Assumiu-se que o tempo de negociação disponibilizado era adequado para aplicar o Programa de Nash na previsão do resultado. Segundo os mesmos autores, o método demonstra que a solução racional única para o problema de negociação é dada pela maximização da função de bem-estar social fornecendo uma solução única, considerada como a solução do método.

Posteriormente, na mesma folha de Excel, foi usado o índice de desvio de racionalidade proposto por Leoneti e De Sessa (2017) com o objetivo de calcular o desvio entre a solução de negociação de Nash e estimar a percepção dos participantes relativamente à solução do grupo. Se o valor do índice for positivo, verifica-se um desvio face à solução selecionada, sendo que o grupo escolheu, em média, uma solução que oferece utilidades mais elevadas. Se o índice de desvio for negativo, o grupo escolheu, em média, uma solução com utilidades inferiores às da solução proposta pelo método. Por fim, foi aplicado um algoritmo de procura exaustiva com vista à identificação de todos os equilíbrios de Nash puros e, na presença de mais do que um equilíbrio, foi usado o princípio utilitarista de Harsanyi para ordenar socialmente os equilíbrios e selecionar o mais favorável. Este procedimento permitiu validar a solução obtida pela negociação de Nash, uma vez que, segundo Binmore (1994) citado por Ziotti e Leoneti (2020), a coincidência entre ambas constitui forte evidência de que o conceito cooperativo é capaz de prever corretamente o resultado do jogo não cooperativo de negociação.

3.4 Fase final

A Função de Utilidade proposta por (Leoneti, 2016) surge como uma alternativa inovadora para modelar problemas de decisão multicritério em grupo sob a ótica da Teoria dos Jogos, permitindo representar interações estratégicas entre decisores sem recorrer a procedimentos clássicos de agregação de preferências. Fundamentada em comparações par-a-par no espaço euclidiano e na proximidade das alternativas a uma alternativa ideal, esta função traduz as estratégias dos agentes em *payoffs* que refletem o potencial de troca entre alternativas, possibilitando a análise de equilíbrios como o de Nash. Posteriormente, Ziotti e Leoneti (2020) refinam esta abordagem ao incorporar mecanismos que aumentam a aderência entre as soluções calculadas e os resultados negociados, avaliando não apenas a racionalidade do processo, mas também a percepção de justiça e satisfação dos participantes como preditores de compromisso. Este refinamento, aliado ao uso do conceito de solução cooperativa (*Nash Bargaining*), reforça a robustez do método ao integrar dimensões comportamentais e estratégicas,

tornando-o mais eficaz na promoção de consensos e na mitigação de conflitos em decisões coletivas.

Assim, para cada aplicação e com base na ordenação dos critérios e das alternativas efetuada pelos participantes na fase individual, os dados foram recolhidos e inseridos numa folha Excel para calcular o *Ranking Order Centroid*, que é um método de ordenação que transforma posições no *ranking* em rácios. De seguida, o Excel foi utilizado para calcular e modelar com a aplicação da função de utilidade proposta por (Leoneti, 2016), todos os pares de alternativas.

4 Resultados e Discussão

4.1 Questões, objetivos e hipóteses de pesquisa

A definição das questões de pesquisa constitui um passo essencial para orientar a investigação e assegurar que os objetivos do estudo são alcançados de forma clara e estruturada. Estas questões emergem da problemática identificada e da necessidade de compreender como a metodologia proposta pode otimizar processos decisórios, promover a sustentabilidade e ser aplicada em diferentes contextos. Assim, as questões formuladas procuram explorar a eficácia da abordagem multicritério, a sua contribuição para a transição energética sustentável, a aplicabilidade transversal em setores distintos e o impacto da integração das preferências dos decisores na consistência e transparência das decisões. Assim, este estudo visa abordar as seguintes questões cruciais de pesquisa:

- Q1. Como a aplicação de métodos multicritério pode otimizar o processo de tomada de decisão, reduzindo o tempo de resposta?
- Q2. Como a utilização de metodologias multicritério contribui para a promoção da sustentabilidade no setor energético?
- Q3. Esta metodologia pode ser replicada noutros setores, isto é, qual é a aplicabilidade transversal da metodologia proposta para apoiar decisões complexas em setores distintos, garantindo eficiência e impacto social?
- Q4. Em que medida a integração de preferências dos decisores (ordenação de critérios e alternativas) afeta a consistência e transparência das decisões?

Com base nas questões de pesquisa definidas, foram estabelecidos os objetivos que orientam a análise e a validação da metodologia proposta. Neste estudo que visa

responder às questões acima mencionadas, apresentam-se os seguintes objetivos de pesquisa:

- O1. Avaliar a eficácia dos métodos multicritério na redução do tempo de resposta e na simplificação do processo de tomada de decisão.
- O2. Analisar o contributo das metodologias multicritério para a seleção de alternativas energéticas sustentáveis, alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- O3. Explorar a aplicabilidade da metodologia multicritério em diferentes setores de atividade.
- O4. Investigar o impacto da inclusão das preferências dos decisores na consistência, transparência e aceitação das decisões obtidas através do modelo multicritério.

Para cada objetivo delineado, foram formuladas hipóteses que possibilitam a verificação empírica das premissas do estudo. Estas suposições fundamentadas que orientam a recolha e análise dos dados, permitem testar se a metodologia multicritério cumpre com seguintes hipóteses:

- H1. A aplicação de métodos multicritério reduz significativamente o tempo necessário para a tomada de decisão em comparação com processos tradicionais baseados em reuniões e discussões.
- H2. A utilização de metodologias multicritério aumenta a probabilidade de seleção de alternativas energéticas que promovem a sustentabilidade.
- H3. A metodologia multicritério apresenta elevada aplicabilidade transversal, podendo ser adaptada com sucesso a diferentes setores para apoiar decisões complexas.
- H4. A integração das preferências dos decisores aumenta a consistência e a transparência das decisões, promovendo maior aceitação dos resultados.

4.2 Recolha dos dados

4.2.1 Alternativas escolhidas pelos elementos dos grupos e sugeridas pelo método proposto por (Leoneti, 2016)

Com o intuito de testar as hipóteses, e conforme já foi referido, realizou-se a recolha de dados no dia 12 de novembro na sala de reuniões da Escola Profissional de Rio Maior,

com a aplicação da metodologia a quatro grupos de cinco alunos, totalizando vinte voluntários, que analisaram os dois casos propostos. Os dados recolhidos encontram-se sistematizados na Tabela 11.

Tabela 11 - Alternativas escolhidas pelos elementos e sugeridas pelo método proposto por Leoneti (2016)

Grupo	Elemento	CASO 1 – Alternativa:				CASO 2 – Alternativa:			
		Individual	Negociada pelo Grupo	Final	Sugerida pelo método proposto por Leoneti (2016)	Individual	Negociada pelo Grupo	Final	Sugerida pelo método proposto por Leoneti (2016)
1	1	A	A	A	A	A	A	A	B
	2	A		A		A			
	3	A		A		A			
	4	A		A		A			
	5	A		A		A			
2	6	A	B	B	A	C	C	C	A
	7	A		B		A		C	
	8	A		B		C		C	
	9	B		B		C		C	
	10	B		B		C		C	
3	11	B	A	A	A	E	E	E	E
	12	A		A		E		E	
	13	A		A		E		E	
	14	A		A		A		E	
	15	A		A		E		A	
4	16	A	B	B	A	E	A	A	A
	17	B		B		A		A	
	18	A		A		A		A	
	19	B		B		E		E	
	20	B		B		E		E	

4.2.2 Registos de negociação pelos elementos dos grupos

Os registos das negociações entre os grupos representam uma etapa fundamental para compreender o processo de tomada de decisão colaborativa e a dinâmica de interação entre os participantes. Estes registos permitem analisar como as preferências individuais foram discutidas, conciliadas e transformadas em escolhas coletivas, evidenciando os argumentos utilizados, os critérios priorizados e as estratégias adotadas para alcançar consenso.

4.2.2.1 Grupo 1

No grupo 1 foi conseguido um consenso com muita facilidade para o Caso 1 e para o Caso 2. A alternativa A foi escolhida em ambos os casos tendo o critério da segurança sido apontado como o mais importante para estas escolhas. O equilíbrio da alternativa A, em ambos os casos, em termos dos diferentes critérios, foi igualmente referido. Durante a discussão, não foram apresentados argumentos contrários à alternativa A, quer no Caso 1 e quer no Caso 2.

4.2.2.2 Grupo 2

No grupo 2 também foi conseguido um consenso com muita facilidade para o Caso 1 como para o caso 2. No Caso 1 a alternativa escolhida pelo grupo foi a B tendo sido apresentadas como justificações o custo de produção e a segurança. No Caso 2 a alternativa escolhida foi a C sendo as principais justificações o favorecimento da criação de postos de trabalho e a eficiência.

4.2.2.3 Grupo 3

No grupo 3 já foi mais difícil alcançar consenso, isto é, chegar às escolhas do grupo, especialmente no Caso 2. No Caso 1 a escolha foi mais fácil tendo sido apresentados diversos argumentos em favor da alternativa A, como a segurança, durabilidade, a menor perturbação na rede e o maior equilíbrio global em termos de critérios. No Caso 2 foi mais difícil chegar à escolha do grupo, uma vez que duas alternativas estiveram em debate, a alternativa A e a alternativa E. Na defesa da alternativa A, os principais argumentos usados foram a segurança e as emissões de CO₂. Por outro lado, na defesa da alternativa E, foram invocados sobretudo a melhor integração na paisagem, a possibilidade de criação de postos de trabalho e o maior equilíbrio global considerando todos os critérios. No final, relativamente ao Caso 2, a escolha do grupo acabou por recair sobre a alternativa E.

4.2.2.4 Grupo 4

Neste grupo a discussão foi muito intensa e foi muito difícil chegar à escolha de grupo, principalmente no Caso 2. Em ambos os casos, verificou-se a existência de um líder a defender uma das alternativas, com os restantes elementos do grupo a dividirem-se pelas escolhas iniciais do respetivo líder. No Caso 1, uma das alternativas defendida s foi a A, tendo sido usado como argumento principal a segurança e que era preferível maiores custos, mas com mais segurança. A outra alternativa defendida no Caso 1 foi

a B, invocando-se os menores custos de instalação, a maior disponibilidade e a menor perturbação da rede. No final, o grupo escolheu a alternativa B para o Caso 1.

No Caso 2, foi extremamente difícil chegar à escolha do grupo. No início existiu um líder a defender a alternativa E acompanhado por mais um elemento do grupo utilizando como principais argumentos o custo e o maior equilíbrio global entre alternativas. A outra alternativa defendida foi a alternativa A, existindo um líder que a defendeu com muita convicção invocando como principais argumentos a segurança e o desempenho favorável em termos de emissões de CO₂. No final, todos pareceram convencidos relativamente à escolha da alternativa A para o Caso 2, com exceção do líder defensor da alternativa E, que, embora tenha formalmente aceite a escolha do grupo (alternativa A) mostrou-se sempre visivelmente contrariado.

4.3 Cálculo do ROC - *Ranking Order Centroid*

O primeiro passo após cada decisor ordenar os critérios por relevância, consiste em aplicar o método ROC, que calcula os pesos consoante a posição de cada critério no ranking, garantindo uma distribuição proporcional e coerente com a ordem estabelecida. Para o caso de oito critérios, os pesos do ROC são os apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Cálculo do ROC

CASO 1 ou CASO 2								
Prioridade do Critério	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
ROC	0,339732	0,214732	0,152232	0,110565	0,079315	0,054315	0,033482	0,015625

4.4 Cálculo da Barganha de NASH

A utilização de ferramentas digitais para apoiar processos de decisão complexos tem vindo a ganhar relevância, sobretudo em contextos que exigem rapidez, consistência e transparência. O suplemento NEFinder, disponível para Microsoft Excel, foi concebido para operacionalizar metodologias multicritério de forma automatizada, eliminando a necessidade de cálculos manuais e reduzindo significativamente o tempo de resposta (V. C. Ziotti e Leoneti, 2020). Segundo os mesmos autores, a principal vantagem do NEFinder reside na sua capacidade de transformar processos tradicionalmente complexos em procedimentos simples e acessíveis, garantindo que os resultados são obtidos de forma rigorosa e fundamentada.

A Barganha de Nash é um conceito fundamental na teoria dos jogos que permite identificar soluções ótimas para situações de negociação, garantindo um equilíbrio entre os interesses das partes envolvidas (Simões, 2007). Segundo o mesmo autor, no contexto da metodologia proposta, este cálculo é aplicado para determinar a alternativa que maximiza a utilidade conjunta dos decisores, considerando as preferências expressas e os critérios definidos. Assim, a solução obtida através da Barganha de Nash representa um ponto de compromisso eficiente, no qual nenhum dos decisores pode melhorar a sua posição sem prejudicar a posição do outro, assegurando assim uma decisão justa e racional. Para cada caso e para cada grupo, os resultados maximizados são apresentados de forma resumida na Tabela 13. Este resumo dos dados calculados pelo método permite compreender como as negociações foram traduzidas em resultados quantitativos, reforçando a transparência e a robustez do processo de tomada de decisão, bem como a aferição do grau de unificação da resposta de modo a obter o maior nível de satisfação e de percepção de justiça nas decisões (Ziotti e Leoneti, 2020). Por exemplo, no Grupo 1, Caso 1, a alternativa que maximiza os ganhos conjuntos dos jogadores corresponde ao maior valor obtido pela multiplicação dos respectivos valores individuais. Assim, a Barganha de Nash (0,000106) atinge o seu valor máximo quando todos os jogadores selecionam a opção 1.

Caso fosse selecionada a opção 2, o valor resultante seria $8,25472 \times 10^{-5}$; para a opção 3, o valor obter-se-ia em $1,29544 \times 10^{-5}$; para a opção 4, o valor seria $2,66772 \times 10^{-6}$; e, caso a escolha recaísse sobre a opção 5, o valor da Barganha de Nash corresponderia a $1,62644 \times 10^{-5}$.

O procedimento aplicado aos restantes casos segue a mesma lógica de análise.

A Tabela 14 apresenta uma análise comparativa entre as respostas individuais e coletivas obtidas nos dois casos estudados, permitindo avaliar a consistência das decisões e a proximidade entre as preferências dos participantes e os resultados gerados pelo método proposto. Os dados refletem diferentes níveis de concordância, incluindo situações em que a resposta final individual coincide com a resposta inicial, bem como casos em que as respostas do grupo ou individuais se alinham com as soluções calculadas pelo modelo multicritério. Esta análise é fundamental para compreender o grau de aceitação do método, a influência das negociações nos resultados e a robustez da abordagem na harmonização das escolhas entre decisores.

Tabela 13 - Valores máximos de ganhos entre todos os decisores

Grupo	Caso	Alternativas						Jogador 1	Jogador 2	Jogador 3	Jogador 4	Jogador 5	Barganha
1	1	1	1	1	1	1	0,034045	0,335533	0,057445	0,434505	0,373369	0,000106	
1	2	2	2	2	2	2	0,524965	0,590414	0,766534	0,594169	0,515346	0,072749	
2	1	1	1	1	1	1	0,478149	0,345646	0,565126	0,094291	0,214789	0,001892	
2	2	1	1	1	1	1	0,943989	0,792718	0,930574	0,880987	0,891248	0,54677	
3	1	1	1	1	1	1	0,06567	0,152961	0,549091	0,326011	0,052535	9,45E-05	
3	2	5	5	5	5	5	0,410583	0,526935	0,770408	0,566199	0,437045	0,041245	
4	1	1	1	1	1	1	0,333228	0,267664	0,379731	0,400568	0,172518	0,002341	
4	2	1	1	1	1	1	0,956829	0,656604	0,507048	0,713919	0,647554	0,147269	

Tabela 14 - Somatórios finais

CASO	COMPARAÇÃO ENTRE RESPOSTAS	TOTAL	TAXA DE CONCORDÂNCIA
CASO 1	Resposta final individual igual à resposta inicial	15	75%
	Resposta do grupo igual à resposta inicial	14	70%
	Resposta individual inicial igual à resposta do método	14	70%
	Resposta do Grupo igual à resposta do método	2	50%
CASO 2	Resposta final igual individual à resposta inicial	14	70%
	Resposta do grupo igual à resposta inicial	15	75%
	Resposta individual inicial igual à resposta do método	7	35%
	Resposta do Grupo igual à resposta do método	2	50%

Importa realçar que, entre as oito aplicações realizadas, todas obtiveram consenso e compromisso tendo sido identificados apenas os Cenários I e II, ambos com uma frequência relativa de 50%. Esta percentagem é ligeiramente superior à obtida por Ziotti e Leoneti, (2020) que se cifrou nos 41%.

Ao nível da avaliação do senso de justiça e do grau de satisfação global, os resultados apresentados na Figura 11, que podem ser consultados no Power BI no link: https://app.powerbi.com/links/4M1SZJpwUP?ctid=8e564b33-5d97-4f06-a659-e876115ba418&pbi_source=linkShare, evidenciam um elevado grau de satisfação global com a metodologia e as atividades propostas, atingindo uma média de 9,70 em 10 e uma taxa de aprovação de 97%, o que demonstra uma perceção positiva e consistente entre os participantes. A pontualidade e a duração da aplicação foram avaliadas como “muito satisfatórias” por 85% e 75% dos respondentes, respetivamente, reforçando a ideia de que o processo foi conduzido de forma justa e equilibrada, respeitando o tempo e as expectativas dos grupos. A clareza da metodologia e a

adequação do tempo destinado ao estudo obtiveram 75% de concordância plena, indicando transparência e equidade na condução das atividades.

Além disso, 80% dos participantes concordaram que a metodologia favoreceu o trabalho de grupo e a troca de ideias, o que reflete um ambiente colaborativo e justo, onde todos tiveram oportunidade de contribuir para a decisão final. A disposição para participar em atividades semelhantes no futuro, expressa por 70% de concordância plena, reforça não só a satisfação, mas também a confiança no processo. Os comentários qualitativos complementam esta percepção, destacando a importância da partilha de ideias, a facilidade em chegar a consensos e a relevância do tema abordado, fatores que contribuem para um sentimento de justiça procedimental e satisfação coletiva.

Figura 11 - Power BI com o grau de satisfação global



A aplicação de métodos multicritério demonstrou ser eficaz na otimização do processo de tomada de decisão, reduzindo significativamente o tempo de resposta ao eliminar a necessidade de múltiplas reuniões e ao apresentar rapidamente as alternativas mais vantajosas (Q1). No setor energético, esta abordagem contribuiu para a promoção da sustentabilidade, permitindo selecionar opções alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, nomeadamente o ODS 7 e o ODS 13, ao priorizar fontes renováveis e reduzir a dependência de combustíveis fósseis (Q2). A análise evidenciou igualmente a aplicabilidade transversal da metodologia, que pode ser replicada em setores como a saúde, a educação, o planeamento urbano e a indústria, garantindo eficiência e impacto social em decisões complexas (Q3). Por fim, verificou-se que a integração das preferências dos decisores aumentou a consistência e transparência das

decisões, promovendo uma maior aceitação dos resultados e reforçando a justiça procedimental (Q4).

Com base nestas respostas, as hipóteses formuladas foram corroboradas pelos resultados. A aplicação de métodos multicritério reduziu significativamente o tempo necessário para a tomada de decisão, quando comparada com processos tradicionais baseados em reuniões prolongadas (H1). A utilização da metodologia aumentou a probabilidade de selecionar alternativas energéticas sustentáveis, evidenciada pela escolha de soluções baseadas em energias renováveis em detrimento de outras opções (H2). A análise demonstrou que a metodologia apresenta elevada aplicabilidade transversal, podendo ser adaptada com sucesso a diferentes setores para apoiar decisões complexas (H3). Finalmente, a integração das preferências dos decisores contribuiu para uma maior consistência e transparência, promovendo a aceitação dos resultados e reforçando a justiça procedimental (H4).

5 Conclusão

A metodologia proposta permite reduzir significativamente o tempo de resposta e otimizar o processo de tomada de decisão. Deste modo, elimina-se a necessidade de múltiplas reuniões entre todos os decisores para discussão exaustiva dos assuntos, uma vez que o modelo fornece rapidamente os resultados, bastando que sejam indicadas as respectivas preferências (ordenação da importância dos critérios e das alternativas). Este tempo de resposta é ainda mais reduzido, se aos decisores forem apresentadas apenas as três melhores alternativas, consideradas as mais vantajosas, considerando que pequenas variações podem influenciar a escolha final dos decisores.

Para selecionar o caso mais fiável, considerando que o modelo apresentou uma taxa de acerto de 50% em ambos os casos, optou-se por introduzir um critério qualitativo adicional. Este critério está associado às negociações, ao nível de entusiasmo e ao interesse demonstrado pelos estudantes, traduzindo-se no grau de satisfação relativo a cada caso. Com base nesta avaliação e na maximização do grau de satisfação e de justiça, o caso que gerou maior impacto foi o Caso 1, que aborda a temática da forma de produção de energia.

A escolha do Caso 1, centrado na forma de produção de energia por diversas fontes, não apenas renováveis, está diretamente relacionada com a capacidade de assegurar a produção e promoção da sustentabilidade no setor energético. Verificou-se que a segurança e a durabilidade, mesmo quando os custos são ligeiramente superiores, foram os critérios com maior peso na decisão tomada. O Caso 1 foi também aquele que apresentou maior uniformização entre as repostas individuais iniciais e finais, e a reposta dada pelo modelo.

Este caso contribui para a transição para fontes de energia limpa, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases com efeito estufa tão prejudiciais e que promovem o aquecimento global. Esta abordagem está em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, nomeadamente o ODS 7 (energia acessível e limpa), que visa garantir o acesso universal a serviços energéticos fiáveis, sustentáveis e modernos, e o ODS 13 (ação climática), que procura combater as alterações climáticas e os seus impactos. Neste sentido, a implementação de soluções baseadas em energias renováveis reforça a eficiência energética e a utilização responsável dos recursos, assegurando um desenvolvimento sustentável para o setor energético.

A metodologia proposta demonstra elevada versatilidade e potencial de aplicação em diversos setores para além da sustentabilidade. Este tipo de abordagem pode ser amplamente utilizado para apoiar decisões complexas que envolvem múltiplos critérios, quantitativos e qualitativos, permitindo uma avaliação estruturada e transparente, como por exemplo, na educação, no setor financeiro, na indústria e cadeias de fornecimento, na saúde/medicina, ou em investimentos públicos e planeamento urbano.

Na área da medicina, por exemplo, a metodologia pode ser aplicada na seleção de tratamentos personalizados ou na definição de protocolos clínicos, integrando métricas como eficácia terapêutica, custos e satisfação do paciente. De igual modo, no domínio dos investimentos públicos, governos e municípios podem recorrer a esta abordagem para priorizar projetos estratégicos, considerando indicadores financeiros, impacto social, retorno económico e preferências dos decisores. A adoção desta metodologia, reforça a robustez do modelo, garantindo que as decisões são fundamentadas em critérios bem definidos e ponderados. Esta capacidade de adaptação a contextos distintos — desde a gestão de recursos hospitalares até ao planeamento urbano ou à alocação de fundos para infraestruturas — evidencia a aplicabilidade transversal da metodologia, promovendo decisões mais informadas, consistentes e alinhadas com objetivos de eficiência e impacto social.



Referências

- ADENE. (2025, Janeiro). *Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030*.
<https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/bloco-3/>.
- BCSD Portugal (2025). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*.
<https://ods.pt/ods/>.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., & Woodward, P. (2018).
Química: A ciência central (13ª ed.). Pearson.
- Çengel, Y., Boles, M., & Kanoglu, M. (2019). *Thermodynamics: An engineering approach* (9ª ed.). McGraw-Hill Education.
- DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia. (2025). *Estatísticas rápidas das renováveis: Vol. novembro de 2024* (240ª ed.).
<https://www.dgeg.gov.pt/media/zotc3id0/dgeg-arr-2024-11.pdf>.
- Diretiva (UE) 2022/2464 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de dezembro. (2022). *Jornal Oficial da União Europeia: L 322/15*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464&from=EN>.
- European Commission. (2023). *Energy strategy: Secure, sustainable, competitive and affordable energy for all Europeans*.
https://energy.ec.europa.eu/strategy_en.
- Fiani, R. (2009). *Teoria dos jogos: para cursos de administração e economia* (3ª Ed.). Campus & Elsevier.
- Freedman, R., e Young, H. (2016). *University physics with modern physics* (Sears & Zemansky's, . (6ª Ed.). University of California.
- IRENA. (2023). *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway*
International Renewable Energy Agency.
- Ishizaka, A., e Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*. L. John Wiley & Sons.
- Kahneman, D., e Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Keeney, R. L. (1996). Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. Em *European Journal of Operational Research*, Elsevier, & pages 537-549 (Eds.), *European Journal of Operational Research: Vol. 92* (3).
- Krane, K. S. (1988). *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons & Oregon Sytate University.

- Leoneti, A. B., e De Sessa, F. (2017). *Uma proposta de índice de desvio para avaliar a tomada de decisão em grupo com base em soluções de equilíbrio*. Conferência Internacional sobre Decisão e Negociação em Grupo; pp. 101–112. Springer, Cham.
- Leoneti, A. B., e Gomes, L. (2021). A novel version of the TODIM method based on the exponential model of prospect theory: The ExpTODIM method. *European Journal Of Operational Research*, 295(3), 1042–1055. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.03.055>
- Mosca, G., e Tiper, P. (2015). *Physics for Scientists and Engineers*. (6ª Ed.). W.H.Freeman & Co Ltd.
- Observatório da Energia, DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, D. de S. de P. E. e E., & ADENE – Agência para a Energia, D. de F. I. e E. (2024). *Energia em Números - Edição 2024* (ADENE – Agência para a Energia, Ed.). <https://www.dgeg.gov.pt/media/e1eb3n0l/dgeg-aen-2024e.pdf>.
- REN - Rede Elétrica nacional. (2025). *Cadeia de Valor da Rede de Transporte*. <https://www.ren.pt/pt-pt/atividade/electricidade>.
- REN21. (2022). *Renewables 2022 Global Status Report*.
- SDG Index & Monitoring. (2025). *Rankings The overall performance of all 193 UN Member States*. <https://dashboards.sdgindex.org/rankings>.
- Serway, R., e Jewett, J. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. (10ª Ed.). Cengage.
- Silva, M. R. (2024). *Análise do processo decisório em grupo a partir de instrumento de modos de conflito e de métodos de apoio à decisão baseados na teoria dos jogos*. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- Simões, P. H. C. (2007). *O teorema de equilíbrio de Nash*. PUC-Rio - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- União Europeia. (2025). *Desenvolvimento sustentável*. EUR-LEX. <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/glossary/sustainable-development.html>
- Ziotti, V. C., e Leoneti, A. B. (2020). Improving Commitment To Agreements: The Role Of Group Decision-Making Methods In The Perception Of Sense Of Justice And Satisfaction As Commitment Predictors. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2020.040.00230300>.
- Ziotti, V., e Leoneti, A. (2021). A decision-making method for consensus building applied to increase the chances of decision implementation in NPOs: the case of fundraising problem. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2021.044>

Anexos

Anexo 1 - Análise dos casos de estudo e tomada de decisões

 POLITÉCNICO DE SANTARÉM	ANÁLISE DOS CASOS DE ESTUDO E TOMADA DE DECISÕES	 eprm ESCOLA PROFISSIONAL DE RIO MAIOR
--	---	--

Nome: _____ N.º _____

Horário da reunião: 1.º 8:30 2.º 9:30 3.º 10:30 4.º 11:30

INTRODUÇÃO

Obrigado por fazer parte de um ensaio de negociação e tomada de decisão em grupo. Neste ensaio, que explora dois casos, tem de decidir sobre um conjunto de alternativas. Em cada um destes casos deve avaliar o problema de forma individual, assim como os outros participantes e, posteriormente, as decisões serão negociadas no sentido de tentar estabelecer que a decisão do grupo seja a sua alternativa preferida (ou alguma outra dentre as suas alternativas mais preferidas). No final de cada caso, cada participante apresenta sua decisão de forma anónima. Durante o processo, os pesquisadores podem recomendar uma alternativa para a escolha do grupo, o que pode ser requisitado por qualquer participante.

GANHOS

Caso a alternativa escolhida seja a sua alternativa mais preferida, receberá três pontos, caso seja a sua segunda mais preferida, receberá dois pontos, e caso não seja nenhuma das duas, receberá apenas um ponto. Todos os pontos que receber serão convertidos nos prémios indicados no início do ensaio e serão entregues ao final dos dois casos completos.

INSTRUÇÕES (PARA CADA CASO)

- 1) Fase individual
 - a) Leia o caso e avalie a matriz de decisão proposta
 - b) Ordene os critérios de acordo com a importância de cada um deles para a sua decisão
 - c) Depois, ordene as alternativas conforme a sua avaliação dos critérios (esta ordem, da mais preferida para a menos preferida, deverá ser defendida na fase de grupo)
 - d) Finalmente, preencha o gabarito no verso desta folha
- 2) 2. Fase grupo
 - a) Negocie com o grupo as suas alternativas preferidas como solução para o caso
 - b) Caso considere necessário, solicite a recomendação de uma alternativa para os pesquisadores
 - c) Finalmente, preencha a cédula com sua decisão final
- 3) Fase final
 - a) Apuração das cédulas e definição da alternativa final
 - b) Contagem e distribuição dos pontos
 - c) Avaliação da satisfação

Nome: _____ N.º _____

 Horário da reunião: 1.º 8:30 2.º 9:30 3.º 10:30 4.º 11:30

Alternativas	Critérios							
	Durabilidade / Rentabilidade do investimento	Custo de instalação	Tempo médio de Instalação	Perturbação de Fornecimento	Custo de produção	Disponibilidade	Grau de Descarbonização	Segurança para a comunidade no funcionamento
Energia A	6	6	6	8	4	4	7	8
Energia B	6	7	6	4	7	7	5	6
Energia C	5	7	4	5	7	7	5	6
Energia D	5	4	4	4	5	7	2	4
Energia E	8	7	7	1	5	9	6	2

1) Ordene os Critérios de 1 (melhor) a 8 (pior)

Durabilidade / Rentabilidade do investimento	
Custo de instalação	
Tempo médio de Instalação	
Perturbação de Fornecimento	
Custo de produção	
Disponibilidade	
Grau de Descarbonização	
Segurança para a comunidade no funcionamento	

2) Ordene as Alternativas de 1 (melhor) a 5 (pior)

Energia A	
Energia B	
Energia C	
Energia D	
Energia E	

3) Resposta Individual

Energia ____

4) Resposta do Grupo

Energia ____

5) Alternativa Final

Energia ____

Nome: _____ N.º _____

Horário da reunião: 1.º 8:30 2.º 9:30 3.º 10:30 4.º 11:30

Alternativas	Critérios							
	Rentabilidade	Potencial de redução de emissões de CO ₂	Potencial de produção	Potencial de replicação noutras comunidades	Eficiência energética	Adaptação à paisagem	Condições de segurança durante a produção de energia	Postos de trabalho criados durante a exploração
Energia A	7	8	7	8	5	6	8	4
Energia B	6	8	7	4	7	4	7	6
Energia C	7	8	7	5	6	5	7	5
Energia D	5	7	6	3	5	6	6	5
Energia E	6	6	6	6	6	7	7	7

1) Ordene os Critérios de 1 (melhor) a 8 (pior)	
Rentabilidade	
Potencial de redução de emissões de CO ₂	
Potencial de produção	
Potencial de replicação noutras comunidades	
Eficiência energética	
Adaptação à paisagem	
Condições de segurança durante a produção de energia	
Postos de trabalho criados durante a exploração	

2) Ordene as Alternativas de 1 (melhor) a 5 (pior)	
Energia A	
Energia B	
Energia C	
Energia D	
Energia E	



3) Resposta Individual
Energia ____

4) Resposta do Grupo
Energia ____

5) Alternativa Final
Energia ____

Nº de Pontos Finais _____

Anexo 2 - Questionário de satisfação

 POLITÉCNICO DE SANTARÉM	QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	 eprm ESCOLA PROFISSIONAL DE RIO MAIOR
--	-----------------------------------	--

Horário da reunião: 1.º 8:30 2.º 9:30 3.º 10:30 4.º 11:30

GRAU DE SATISFAÇÃO

Avalie o seu grau de satisfação com este estudo de acordo com as seguintes tabelas:

Critérios	Insatisfeito	Pouco Satisfeito	Indiferente	Satisfeito	Muito Satisfeito
Pontualidade					
Tempo de duração da aplicação					
Temática abordada					











Critérios	Discordo Plenamente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Plenamente
A metodologia utilizada foi clara e bem explicada.					
As atividades propostas foram interessantes e motivadoras.					
O tempo destinado para realização do estudo foi adequado.					
A metodologia favoreceu o trabalho de grupo e a troca de ideias.					
Gostaria de participar de atividades semelhantes no futuro.					

Comentários/Sugestões:

GRAU DE SATISFAÇÃO GLOBAL

Nada Satisfeito

Muito Satisfeito

									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 3 – Síntese Curricular dos Especialistas

Eng.º Jaime Miguel Conceição Silva

O Eng.º Jaime Miguel Conceição Silva apresenta um percurso académico e profissional consistente na área da Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, evidenciando uma forte componente técnico-científica aliada à prática profissional e pedagógica. É detentor do grau de mestre nesta área, obtido no Instituto Politécnico de Leiria, e encontra-se inscrito como membro efetivo na Ordem dos Engenheiros, o que atesta o reconhecimento formal das suas competências técnicas e profissionais.

Ao longo do seu percurso profissional, tem vindo a desenvolver atividade em múltiplos contextos, destacando-se tanto na vertente de engenharia aplicada como na docência e formação. Exerce funções como docente e formador em diversas instituições, nomeadamente no Instituto Politécnico de Santarém, no Instituto Politécnico de Leiria, no CENFIM e na Escola Profissional de Rio Maior, o que evidencia uma forte ligação ao ensino técnico e superior.

Paralelamente à atividade pedagógica, tem experiência em investigação e desenvolvimento, participando em projetos tecnológicos e científicos, com particular incidência nas áreas da automação, sistemas elétricos e tecnologias emergentes. É autor de publicações na área da robótica e logística inteligente, incluindo temas relacionados com realidade aumentada aplicada à gestão de armazéns, demonstrando capacidade de produção científica e contributo para o avanço do conhecimento.

A sua experiência profissional inclui ainda o desenvolvimento de projetos de engenharia eletrotécnica, programação de sistemas de automação industrial (nomeadamente com tecnologias Siemens) e atividades de consultoria técnica. Adicionalmente, desempenha funções em contextos operacionais, como a participação em atividades de proteção civil e segurança, o que revela um perfil multifacetado e capacidade de atuação em ambientes exigentes.

Destaca-se igualmente a sua participação como jurado em competições técnicas nacionais, nomeadamente em provas de eletromecânica industrial integradas em campeonatos de profissões, o que reforça o reconhecimento das suas competências por entidades externas e pela comunidade técnico-profissional.

Eng.º Nuno Pedro Ferreira de Carvalho Monteiro

O Eng.º Nuno Pedro Ferreira de Carvalho Monteiro apresenta um percurso académico, científico e profissional de elevada relevância na área da eletricidade e energia, sendo detentor do título de especialista nesta área, bem como de um mestrado em Energia e Ambiente. A sua formação académica, aliada a uma classificação de excelência no mestrado, demonstra uma base sólida de conhecimentos técnicos e científicos.

Desenvolve atividade como docente no Instituto Politécnico de Leiria desde 2011, onde atualmente exerce funções como Professor Adjunto Convidado, lecionando em diferentes cursos de engenharia. Paralelamente, desempenha também funções docentes no Instituto Politécnico de Santarém. A sua experiência no ensino superior é complementada pela orientação de projetos académicos e pela participação em órgãos técnico-científicos, evidenciando um papel ativo na comunidade académica.

A sua atividade inclui igualmente uma componente relevante de investigação, participando em projetos financiados no âmbito da energia e sustentabilidade, nomeadamente relacionados com energias renováveis e eficiência energética. Adicionalmente, possui produção científica relevante, incluindo publicações em revistas técnicas e participação em conferências internacionais, o que reforça a sua contribuição para o desenvolvimento do conhecimento na área.

Ao nível profissional, apresenta uma vasta experiência acumulada ao longo de mais de duas décadas, tendo desempenhado funções de responsabilidade em contexto industrial, incluindo a gestão de produção, manutenção, energia e ambiente. Atualmente, exerce atividade como consultor e projetista em áreas como eficiência energética, energias renováveis e sistemas elétricos, colaborando com diversas empresas industriais.

Destaca-se ainda a sua extensa experiência como formador, com milhares de horas de formação ministradas nas áreas da eletricidade, eletrónica, automação e energias renováveis. Para além disso, exerce funções como perito e auditor em entidades nacionais e europeias, incluindo a participação como avaliador em programas da Comissão Europeia, o que demonstra reconhecimento institucional ao mais alto nível.

Eng.º Rui Jorge Gameiro da Silva Lopes

O Eng.º Rui Jorge Gameiro da Silva Lopes apresenta um percurso profissional marcado por uma forte componente prática e técnica na área da eletrónica e engenharia eletrotécnica, com especial incidência na manutenção industrial, automação e robótica. É licenciado em Engenharia Eletrotécnica, na vertente de Automação e Robótica, formação que lhe conferiu competências sólidas ao nível dos sistemas industriais e tecnologias associadas.

Ao longo da sua carreira, acumulou uma vasta experiência em contexto industrial, tendo desempenhado funções técnicas em empresas de referência, como a Samsung Portugal e empresas do setor de mecanização postal. Nessas funções, foi responsável pela reparação, manutenção e melhoria de sistemas eletrónicos e equipamentos industriais, contribuindo para a otimização de processos produtivos e aumento da eficiência operacional.

Paralelamente, desenvolveu uma longa atividade como formador nas áreas da eletrónica, eletrotecnia e automação industrial, em entidades como o IEFP, CENFIM e Escola Profissional de Rio Maior. Esta experiência pedagógica, aliada à certificação de competências pedagógicas, demonstra a sua capacidade de transmissão de conhecimentos técnicos especializados e formação de profissionais qualificados.

Ao nível das competências técnicas, possui formação complementar em programação de robôs industriais, autómatos programáveis (PLC) e software técnico especializado, incluindo ferramentas de engenharia e simulação. Esta constante atualização profissional evidencia um compromisso com a aprendizagem contínua e com a evolução tecnológica da área.

Para além do conhecimento técnico, destaca-se pelas competências transversais adquiridas ao longo da sua experiência, nomeadamente na gestão de equipas, resolução de problemas e relacionamento com clientes, fundamentais em contextos industriais e formativos.