

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Alternativas Sustentáveis às Garrafas de Plástico na Indústria da Água: Uma Abordagem com Modelos Multicritério

Nuno Miguel Marques Fonseca

Mestrado em Gestão

Orientadores:

Professor Doutor Álvaro Augusto da Rosa, Professor Associado
Com Agregação ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Agosto, 2024



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Marketing, Operações e Gestão Geral

Alternativas Sustentáveis às Garrafas de Plástico na Indústria da Água: Uma Abordagem com Modelos Multicritério

Nuno Miguel Marques Fonseca

Mestrado em Gestão

Orientador:

Professor Doutor Álvaro Augusto da Rosa, Professor Associado
Com Agregação ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Agosto, 2024

AGRADECIMENTOS

“Pedras no caminho? Guardo todas, um dia vou construir um castelo...” (Fernando Pessoa).
É com muito gosto que dou por concluída mais uma etapa da minha vida e gostaria de agradecer a todas as pessoas especiais que guardo no coração.

Primeiramente, quero agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional dado ao longo desta etapa, que me permitiu ter a coragem necessária para encarar todos os obstáculos, nunca pensando em desistir e a encontrar sempre motivação para dar o meu melhor.

Em segundo lugar, expresso a minha profunda gratidão ao Professor Doutor Álvaro Augusto da Rosa, meu orientador, por me ter aceitado como seu orientando e por todo o seu apoio, disponibilidade e dedicação.

Agradeço, igualmente, de uma forma sentida e carinhosa a todos os elementos que fizeram parte do painel de decisores. A parte empírica do meu estudo só foi possível devido à sua disponibilidade, dedicação, esforço, partilha de know-how e experiência.

A todos,
O meu profundo Obrigado!

RESUMO

A poluição, a degradação ambiental, o consumo de recursos naturais, ao longo do tempo, tornaram-se cada vez mais preocupantes, devido ao excesso de produção e consumo de garrafas de água. Tal tendência está diretamente associada aos múltiplos fatores considerados na criação de novas alternativas às garrafas de água, assim como os seus indicadores de performance para a avaliação das mesmas, o que por sua vez dificulta o processo de tomada de decisão. Assim sendo, os princípios da abordagem MCDA (*Multiple Criteria Decision Analysis*) e o uso das técnicas de mapeamento cognitivo com o Integral de Choquet (IC) torna-se crucial para o desenvolvimento de um modelo multicritério, uma vez que facilita o processo de avaliação das alternativas sustentáveis. O presente estudo, inclui a identificação dos critérios de avaliação e as suas interações com a utilização de um painel de especialistas na temática em análise. Os resultados obtidos foram validados pelo painel existente, permitindo chegar a uma conclusão final, assim como perceber os pontos que poderiam ser melhorados nas diferentes alternativas sustentáveis estudadas. Por fim, as conclusões retiradas pelo estudo destacam tanto as vantagens do sistema de avaliação criado, assim como as suas limitações, de forma a promover uma análise detalhada sobre os benefícios e desafios associados às alternativas estudadas.

Palavras-Chave: *Alternativas sustentáveis; Mapeamento Cognitivo; MCDA; Integral de Choquet*

Códigos JEL: Q53, Q56

ABSTRACT

Pollution, environmental degradation and the consumption of natural resources have become increasingly worrying over time, due to the excessive production and consumption of bottled water. This trend is directly associated with the multiple factors considered when creating new alternatives to water bottles, as well as their performance indicators for evaluating them, which in turn complicates the decision-making process. Therefore, the principles of the MCDA (*Multiple Criteria Decision Analysis*) approach and the use of cognitive mapping techniques with the Choquet Integral (CI) become crucial to the development of a multi-criteria model, as they facilitate the process of evaluating sustainable alternatives. This study includes the identification of evaluation criteria and their interactions using a panel of experts in the subject under analysis. The results obtained were validated by the existing panel, making it possible to reach a final conclusion, as well as realising the points that could be improved in the different sustainable alternatives studied. Finally, the conclusions drawn by the study highlight both the advantages of the evaluation system created, as well as its limitations, in order to promote a detailed analysis of the benefits and challenges associated with the alternatives studied.

Keywords: *Sustainable alternatives; Cognitive mapping; MCDA; Choquet integral*

Codes JEL: Q53, Q56

ÍNDICE:

1. Capítulo 1.....	1
1.1 Enquadramento Inicial	1
1.2 Objetivo da Investigação.....	1
1.3 Metodologia da Investigação	2
1.4 Principais Objetivos Esperados.....	2
1.5 Estrutura do Documento	3
2. Capítulo 2 - Revisão de literatura.....	5
2.1 Sustentabilidade: Conceito, Dimensões e Nas Empresas	5
2.2 Indústria da Água Engarrafada	7
2.3 Impactos da Água Engarrafada.....	8
2.4 A Questão do Desperdício	9
2.5 Alternativas Sustentáveis	11
2.5.1 Biodegradáveis.....	11
2.5.2 Além do plástico	13
2.5.3 Refill	13
2.5.4 Água da Torneira	14
3. Capítulo 3 - Metodologia	15
3.1 Amostragem.....	15
3.2 Avaliação Multicritério.....	15
3.3 Mapeamento Cognitivo.....	17
3.4 Integral de Choquet.....	18
4. Capítulo 4 - Resultados e Análise	21
4.1 Mapa Cognitivo	21

4.2	Árvore de Critérios	24
4.3	Aplicação do Integral de Choquet.....	24
4.4	Ranking de Alternativas.....	30
5.	Capítulo 5 - Conclusão.....	31
5.1	Principais Resultados e Limitações	31
5.2	Implicações Práticas para a Gestão.....	32
5.3	Investigação Futura.....	33
6.	BIBLIOGRAFIA.....	34
	ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aspectos de sustentabilidade da água engarrafada.....	8
Figura 2 - Mapa Cognitivo de Grupo	23
Figura 3 - Árvore de Critérios	24
Figura 4 - Ranking de Alternativas Referentes ao Modelo.....	30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Ácido Polilático	26
Tabela 2 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas PlantBased	26
Tabela 3 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas ENSO.....	27
Tabela 4 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de PET Reciclado	27
Tabela 5 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Ooho	28
Tabela 6 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Alumínio	28
Tabela 7 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Vidro.....	29
Tabela 8 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Tetra Pak.....	29

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

CRTs	- Critérios Principais
IC	- Integral de Choquet
MCDA	- <i>Multiple Criteria Decision Analysis</i>
NAM	- <i>Non-Additive Measure</i>
PVF	- Ponto de Vista Fundamental

1. Capítulo 1

1.1 Enquadramento Inicial

Nos últimos anos, o consumo de água engarrafada aumentou (Rodwan, 2018; Nicola, 2017), o que tem levado a uma amplificação gradual da procura por alternativas sustentáveis que visam reduzir o uso de garrafas descartáveis. Apesar desta indústria oferecer tanto conveniência como uma facilidade no transporte, enfrenta vários desafios no que toca ao impacto ambiental e ao aumento da poluição plástica (Geyer et al., 2017; Brandon et al., 2019). Cada vez mais, o descarte inadequado de garrafas de plástico representa uma ameaça ao meio ambiente, aos ecossistemas aquáticos e à saúde pública (UNEP, 2018; UNEP, 2022).

Dado o potencial que as alternativas sustentáveis podem vir a ter na indústria e no meio ambiente e com a crescente consciencialização pública sobre a poluição, o tema escolhido para a presente dissertação incide no estudo de Alternativas Sustentáveis numa indústria fundamental à sociedade, a Indústria da Água, através da combinação de técnicas de mapeamento cognitivo com o Integral de Choquet permitindo assim a incorporação da multiplicidade de critérios. Desta forma, será possível avaliar qual das alternativas será a melhor opção para a indústria.

1.2 Objetivo da Investigação

Como é possível perceber, o excesso de produção e consumo de garrafas de água é um tema cada vez mais discutido. A poluição, degradação ambiental e o consumo de recursos naturais são exemplos de consequências deste problema.

Deste modo, surge uma questão fundamental, sendo esta a viabilidade de desenvolver alternativas sustentáveis às garrafas de água. É crucial uma avaliação, clara e transparente, destas possibilidades se desenvolverem com sucesso, assim esta será feita através de um sistema de apoio aos processos de decisão.

É de salientar a importância e relevância da indústria da água. Sendo esta indústria fundamental à sociedade, perceber se é viável desenvolver alternativas sustentáveis torna-se um ponto de partida para que outras indústrias adotem o mesmo comportamento.

Assim, a futura dissertação pretende identificar as várias alternativas sustentáveis e analisar a sua viabilidade, de modo que as organizações inseridas sejam ambientalmente sustentáveis e consigam atingir os seus objetivos estratégicos. Com recurso a técnicas multicritério, tais como, o mapeamento cognitivo e o Integral de Choquet, será possível perceber qual das alternativas

existentes e consideradas no estudo, é a mais viável, de um modo simples, estruturado e transparente.

1.3 Metodologia da Investigação

Como referido anteriormente, na presente dissertação serão usadas técnicas multicritério, ou seja, é necessário usar uma metodologia mista, isto é, abordagens qualitativas e quantitativas.

É de salientar que os usos destas técnicas assentam numa lógica construtivista, por outras palavras, uma lógica de aprendizagem contínua, orientada para o processo, de modo a identificar a viabilidade das alternativas sustentáveis existentes.

Primeiramente e utilizando a metodologia qualitativa, seleciona-se um painel de especialistas na área do tema, com o intuito de fazer uma sessão onde o tópico principal será a viabilidade das alternativas sustentáveis na indústria. Relativamente ao *focus group*, este será heterogéneo, em relação a idade, género e profissão.

O objetivo destas sessões será realizar um mapa cognitivo, para identificar e agrupar os critérios de avaliação. Posteriormente, usaremos uma abordagem quantitativa, o Integral de Choquet, para nos ajudar na tomada de decisão, uma vez que esta técnica usa múltiplos critérios e estes têm mútua dependência preferencial.

Em suma, será usado o mapeamento cognitivo como forma de estruturar o problema e por fim, com recurso ao Integral de Choquet a avaliação da viabilidade das alternativas sustentáveis.

O uso destas duas técnicas em conjunto (introduzido, primeiramente, por Gustavo Choquet em 1953), possibilitará uma fácil obtenção de realismo nas respostas obtidas e a criação de um modelo adequado e transparente.

1.4 Principais Objetivos Esperados

Assim sendo, os principais objetivos incluem: (1) incorporação do conhecimento de *experts* da área na criação do modelo de avaliação; (2) consolidação das informações e por sua vez retirar conclusões; (3) identificação dos fatores críticos/elementos fundamentais da indústria para a implementação das alternativas sustentáveis; (4) elaboração do modelo de avaliação destinado à indústria e identificação da alternativa sustentável mais viável.

1.5 Estrutura do Documento

A presente dissertação encontra-se dividida nas seguintes partes: introdução (*Capítulo 1*), corpo de texto (*Capítulo 2, 3 e 4*), conclusão (*Capítulo 5*), referências bibliográficas e anexos. Por sua vez, a dissertação está organizada da seguinte forma, tendo em conta a metodologia e os objetivos previamente estabelecidos:

O Capítulo 1 é referente à introdução, onde é abordado o tema em estudo, objetivo da investigação, metodologia usada e os principais objetivos esperados.

O Capítulo 2 insere a revisão da literatura relativa às alternativas sustentáveis às garrafas de plástico, assim como as suas implicações ao nível de sustentabilidade e poluição.

O Capítulo 3 analisa a amostragem presente no estudo e o enquadramento metodológico relativo à abordagem multicritério, de modo a perceber quais são os seus elementos principais, assim como os contributos que traz para o estudo. Por fim, as metodologias aplicadas na presente dissertação, são apresentadas, nomeadamente, o mapa cognitivo e o Integral de Choquet.

O Capítulo 4 remete para a componente empírica do estudo pela apresentação dos resultados obtidos e a respetiva análise. Assim sendo, percebe-se que este capítulo é orientado para as diferentes fases da abordagem multicritério (fase de estruturação e avaliação do problema), demonstrando a aplicação das técnicas. Por fim, é elaborado um ranking das alternativas presentes no estudo que funciona como uma espécie de resumo dos resultados obtidos.

O Capítulo 5 descreve as conclusões obtidas, seguidas de uma análise dos principais resultados obtidos e às limitações referentes ao sistema desenvolvido. Posteriormente, são apresentadas as principais implicações práticas para a gestão e sugeridos diferentes raciocínios para futura investigação.

2. Capítulo 2 - Revisão de literatura

2.1 Sustentabilidade: Conceito, Dimensões e Nas Empresas

Conceito

O termo sustentabilidade foi popularizado pelo relatório Brundtland - *Our Common Future* criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, publicado em 1987. Assim, a sustentabilidade assenta na multidimensionalidade que engloba a capacidade de atender às necessidades da geração atual e que as gerações futuras sejam capazes de atender às suas próprias necessidades.

Dimensões de Sustentabilidade

De acordo com Braccini & Margherita (2018), *“Sustainability is a multi-dimensional concept encompassing environmental, social, and economic dimensions. Such dimensions form the TBL view of sustainability”* (ver anexo x), ou seja, o Tripple Bottom Line é constituído por três dimensões: Ambiental, Social e Económica.

Relativamente à dimensão ambiental, esta foca-se na renovação dos recursos naturais e na utilização dos mesmos. No que toca à indústria em si, esta dimensão atua apenas no ato do consumo destes recursos naturais, onde os mesmos podem ser reproduzidos naturalmente, e na libertação de emissões que possam ser absorvidas pelo ecossistema. Para a indústria conseguir dominar esta dimensão, deve reciclar, utilizar apenas recursos naturalmente renováveis, redesenhar o seu processo de fabrico, de modo que reduzam os desperdícios e que não libertem emissões prejudiciais ao ecossistema.

A Sustentabilidade Social relaciona-se à atitude organizacional de preservar e desenvolver o capital humano e social das comunidades onde as organizações operam, com o objetivo da criação de valor, segundo (Dyllick & Hockerts, 2002, como citado em Braccini & Margherita, 2018). Esta dimensão inclui aspetos como a “satisfação profissional, qualidade de vida, integração social nas comunidades, solidariedade, equidade e justiça na distribuição de bens e serviços, e igualdade de oportunidades na educação” (Kiel et al., 2017, Littig e Griessler, 2005, como citado em Braccini e Margherita, 2018). Um dos grandes desafios atuais na procura da

Sustentabilidade Social, baseia-se na redução do consumo excessivo nos países desenvolvidos, ao mesmo tempo que se tenta aumentar a qualidade de vida nos países em desenvolvimento.

Por último, a dimensão económica baseia-se no desempenho económico e financeiro da organização e está relacionada com a atitude que as organizações têm, cujo objetivo é a criação de valor e equilibrar custos e receitas na própria produção e distribuição de bens e serviços (Bansal, P, 2005, como citado em Braccini e Margherita, 2018).

Para atingir a dita sustentabilidade, as organizações têm de apoiar as três dimensões, o que é possível se aplicarem sinergias entre as dimensões. De um modo mais realista, atingir a sustentabilidade torna-se um objetivo difícil, uma vez que as dimensões estão sempre a interagir entre si e, por vezes, sobrepõem-se, entrando em conflito. Um exemplo explícito é quando queremos um processo de fabrico com redução dos desperdícios e nas emissões, no entanto para ter esse processo é necessário um grande investimento o que prejudicaria a dimensão económica da organização.

Sustentabilidade nas Empresas

A filosofia das empresas mudou com a definição do conceito de sustentabilidade, o que por sua vez originou a sustentabilidade nas empresas, a qual se baseia na perspetiva da empresa em si. Nos dias de hoje, qualquer empresa que queira estar associada a este conceito, tem de se reger pela Responsabilidade Social da Empresa (RSE), uma vez que esta foca-se, claramente, no meio ambiente e na redução das atividades que o possam comprometer, e no aumento de práticas comerciais de boa ética (McWilliams & Siegel, 2001).

Desta maneira, o principal objetivo é atuar de forma sustentável nas três dimensões para atingir o dado negócio sustentável, ou seja, atender de certa forma às necessidades dos stakeholders sem prejudicar a capacidade de atender às suas necessidades futuras (Hubbard, 2009, como citado por Shields & Shelleman, 2015).

No seguimento de objetivos, é crucial que a empresa seja totalmente transparente no que toca a metas de sustentabilidade, práticas sustentáveis que a empresa adota, por exemplo na sua supply chain e as suas realizações, para que a sua ligação com os stakeholders seja mais honesta.

Relativamente aos consumidores, é de salientar que houve um aumento da conscientização sobre sustentabilidade ambiental, nos últimos anos, e cada vez mais, a procura por produtos ambientalmente sustentáveis é maior.

Segundo Frank (2021), a sustentabilidade ambiental tem efeitos positivos no consumidor e na sua atitude de compra, ou seja, a junção de um produto ambientalmente sustentável com o aumento da sua procura tende a ampliar o lucro da empresa.

Assim, e com a pressão constante dos mesmos sobre praticas sustentáveis, as empresas cada vez mais se focam na dimensão da sustentabilidade ambiental, de modo a conseguir existir no mercado competitivo atual.

2.2 Indústria da Água Engarrafada

Os primeiros passos da indústria da água engarrafada tiveram início no século XIX, com as garrafas de vidro e começou a crescer, inicialmente, nos Estados Unidos (Chapelle, 2005). Embora no século XX, tenha havido um declínio na necessidade de água engarrafada, uma vez que a qualidade da água da torneira melhorou nos países desenvolvidos, este tipo de mercado ressurgiu devido a diversos fatores. Estes fatores baseavam-se nos hábitos de consumo das pessoas, no desenvolvimento da garrafa politereftalato de etileno (PET), poluição da água potável e o aumento do uso de técnicas de branding e publicidade (Hawkinhs, 2017).

Assim, a água engarrafada tornou-se tão presente na nossa vida que nos esquecemos de que nem sempre existiu e que ela no seu núcleo é apenas a venda de algo que é grátis (Gleick, 2010).

Atualmente, procuramos a conveniência que esta opção nos dá, de ter acesso a água em qualquer lado e em qualquer altura (Gleick, 2010), procuramos também o sentimento de segurança e de qualidade devido à perceção de que a água engarrafada é mais segura e tem melhor qualidade (Saad et al, 1998 como citado por Massoud, 2013).

Uma das grandes razões para esta indústria ser tão bem-sucedida, é o posicionamento que a mesma faz da água engarrafada. Esta associa este tipo de água a um estilo de vida saudável e de sucesso. Deste modo, os consumidores preferem água engarrafada a água da torneira, por que a consideram como a única opção para obter água potável; devido ao status que oferece; porque é, simplesmente, mais saborosa, acessível e cómoda (Ragusa 2016, como citado por Massoud, 2013).

Embora, para uns, o consumo de água engarrafa é apenas uma comodidade e uma escolha, para outros é uma dependência. Nos países em desenvolvimento e sem acesso a água potável,

torna-se fundamental e crítico o uso de água engarrafada. Como consequência, o aumento exponencial da procura de água engarrafada (Massoud, 2013).

2.3 Impactos da Água Engarrafada

A indústria da água engarrafada e o consumo excessivo da mesma, originou mudanças nas três dimensões da sustentabilidade: social, ambiental e económica (Jaffee, 2013). Deste modo, a Figura 1 demonstra os impactos existentes no ciclo de vida da água engarrafada.

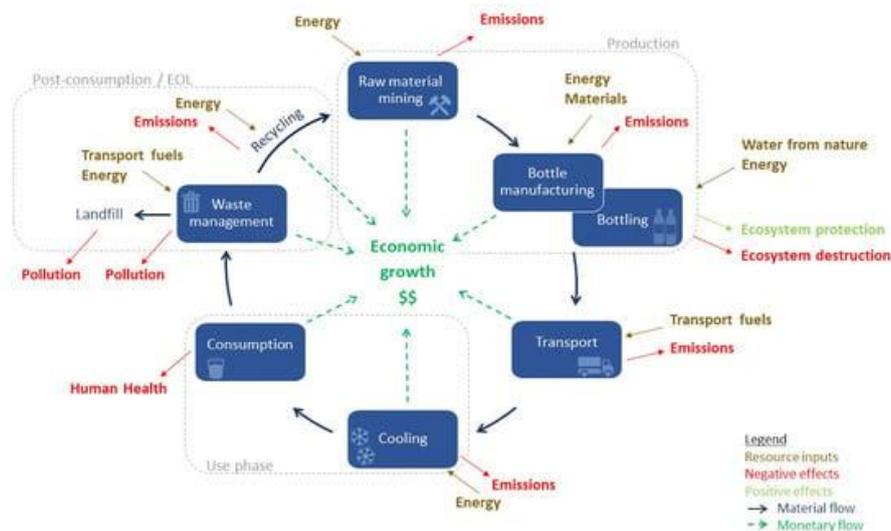


Figura 1: Aspectos de sustentabilidade da água engarrafada

Fonte: Parag, 2023

Relativamente à dimensão económica, trata-se da viabilidade deste tipo de água. O aumento do consumo da água engarrafada deve-se ao facto da conscientização dos consumidores por uma vida saudável e de regulamentações governamentais contra a obesidade, o que impulsionou a procura de bebidas não açucaradas. Assim, este mercado cresceu fortemente e atualmente é o tipo de bebida engarrafada mais popular, segundo a MarketLine.

Segundo a Euromonitor International, em termos económicos, comparando o ano de 2010 e 2020 a nível mundial, percebemos claramente que houve um aumento no consumo. No ano de 2010, o consumo total de água engarrafada foi de 206 mil milhões de litros, enquanto no ano de 2020 foi de 335 mil milhões de litros.

A nível ambiental, a decisão de beber água engarrafada origina impactos significativos. A produção deste tipo de água requer quantidades absurdas de energia, tanto para produzir como para distribuir (Gleick & Cooley, 2009, Parag & Roberts, 2009). Em termos mais concretos, produzir 1kg de plástico PET equivale ao gasto de 17,5 litros de água, emissões atmosféricas de 40g de hidrocarbonetos, 25g e 20g de óxidos de enxofre e azoto, respetivamente, 18g monóxido de carbono e 2,3kg de dióxido de carbono. É de salientar que a quantidade de água que se perde é maior que a quantidade que se pretende engarrafar e que este plástico tem origem de recursos não renováveis (petróleo e gás natural) (Queiroz, 2012). Assim, esta produção inclui a diminuição de recursos naturais não renováveis, o consumo de energia e água (aumentando a pegada hídrica, que é o consumo de água doce durante o ciclo de vida) e a emissão de gases com efeito de estufa. Embora não hajam dados que diferenciem a poluição do plástico PET da poluição de plástico, sabemos que é previsto que o desperdício de plástico pós-consumo atinja os 230 mil milhões de toneladas por ano até 2025, isto a nível mundial, segundo a PlasticsEurope. Deste modo, a indústria acaba por exercer uma grande pressão nos ecossistemas (Parag, 2023).

Por último, os impactos sociais são relativos à saúde humana e à equidade e justiça. Sobre a saúde humana, temos a contaminação das garrafas devido à sua composição química (Akhbarizadeh, 2020, Shotyky & Krachler, 2007) e a existência de microplásticos, cujo são contaminadores e cada vez mais os consumidores têm consciência disso, embora o seu impacto no consumo não seja certo (Wright, 2017). A questão da equidade e justiça, remete aos beneficiadores, como por exemplos os acionistas e os consumidores de água engarrafada, da indústria e aos prejudicados que são aqueles que não consomem água engarrafada, mas que vivem com os impactos negativos que esta indústria traz (Parag, 2023).

2.4 A Questão do Desperdício

O objetivo do Waste Management é proteger a saúde humana e o meio ambiente a partir da prevenção correta dos resíduos e da redução dos impactos que a produção e a própria gestão dos resíduos provocam (EU 2018/851). Deste modo, existe uma avaliação do ciclo de vida (ACV) que é aplicada, de forma a quantificar os impactos a nível ambiental, da saúde e sobre a gestão de resíduos (Lgbal et al., 2020; Mulya et al., 2022; Othman et al., 2013). Foram destacadas avaliações com base no impacto na política de resíduos pela Comissão Europeia (CE, 2005). Como os impactos ambientais não são monitorizados no processo de avaliação da

gestão de resíduos, são aplicados indicadores, com o intuito de fornecer informações mais simples e fiáveis relativas aos objetivos e desempenho da gestão de resíduos (OCDE, 2014). Os indicadores de desempenho baseiam-se na produção de resíduos, no seu tratamento final, os preços de materiais reciclados, taxas de recuperação, desvio e reciclagem. Estas três taxas limitam-se à eficiência material o que as compromete a serem totalmente adequadas para a avaliação do desempenho ambiental da gestão de resíduos (Schmidt, 2023).

Relativamente à gestão de resíduos das garrafas de plástico, a questão da eliminação deste produto tem várias nuances. O aumento da produção e consumo de garrafas de água colaboram para as alterações climáticas e poluição da água (Cole et al., 2011; Free et al., 2014) e tem um impacto ambiental elevado (Horowitz et al., 2018), devido também à sua eliminação pós-consumo, uma vez que estas não são biodegradáveis (Shah et al., 2018; Torretta, 2013), embora algumas empresas mais conhecidas já usem r-PET, isto é, PET reciclável. Assim e devido à preferência mundial por garrafas de plástico, a água engarrafada tem um grande peso na poluição plástica (Rodwan, 2018).

Segundo o artigo *Environmental assessment of domestic water supply options for remote communities*, as garrafas de plástico de uso único são a pior opção no tema de diferentes opções de abastecimento de água, uma vez que iriam ser aquelas que mais causariam impactos a nível ambiental, mais precisamente, um aumento de 54 a 72% (Aberilla, 2020).

Existe uma função crescente entre a produção de água engarrafada e a quantidade de resíduos (Parag, 2023). Estes resíduos são geridos de diferente forma em cada país, visto que há diferenças nas regulamentações na matéria de resíduos.

Atualmente, as estratégias para a gestão de resíduos centram-se na reciclagem, combustão e aterros (Subramanian, 2000). A reciclagem reduz o volume dos resíduos de forma eficaz, o que permitiu que esta fosse a estratégia mais ecológica (Hopewell et al., 2009; Zhong & Pearce, 2018). Contudo, a reciclagem a nível mundial continua a ser fraca, devido não só ao processamento pós-consumo como à falta de incentivos (Nikles & Farahat, 2005), segundo a Organization for Economic Cooperation and Development, apenas 9% da produção de plástico é reciclado (OECD, 2022). A reciclagem tornou-se uma etapa crucial na cadeia de abastecimento das garrafas, mas depende do comportamento do consumidor (Wang, 2008).

Em relação aos aterros sanitários, embora sejam praticados à volta do mundo, não é uma prática sustentável, visto que são finitos e contribuem para a poluição ambiental (Salem et al., 2008). Para combater esta prática, faz-se a seleção de resíduos o que possibilita uma redução dos mesmos quando são depositados em aterros (Geyer et al., 2017).

No que toca à combustão, os resíduos plásticos são muitas vezes usados para gerar energia. Contudo, esta prática faz com que a emissão de como o dióxido de carbono, óxido nitroso e de enxofre aumente, o que prejudica a saúde e a camada de ozono (Al-Salem et al., 2009).

A gestão de resíduos é praticada em grande parte nos países desenvolvidos, enquanto nos países em desenvolvimento os níveis destas práticas são baixos, onde muitas das vezes a indiscriminação de resíduos acontece (Wardrop, 2017). Na maioria dos países, os resíduos são usados nas duas práticas insustentáveis (Hawkings, 2011).

Por fim, a junção do aumento de plásticos no planeta com a inadequação das práticas de gestão de resíduos, faz com que existam problemas ambientais e de saúde consideráveis, cujo são cada vez mais difíceis de resolver (Wabnitz & Nichols, 2010; Ryberg et al., 2019; Thompson et al., 2009), o que levou à sugestão de incentivos à comunidade para desenvolverem praticas sustentáveis de gestão de resíduos (Adefila, 2020).

2.5 Alternativas Sustentáveis

Face aos impactos e problemas que o aumento do consumo e produção de garrafas de água tem originado, cada vez mais aparecem alternativas sustentáveis para o uso de garrafas de plástico.

Esta criação de alternativas, deve-se ao facto de que a proibição de água engarrafada tem o efeito contrário, ou seja, em vez de haver uma redução do uso de garrafas de plástico e dos impactos, estes só aumentariam, uma vez que o consumo de bebidas sem e com açúcar iria aumentar o que consequentemente iria aumentar os impactos ambientais, o risco de saúde e o uso de garrafas de plástico (Berman, 2015).

2.5.1 Biodegradáveis

No que toca a alternativas biodegradáveis, temos várias opções sendo estas garrafas e soluções comestíveis.

A opção de garrafas de ácido polilático (PLA) à base de milho tem como objetivo ser neutra em termos de carbono, visto que é à base de plantas recetoras de carbono, o que a torna biodegradável nas condições necessárias (West, 2016 como citado por Horowitz, 2018). Para a produção deste tipo de garrafas é necessário um cultivo próprio das suas matérias-primas, sendo esta o amido de milho, ou seja, um recurso renovável (Madival, 2009). No entanto, este cultivo consome energia e recursos o que faz com que várias empresas na indústria hesitem entre reciclar as garrafas PLA ou produzir novas (Intagliata, 2012 como citado por Horowitz, 2018).

Segundo o relatório da UNEP sobre as garrafas de plástico, as garrafas PLA quando não são recicladas nas condições necessárias prejudicam mais o impacto ambiental do que as garrafas PET (UNEP, 2020).

A garrafa PEF (PlantBased) também é uma alternativa sustentável, esta é parecida à garrafa PLA, pelo facto de ser criada a partir de açúcares vegetais em vez de combustíveis fósseis, isto é, converter açúcares naturais em plástico (Beverage Industry, 2015). Segundo o artigo do The Guardian, *“The end of plastic, new plant based bottles will degrade in a year”* pretende-se criar este tipo de garrafas com culturas agrícolas, de forma a eliminar o uso completo dos combustíveis fósseis. Esta garrafa é totalmente reciclável, uma vez que é feita a partir de recursos renováveis. Contudo, o impacto na produção destes vegetais, nomeadamente, a cana-de-açúcar é um desafio e uma preocupação, visto que para atender à procura de plástico mundial era necessária uma grande produção e energia (Biello, 2010).

No que diz respeito à garrafa ENSO, esta foi criada para ser biodegradável e aumentar a biodegradabilidade das garrafas nos aterros sanitários. Estas garrafas têm apenas um acréscimo quando comparada à garrafa PET, o aditivo ENSO, que faz com que a garrafa de plástico seja decomposta pelos microrganismos. Esta garrafa também pode ser reciclada como qualquer outro tipo de garrafa de plástico (ENSO Plastics, 2011).

O r-PET (PET Reciclado), é a criação de plástico a partir de plástico PET usado (Benyathiar, 2022). Com este tipo de garrafa, a necessidade de criar garrafas novas a partir de combustíveis fósseis é reduzida, assim como o impacto ambiental, visto que a reciclagem destas garrafas ajuda à diminuição do volume das mesmas nos aterros (Benavides, 2018).

Deste modo e segundo Benavides (2018), as garrafas à base de recursos renováveis e produtos reciclados reduzem o impacto ambiental, mas aumentam o consumo de água, isto quando comparadas à garrafa PET. Em termos de desempenho, a garrafa PET continua na liderança, menos no esgotamento de recursos (onde é pior) quando retiramos os impactos da equação.

A última alternativa biodegradável é, relativamente, recente e foca-se no uso de esferas de água comestíveis, Ooho, criada pela Skipping Rocks Lab. Esta esfera é feita a partir de plantas e algas marinhas, decompõem-se entre 4 a 6 semanas e ainda é possível adicionar sabor e cor. A missão desta alternativa é “proporcionar um futuro sem plástico” e a empresa refere que o custo de produção é similar ao de uma garrafa de plástico (Nature Biotechnology, 2017).

2.5.2 Além do plástico

Além das garrafas de plástico, existem alternativas onde a composição se baseia noutros materiais.

Embora não existam muitos estudos relativos á viabilidade ambiental das garrafas reutilizáveis de alumínio, esta opção, quando comparada com a garrafa de utilização única, é melhores a nível ambiental (Dettore, 2009; Pathwater, 2018). De modo que estas garrafas sejam benéficas a nível ambiental, devem ser reutilizadas, no mínimo, mais de 3 vezes. Segundo a Pathwater (2018), após comparar a sua garrafa reutilizável à de plástico, confirmou que se atinge um “ponto de equilíbrio” depois das 3 utilizações. Assim, os usos destas garrafas dependem da atitude do consumidor, isto é, do número de vezes que este as irá reutilizar (UNEP, 2020).

As garrafas de vidro são uma alternativa ao plástico (UNEP, 2020). Embora as garrafas de vidro de apenas umas utilizações apresentem piores resultados em termos ambientais (Schlecht et al., 2019), quando reutilizadas pelo menos três vezes equiparam-se às opções de alumínio e garrafas PET, em termos ambientais (Amienvo et al., 2013). Em termos de produção, iria ter grandes impactos na energia precisa (Schmitz, 2010).

As embalagens Tetra pak, são à base de cartão (cerca de 75%), alumínio e polietileno (Keya, 2011). Segundo Schlecht et al (2018, 2019), quando se compara garrafas de plástico com embalagens Tetra Pak, conclui-se que as embalagens são preferíveis quando se fala em leite, sumos e similares. Contudo, quando se usam estas embalagens com a finalidade de agir como uma garrafa de água, o seu desempenho ambiental não se diferencia das garrafas tradicionais. Embora este tipo de embalagem traduza melhores resultados a nível de alterações climáticas, quando abordamos outros impactos, estas embalagens não prevalecem.

2.5.3 Refill

Esta alternativa baseia-se em incentivar os consumidores a usarem mais as suas garrafas reutilizáveis ao enchê-las em postos específicos, de forma a reduzir o consumo de garrafas de plástico, proporcionando benefícios ambientais. A empresa Refill anunciou uma aplicação onde se tem acesso a mais de 274 mil postos de enchimento pelo mundo, aos cafés e lojas que oferecem descontos por trazer a própria garrafa, fontes de água gratuitas e ainda nos permite adicionar novos postos (Refill, 2022).

2.5.4 Água da Torneira

Como foi dito no ponto 4, o uso de garrafas de água é crucial nos países em desenvolvimento onde o acesso a água potável é reduzido ou nulo (Massoud, 2013). Um dos objetivos principais da ONU é o acesso universal de água potável e canalizada (UNDP, 2017), porém a implementação deste objetivo nas áreas remotas está atrasada, mesmo com maiores orçamentos nacionais (WHO, 2017).

Depender de água engarrafada para o consumo de água potável tem sido criticada, uma vez que alivia, de certa maneira, o governo sobre o tema de reparar as infraestruturas hídricas que possibilitam a entrega de água potável (Pacheco-Vega, 2019).

Estudos apontam que a utilização da água da torneira quando comparada com a água engarrafada, traz mais benefícios ambientais em todas as categorias de impactos abordadas (Garcia-Suarez, 2019; Queiroz, 2012). Deste modo, e segundo Queiroz (2012), os consumidores podem comprar filtros para o consumo de água da torneira. O problema desta alternativa centra-se na disponibilidade, visto que em locais onde existem más infraestruturas hídricas e contaminação, água engarrafada é a única forma de terem acesso a um direito humano (Greene, 2018).

Embora o refill e a água da torneira sejam opções viáveis em termos de sustentabilidade, não serão consideradas neste estudo como alternativas sustentáveis, devido ao facto da inexistência de dois dos principais fatores no que toca à experiência do consumidor, sendo essas a facilidade no acesso e a comodidade.

3. Capítulo 3 - Metodologia

A presente dissertação tem como principal objetivo a criação de um sistema multicritério para o processo de avaliação das *alternativas sustentáveis*, com recurso a metodologias assentes em princípios construtivistas. Para que tal seja possível, serão aplicadas técnicas de mapeamento cognitivo e o cálculo do Integral de Choquet.

3.1 Amostragem

Será realizada uma sessão presencial com um painel de especialistas de diferentes áreas (i.e. inovação tecnológica, jornalismo, organização não governamental ambiental, políticas públicas, economia, design de embalagens sustentáveis, logística). O painel é constituído por 6 elementos, 3 do sexo masculino e 3 do sexo feminino, com idades compreendidas entre 25 e 50 anos.

Participante	Idade (anos)	Formação	Profissão
Participante 1	25	Mestrado	Jornalista Ambiental
Participante 2	50	Mestrado	Consultor em Engenharia Industrial e Ambiental
Participante 3	50	Doutoramento	Vice-presidente de uma ONG
Participante 4	37	Licenciatura	Consultor de Design Sustentável
Participante 5	44	Mestrado	Consultor Estatística
Participante 6	48	Doutoramento	Direção de serviços da direção técnica

3.2 Avaliação Multicritério

A avaliação multicritério é essencial na tomada de decisão, embora seja complexa, uma vez que possibilita a preservação e a continuidade do processo, permite que a avaliação seja feita através da multiplicidade de critérios das ações potenciais do problema.

Esta abordagem mostra-se tanto mais benéfica como mais vantajosa que a abordagem monocritério, pela simples razão de que tem em conta a multiplicidade de diferentes aspetos relevantes de um problema complexo, ao contrário da abordagem monocritério que apenas se foca num único critério (Belton e Stewart, 2002; Ferreira, 2011). Segundo Ferreira (2011), a avaliação multicritério possibilita a criação de uma estrutura partilhada, ou seja, todos os participantes envolvidos participam e contribuem para a criação desta mesma estrutura, com o único objetivo de produzir conhecimento sobre o problema em questão, permitindo assim um modelo de avaliação. Em conformidade ao que foi dito anteriormente, vários autores (Bana e Costa, Ensslin, Corrêa e Vansick, 1999; Belton e Stewart, 2002) referem que existem inúmeras vantagens ao usar técnicas de estruturação e avaliação de múltiplos critérios. Tais técnicas são reconhecidas pelo seu potencial de esclarecimento no que toca a problemas de decisão complexos e conflituantes. Assim sendo, na presente dissertação irá ser usada a avaliação multicritério, uma vez que se apresenta crucial na análise de diferentes alternativas, facilita e promove a troca de ideais, opiniões e conhecimento, possibilitando uma aprendizagem contínua de todos os envolvidos durante o processo. Desta forma, conseguimos atingir a transparência dos processos.

O processo de apoio à tomada de decisão está subdividido em três fases: (1) *estruturação*; (2) *avaliação*; e (3) *elaboração de recomendações*. Segundo Moraes et al. (2010), existe uma forte relação de simbiose e harmonização entre todas as fases, o que significa que a existência de alguma lacuna numa das fases terá grandes repercussões no processo de decisão. Um problema estratégico, nem sempre, se encontra definido e estruturado à primeira instância. Vários autores subscrevem que o reconhecimento do problema e/ou a deteção de certa oportunidade de ação é o começo do próprio processo de apoio à tomada de decisão (Hammond, Keeney e Raiffa, 2002; Keeney, 1992; e Scheubrein e Zionts, 2004).

Deste modo, a fase de *estruturação* é considerada a primeira e principal fase do processo, uma vez que permite a caracterização do problema em questão; a determinação dos elementos que serão objetos de avaliação; e o estabelecimento das suas relações estruturais (Ferreira, 2011). A fase seguinte (i.e., *avaliação*), tem como objetivo a chegada aos resultados globais, sendo assim esta consiste na elaboração de um modelo de preferências. Neste modelo, podemos perceber o impacto dos PVFs no problema, através da sua análise e ponderação (Ferreira, 2011). A fase de elaboração de recomendações, tem como finalidade identificar as principais vantagens e limitações do modelo construído anteriormente, assim como apresentar sugestões para estudos futuros (Ferreira, 2011).

A presente dissertação, fará uso do mapeamento cognitivo na fase de *estruturação* e do Integral de Choquet na fase de *avaliação*.

3.3 Mapeamento Cognitivo

O mapeamento cognitivo, na sua base é a visualização do pensamento relativo a um problema (Eden, 2004). Assim, esta técnica é usada no apoio à tomada de decisão, permitindo a resolução do problema em questão em contexto específico (Rodrigues, Ferreira, Pereira, Carayannis, & Ferreira, 2022). Segundo Kelly (1955), os mapas cognitivos derivam da *personal construct theory*. Esta teoria reflete uma perspectiva de como as pessoas atribuem significado ao ambiente onde se inserem, tentando dominá-lo e geri-lo, o que por sua vez dá valor ao mapeamento cognitivo. Este foco na resolução de problemas é o que torna esta técnica apropriada à estruturação de problemas, descoberta de soluções e ao apoio da tomada de decisão (Eden, 2004). Os valores de cada pessoa são subjetivos e fazem parte da tomada de decisão, por isso é necessário modelá-los (Keeney, 1992).

Esta técnica é vista como uma ferramenta de estruturação do pensamento, onde lida com a complexidade, incerteza e subjetividade dos processos de tomada de decisão, promovendo o brainstorming, a simplicidade e transparência (Ferreira, Meidutė-Kavaliauskienė, Zavadskas, Jalali, & Catarino, 2018). Desta forma, este método é uma técnica de estruturação que ajuda à exposição do problema, a partir da representação visual, podendo assim transformar a sua complexidade em algo simples, permitindo que o processo de criação de soluções seja mais natural e rápido, uma vez que é usada como ferramenta de pensamento. Como o mapeamento cognitivo promove o brainstorming, com base no diálogo entre os indivíduos é capaz de abordar vários pontos de vista, incertezas e conflitos entre os participantes (Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021).

Segundo Fu et al (2022), o mapeamento cognitivo e a abordagem exploratória que este oferece, ajuda a autorreflexão, e devido à sua natureza multidisciplinar, é adaptável e extensível a distintas áreas académicas. Relativamente à abordagem de problemas, esta técnica é cada vez mais importante, uma vez que promove discussões, partilha de informação e raciocínio. Assim, a estruturação do problema torna-se mais simples (Castanho et al., 2021). As interdependências são algo muito importante de se identificar durante o processo da tomada de decisão, deste modo uma forma simples de as identificar é a representação gráfica, cujo objetivo é simplificar

e comprimir a informação, permitindo ainda que os indivíduos consigam reformular as suas ideias a cada passo (Vaz, Ferreira, Pereira, Correia, & Banatis, 2022).

No que diz respeito à informação disponível nesta técnica, esta pode vir a ser uma limitação, pela razão de que existe um grande foco na estruturação cognitiva, prejudicando o processo, o que por sua vez, acaba por moldar os resultados de acordo com o método utilizado na elaboração da estrutura, delimitando a informação. Deste modo, a elaboração do mapeamento cognitivo deve ser vista como uma ferramenta auxiliar no processo da definição de critérios à tomada de decisão e não como uma etapa final para a tomada de decisão (Silva, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021).

3.4 Integral de Choquet

Em 1953, Gustave Choquet apresentou o Integral de Choquet. Esta ferramenta tinha como objetivo principal integrar funções relativas a medidas difusas (Shieh et al., 2009), o que, conseqüentemente, permitiu que fosse usado como um *nonadditive method* (NAM) ou uma *fuzzy measure*. Deste modo e segundo Wang (2011), o Integral de Choquet pode substituir a média aritmética ponderada, quando se trata de agregar critérios com mútua dependência preferencial (critérios interdependentes). Assim, os métodos NAM tornaram-se mais presentes quando os modelos tradicionais não tinham a capacidade de fornecer realismo no processo de tomada de decisão (Ralescu & Adams, 1980), uma vez que as NAMs são capazes de verificar quando os critérios em questão têm interações (Ferreira, 2018).

Segundo Gürbüz (2010), o Integral de Choquet é “(...) a fuzzy integral and considers the interactions between k out of n criteria of the problem which is called the k -additivity property” e de acordo com Gomes et al. (2015) “a fuzzy measure indicates the degree to which evidence that an element belongs to a set” (p. 525). Estas duas afirmações suportam que o Integral de Choquet determina o peso que a interdependência de critérios possui, tem como objetivo facilitar a modelação dessas interações (Brito, Ferreira, Pérez-Gladish, Govindan, & Meidutė-Kavaliauskienė, 2019), também possibilitam a atribuição da relevância dos diversos graus às preferências e a verificação da conformidade com as condições estabelecidas (Gomes et al., Machado, & Rangel, 2015). Dito isto e segundo Demire et al. (2010), a eficácia do Integral de

Choquet vai depender das *fuzzy measures* e da sua representação, esta terá de reter e projetar a importância dos critérios, sejam estes individuais ou combinações com outros critérios.

Em termos práticos, o Integral de Choquet é uma ferramenta, não só com capacidade de condensar a multiplicidade dos dados envolvidos, mas também utilizar NAMs (Chitescu & Plavitu, 2017), de modo a resolver problemas que exijam fiabilidade e plausibilidade na interação de critérios (Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021).

Em termos matemáticos e segundo Choquet (1954), Ferreira et al. (2021), Gomes et al. (2015), Torra e Narukawa (2016), Shieh et al. (2009), Tan e Chen (2010), uma *fuzzy measure* N refere-se a uma função conjunto $\mu: 2^N \rightarrow [0, 1]$, com as seguintes propriedades:

- (1) $0 \leq \mu(A) \leq 1$, para todo $A \in N$
- (2) (Condição limite) $\mu(\emptyset) = 0$; $\mu(N) = 1$
- (3) (condição de monotonicidade) $\forall S \subseteq T \subseteq N, \mu(S) \leq \mu(T)$

A função $\mu(S)$ é representada pelo valor atribuído ao conjunto de critérios S pela *fuzzy measure* μ . Deste modo, o valor de função vai estar associado ao peso que cada indivíduo dá, a cada conjunto S (Gomes et al., 2015, Ferreira et al., 2021).

Em complemento à *fuzzy measure* N , esta pode ser (Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira, 2021).

- (1) Aditiva se:
 $\mu(S \cup T) = \mu(S) + \mu(T)$ para qualquer $S, T \subseteq N$ tal que $S \cap T = \emptyset$
- (2) Supra-aditiva se:
 $\mu(S \cup T) \geq \mu(S) + \mu(T)$, onde existe um efeito sinérgico
- (3) Subaditiva se:
 $\mu(S \cup T) \leq \mu(S) + \mu(T)$, onde se modela um efeito redundante

Como referido por Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira (2021), assim que a *fuzzy measure* é obtida, é viável identificar o integral relacionado com essa medida.

Tal como Krishnan et al. (2015) refere, a agregação pode ser descrita como o processo de combinar as classificações relativas ao conjunto de atributos (classificações de desempenho) de cada alternativa avaliada, permitindo uma única pontuação.

Deste modo, a fórmula do Integral de Choquet é:

$$(4) Ch(xn) = \sum_{i=1}^n (x(i) - x(i-1)) * (A(i))$$

quando é dado um NAM μ , juntamente com os valores dos critérios de uma alternativa x_n e onde x_n é um índice de permutação, cujo $x(i) \leq x(i-1)$; $i = 1, 2, \dots, n - 1$; e $x(0) = 0$.

Torra & Narukawa (2016) e Mesiarová-Zemánková et al. (2010), como citado por Castanho, Ferreira, Carayannis, & Ferreira (2021), identificaram duas dimensões do Integral de Choquet:

$$(5) \text{ Integral de Choquet Simétrico: } Ch_{sm}(x) = Ch_m(x^+) - Ch_m(x^-)$$

$$(6) \text{ Integral de Choquet Assimétrico: } Ch_{am}(x) = Ch_m(x^+) - Ch_{md}(x^-)$$

Onde $_{md}$ é uma *normed fuzzy measure* dupla de m dado por $_{md}(A) = 1 - m(A^c)$, para todo o AX e em que $x^+ = (x_1^+, \dots, x_n^+)$ com $x_i^+ = \max(0, x_i)$ e $x^- = (x_1^-, \dots, x_n^-)$ com $x_i^- = \max(0, -x_i)$

Concluindo, o Integral de Choquet é capaz de lidar com a interdependência de critérios, modelando essas interações. Assim é devido ao facto de agregar os dados numéricos, cujos têm significado real, facilmente produz soluções únicas, práticas e sobretudo realistas (Krishna et al., 2015).

4. Capítulo 4 - Resultados e Análise

Com este capítulo, dá-se início à segunda parte da dissertação que diz respeito à componente empírica desenvolvida. Será exposto todo o processo envolvendo as técnicas referentes à abordagem MCDA, nomeadamente, o mapeamento cognitivo e o Integral de Choquet, os quais permitiram o desenvolvimento de um sistema de avaliação para as alternativas sustentáveis às garrafas de plástico. Deste modo, o presente capítulo tem como objetivo a explicação pormenorizada desta etapa de estruturação do problema, onde, por sua vez, será criado um ranking de alternativas, utilizado na fase seguinte (fase de validação).

4.1 Mapa Cognitivo

Segundo Bana e Costa et al. (1997), a fase de estruturação é a etapa mais importante de todo o processo de decisão. Assim sendo, tal etapa deverá servir para formular o problema em estudo. Em concordância com Bana e Costa et al., Ferreira (2011) assevera que tanto a definição como a estruturação do problema em questão são essenciais para a compreensão do mesmo e para o próprio desenvolvimento das seguintes etapas (fase de avaliação). Deste modo, métodos de cartografia cognitiva foram utilizados para a estruturação do modelo desenvolvido. Esta abordagem consiste em reuniões presenciais com um painel de especialistas com know-how nas áreas referentes ao estudo permitindo assim uma definição e análise minuciosa do problema em análise. O presente estudo contou com uma sessão de, aproximadamente, 4 horas com 6 especialistas de diferentes áreas (i.e. inovação tecnológica, jornalismo, organização não governamental ambiental, políticas públicas, economia, design de embalagens sustentáveis, logística).

A sessão foi iniciada com uma breve introdução ao estudo desenvolvido, relativamente, ao seu objetivo principal e metodologia utilizada para que os especialistas entendessem o processo. Em seguida, foi posta aos decisores a seguinte trigger question: *“Acha que as garrafas de plástico são um problema em termos de sustentabilidade? Se sim, como resolveria?”*. Desta forma, deu-se início à discussão e partilha de opiniões e de diferentes perspetivas. Durante a sessão, foram postas mais 6 questões, de forma a estimular, cada vez mais, o raciocínio dos decisores, permitindo uma sessão fluída e informal, sendo estas *“Quais são os principais problemas associados ao uso das garrafas de plástico”*; *“Que critérios considera mais importantes quando pensa em alternativas sustentáveis as garrafas de plástico”*; *“Como avalia a aceitação social das alternativas, em comparação às garrafas de plástico”*; *“Quais são os benefícios e desvantagens das alternativas quando comparadas garrafas de plástico, na sua*

opinião”; “As alternativas impactam a sua vida quotidiana? Se sim, como?”; “Acredita que as alternativas são economicamente viáveis quando comparadas às garrafas de plástico? Porquê?”. Logo após a trigger question, aplicou-se a “técnica de post-its” (Ackerman e Eden, 2001), a qual se baseia no apontamento dos critérios mais relevantes, em post-its, durante a discussão, segundo os decisores. Cada critério significativo será apontado num, e só num post-it, caso o critério em questão tenha uma relação de casualidade negativa, é marcado com um sinal menos (-) no campo superior direito, segundo Ferreira (2011). Após se ter obtido um número considerável de critérios, foi pedido aos especialistas que agrupassem os post-its por clusters, permitindo assim a visualização da relação entre os critérios.

No final desta etapa, 5 clusters foram formados, nomeadamente: *Sustentabilidade; Estilo; Segurança Ambiental; Reutilização Estratégica; e Reciclagem*. Para finalizar a fase de estruturação, os decisores avaliaram as relações de casualidade entre os critérios e hierarquizaram os mesmos dentro de cada cluster.

Após a primeira parte da sessão, os dados adquiridos foram inseridos no software Decision Explorer (www.banxia.com), elaborando assim o mapa cognitivo de grupo. Tal mapa, foi apresentado ao painel de decisores com o objetivo de ser revisto e validado. É de salientar que caso o painel não concordasse de forma unânime com a forma e/ou conteúdo do mapa, havia a possibilidade do mesmo ser alterado (inserir e/ou alterar vários critérios, clusters ou até mesmo recomençar o estudo). Depois da validação dos especialistas, relativamente, à versão final do mapa (ver Figura 2), concluiu-se a fase de estruturação, passando assim para a seguinte etapa, a árvore de critérios principais (CRTs ou PVFs).

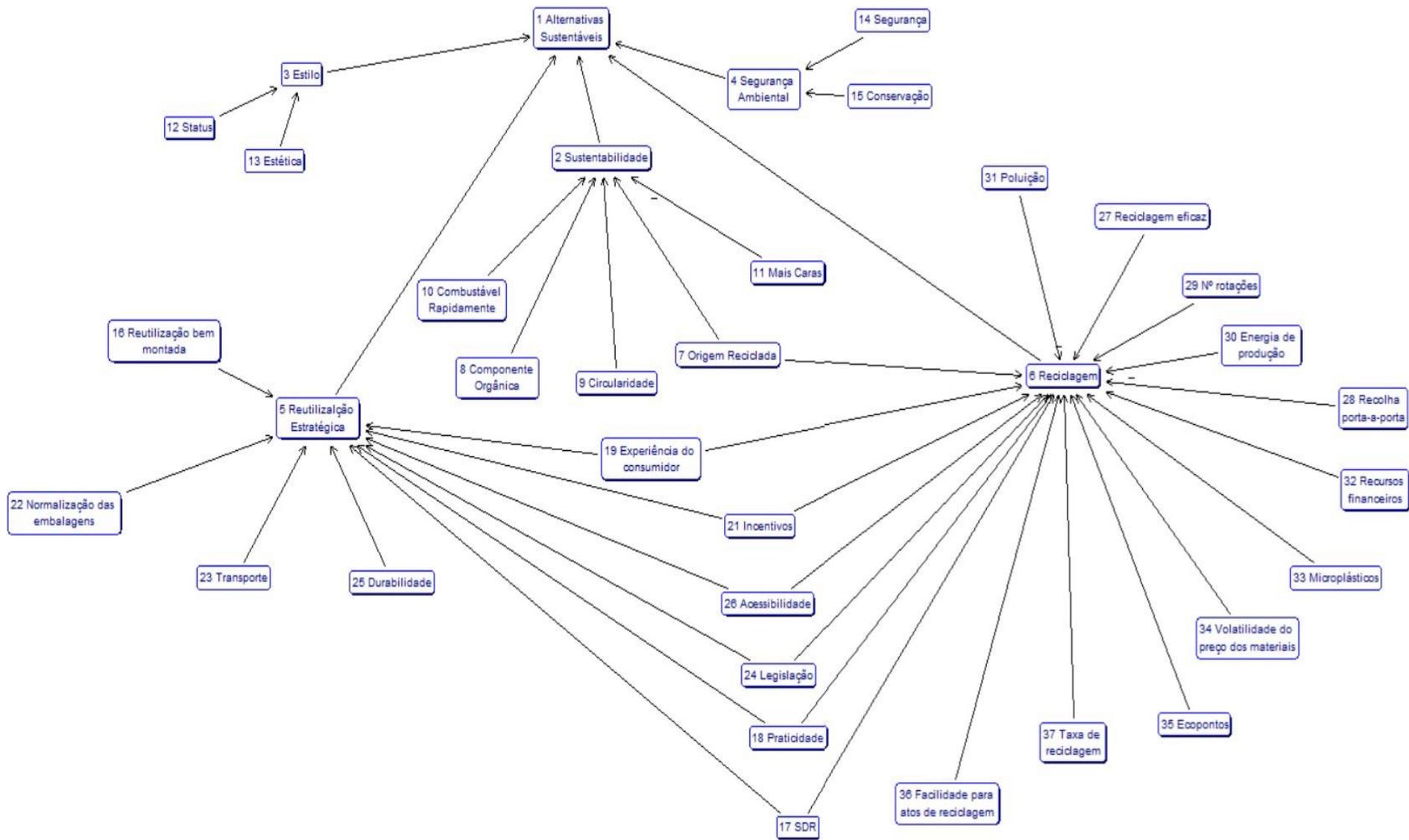


Figura 2 - Mapa Cognitivo de Grupo

4.2 Árvore de Critérios

A etapa seguinte da fase de estruturação baseia-se na construção de uma estrutura arborescente a partir da identificação das principais áreas de interesse no mapa cognitivo. Deste modo, verificamos que 5 critérios foram considerados decisivos na determinação de uma Alternativa Sustentável, nomeadamente: *Sustentabilidade*; *Estilo*; *Segurança Ambiental*; *Reutilização Estratégica*; e *Reciclagem*, permitindo assim a definição dos principais CRTs. A estrutura arborescente (Figura 3) representa a sumarização da análise feita pelos decisores.



Figura 3 - Árvore de Critérios

Após a análise e validação da árvore de CRTs pelo painel de especialistas, deu-se a fase seguinte que consiste na aplicação do IC.

4.3 Aplicação do Integral de Choquet

Após a conclusão da fase de estruturação do problema, iniciou-se a fase de avaliação. Começou-se pela explicação, breve, do método a ser utilizado (i.e. Integral de Choquet) aos decisores e as vantagens da sua utilização para a resolução do problema em causa. Em seguida, foi apresentada uma matriz aos decisores. Nesta matriz, estavam representadas todas as combinações possíveis com os 5 CRTs anteriormente identificados. Choquet (1945) refere que aquilo que dita o número de combinações possíveis é a especificação de 2^n parâmetros, neste caso, remete a $2^5 = 32$ combinações possíveis.

Seguindo a continuação da fase de avaliação, foi solicitado ao painel que avaliassem as várias combinações apresentadas na matriz, tal avaliação feita numa escala nominal de 0 a 10, onde o valor 0 representa uma situação completamente indesejável; o valor 5 uma situação comum; e por fim, o valor 10 uma situação extremamente atrativa em termos de uma classificação de uma alternativa

sustentável. Um fator crucial para um melhor entendimento da técnica aplicada foi a explicação da não existência de relações de precedência, isto é, caso uma combinação fosse pontuada com 7 pontos, nada impedia que a próxima combinação fosse pontuada com 4 ou 5 pontos. Durante a avaliação das combinações, o painel de especialistas recorreu ao mapa cognitivo de grupo, facilitando assim a visualização da correlação entre os diferentes CRTs.

As pontuações atribuídas pelo painel às 32 combinações possíveis constam em *Apêndice*. Como título ilustrativo, podemos considerar a 26ª linha, onde foram atribuídos 6 pontos à combinação *Mau, Mau, Bom, Bom, Bom*. A questão posta ao painel de especialistas, para esta combinação, foi a seguinte: “*De que modo avaliam uma alternativa sustentável, onde apenas se verificam os critérios segurança ambiental, reutilização estratégica e reciclagem, como bons e os critérios sustentabilidade e estilo, como maus?*”. Deste modo, percebeu-se que existia uma sobreavaliação da combinação proposta, uma vez que a pontuação atribuída (*i.e.* 6 pontos) era superior à soma dos valores atribuídos a cada critério individualmente (*i.e.* $1+0+0+2+2=5$). Esta consequência pode ser explicada pela sinergia entre estes 3 CRTs para uma alternativa sustentável (*i.e.* segurança ambiental; reutilização estratégica; e sustentabilidade).

Avaliadas as 32 combinações possíveis, assim como a determinação das diferentes interações entre os vários CRTs, foi pedido ao painel, que pontuasse (através de um questionário), numa escala nominal de 0 a 10 pontos cada um dos CRTs para as alternativas sustentáveis do estudo. É de salientar ainda que, em tal escala, o valor 0 corresponderia a uma situação absolutamente indesejável e o valor 10 a uma situação extremamente atrativa.

Dada por concluída esta etapa, deu-se início ao cálculo do IC para cada uma das oito alternativas presentes (*i.e.* *Garrafas de Ácido Polilático; Garrafas PlantBased; Garrafas ENSO; Garrafas de PET Reciclado; Ooho; Garrafas de Alumínio; Garrafas de Vidro; e Garrafas Tetra Pak*). As seguintes figuras x à x representam o cálculo do IC para cada alternativa em estudo.

Começando pelas Garrafas de Ácido Polilático, podemos verificar que a maioria dos CRTs obteve uma pontuação superior ou igual a 5, o que traduz proximidade de uma situação atrativa. No que diz respeito ao CRT5 – Reciclagem – e ao CRT3 – Segurança Ambiental –, ambos foram pontuados acima de 5 pontos, sendo a sua pontuação 7 e 6, respetivamente. Contrariamente a esta situação, aos CRT4 – Reutilização Estratégica – e CRT1 – Sustentabilidade –, foram atribuídos 2 pontos, o que traduz um nível abaixo do comum desta

alternativa nestes critérios. Dito isto, o resultado da aplicação do IC é de 41 pontos (ver tabela 1).

1) Ordenação das Performances Parciais	A1		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR5 - Reciclagem	7	41	2	2
CTR3 - Segurança Ambiental	6		4	4
CTR2 - Estilo	5		5	15
CTR4 - Reutilização Estratégica	2		7	0
CTR1 - Sustentabilidade	2		10	20
				41

Tabela 1 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Ácido Polilático

Em relação à alternativa de Garrafas PlantBased, embora o processo tenha sido idêntico ao utilizado anteriormente, o resultado não foi. Nesta alternativa, apenas o CRT5 – Reciclagem – foi pontuado acima de 5 pontos (*i.e.* 9 pontos). Todos os outros, encontram-se abaixo do que é comum, tendo obtido 4 pontos os CRT1 – Sustentabilidade – e CRT3 – Segurança Ambiental –, 3 pontos o CRT2 – Estilo –, e por fim, 1 ponto o CRT4 – Reutilização Estratégica –. Com a aplicação do IC obteve-se uma classificação de 43 pontos (ver tabela 2).

1) Ordenação das Performances Parciais	A2		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR5 - Reciclagem	9	43	2	10
CTR1 - Sustentabilidade	4		4	0
CTR3 - Segurança Ambiental	4		5	5
CTR2 - Estilo	3		9	18
CTR4 - Reutilização Estratégica	1		10	10
				43

Tabela 2 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas PlantBased

Em seguida, o cálculo do IC feito para a alternativa das Garrafas ENSO fez-nos perceber que esta domina em termos de Reciclagem, como pode ser visto na pontuação dada pelo painel ao CRT5 – Reciclagem – (i.e 10 pontos), podendo assim concluir que esta alternativa é extremamente atrativa em termos de reciclagem. Todavia, quando tal CRT é analisado isoladamente, é considerado menos expressivo. Em relação aos CRT4 – Reutilização Estratégica – e CRT1 – Sustentabilidade –, ambos foram atribuídos com a pontuação de 5 pontos. Já os CRT3 – Segurança Ambiental – e CRT2 – Estilo –, foram considerados abaixo do comum, com uma pontuação de 4 e 3 pontos, respetivamente (ver tabela 3).

1) Ordenação das Performances Parciais	A3		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR5 - Reciclagem	10	55	2	10
CTR4 - Reutilização Estratégica	5		4	0
CTR1 - Sustentabilidade	5		6	6
CTR3 - Segurança Ambiental	4		9	9
CTR2 - Estilo	3		10	30
				55

Tabela 3 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas ENSO

No que diz respeito às Garrafas de PET Reciclado, podemos observar que existe predominância no CRT5 – Reciclagem –, onde foram atribuídos 9 pontos. Não ficando atrás os CRT4 – Reutilização Estratégica – e CRT1 – Sustentabilidade –, ambos com 7 pontos. O resultado obtido do cálculo do IC foi de 65 pontos (ver tabela 4).

1) Ordenação das Performances Parciais	A4		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR5 - Reciclagem	9	65	2	4
CTR4 - Reutilização Estratégica	7		4	0
CTR1 - Sustentabilidade	7		6	12
CTR3 - Segurança Ambiental	5		9	9
CTR2 - Estilo	4		10	40
				65

Tabela 4 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de PET Reciclado

Face à alternativa mais controversa, Ooho, verifica-se que apenas dois CRTs prevalecem, enquanto os outros três foram atribuídos com a pontuação mínima (*i.e.* 1 ponto). Desta forma, aqueles que prevaleceram foram os CRT5 – Reciclagem – e CRT1 – Sustentabilidade – com 10 e 8 pontos, respetivamente. Após o cálculo do IC, foi obtida uma pontuação de 42 pontos (ver tabela 5).

1) Ordenação das Performances Parciais	A5		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR5 - Reciclagem	10	42	2	4
CTR1 - Sustentabilidade	8		4	28
CTR4 - Reutilização Estratégica	1		6	0
CTR3 - Segurança Ambiental	1		9	0
CTR2 - Estilo	1		10	10
				42

Tabela 5 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Ooho

Pela primeira vez, o CRT2 – Estilo – juntamente com o CRT3 – Segurança Ambiental – é atribuído com uma pontuação de 8 pontos, na alternativa de Garrafas de Alumínio. Os outros CRTs são considerados como acima do comum, sendo que os CRT4 – Reutilização Estratégica – e CRT1 – Sustentabilidade – foram pontuados com 7 pontos e o CRT5 – Reciclagem – com 5 pontos, o que fez uma pontuação de 69 pontos no IC (ver tabela 6).

1) Ordenação das Performances Parciais	A6		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR3 - Segurança Ambiental	8	69	0	0
CTR5 - Reciclagem	8		3	3
CTR4 - Reutilização Estratégica	7		5	0
CTR1 - Sustentabilidade	7		8	16
CTR2 - Estilo	5		10	50
				69

Tabela 6 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Alumínio

Na alternativa de Garrafas de Vidro, todos os CRTs foram considerados acima do comum, dando destaque aos CRT4 – Reutilização Estratégica –, CRT3 – Segurança Ambiental – e CRT2 – Estilo –, cujos foram atribuídos com uma pontuação de 9 pontos, resultando assim numa pontuação global de 73 pontos (ver tabela 7).

1) Ordenação das Performances Parciais	A7		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR4 - Reutilização Estratégica	9	73	2	0
CTR3 - Segurança Ambiental	9		4	0
CTR2 - Estilo	9		5	15
CTR1 - Sustentabilidade	6		8	8
CTR5 - Reciclagem	5		10	50
				73

Tabela 7 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Vidro

A última alternativa a ser alvo do cálculo do IC foi a Garrafa Tetra Pak, onde apenas o CRT3 – Segurança Ambiental – obteve uma pontuação acima de 5 pontos (i.e. 6 pontos). A pontuação global foi de 27 pontos, o que traduz uma alternativa sustentável pouco atrativa (ver tabela 8).

1) Ordenação das Performances Parciais	A8		2) Avaliação de Interações	3) Cálculo do Integral Choquet
CTR3 - Segurança Ambiental	6	27	0	0
CTR5 - Reciclagem	4		4	8
CTR4 - Reutilização Estratégica	2		6	0
CTR1 - Sustentabilidade	2		9	9
CTR2 - Estilo	1		10	10
				27

Tabela 8 - Performance Parcial do Cálculo do IC para Garrafas de Tetra Pak

Após esta análise, podemos concluir que a aplicação do IC permite uma identificação dos CRTs que devem ser melhorados para cada alternativa estudada. Face aos resultados das alternativas analisadas e avaliadas, a necessidade de melhorias ao nível dos CRT2 e CRT4 (i.e. Estilo e Reutilização Estratégica), persiste, uma vez que estes foram os menos pontuados na maioria das alternativas avaliadas. Dado por concluída a aplicação do IC, foi possível a criação de um *ranking* das alternativas avaliadas.

4.4 Ranking de Alternativas

A figura 12 representa a ordenação final obtida pelo painel de decisores e, posteriormente, analisada, discutida e validada pelos mesmos.

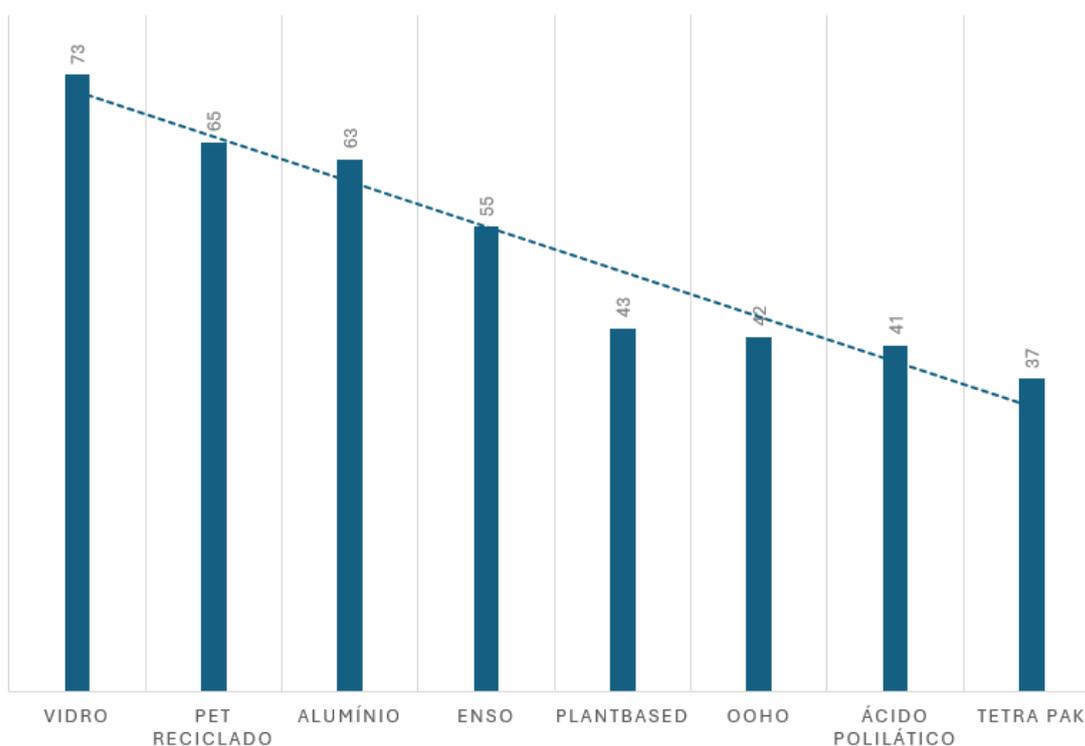


Figura 4 - Ranking de Alternativas Referentes ao Modelo

Concluimos assim que a alternativa com maior classificação foi as garrafas de Vidro com 73 pontos, segundo a percepção dos decisores, assim como o cálculo efetuado. Neste seguimento, temos o PET reciclado e as garrafas de Alumínio com 65 e 63 pontos, respetivamente. Para finalizar o conjunto de alternativas sustentáveis com um cenário atrativo, temos as garrafas ENSO com uma pontuação de 55 pontos. A alternativa sustentável que representa uma situação indesejável é, sem dúvida, a garrafa Tetra Pak com uma pontuação de 37 pontos. Desta forma, dá-se concluída a fase de avaliação.

5. Capítulo 5 - Conclusão

O presente capítulo remete às principais conclusões do estudo desenvolvido. Desta forma, serão apresentados os principais resultados obtidos e limitações do estudo, as implicações práticas do sistema desenvolvido para a área da gestão e, por fim, breves recomendações para futura investigação.

5.1 Principais Resultados e Limitações

Com a realização do presente estudo foi possível atingir o principal objetivo inicialmente estabelecido, uma vez que, o uso da avaliação multicritério, possibilitou o desenvolvimento de um sistema de avaliação de alternativas sustentáveis às garrafas de plástico. É de salientar que o uso deste método é inovador, visto que não existem evidências da combinação das técnicas usadas neste estudo (i.e., mapeamento cognitivo e IC) para o tema apresentado.

Desta forma, e para garantir que o principal objetivo fosse alcançado, a presente dissertação foi dividida em duas partes: na primeira parte o enquadramento teórico e metodológico e na segunda parte a componente empírica (*Capítulos 2, 3 e 4*, respectivamente). Dada por concluída todas as fases do processo, o painel de especialistas apercebeu-se que as metodologias utilizadas possibilitaram uma maior transparência e simplicidade no processo de avaliação das alternativas sustentáveis analisadas.

É de salientar que durante o processo foram sentidas algumas dificuldades/limitações, sendo estas (1) o número de especialistas disponíveis para o *focus group*, uma vez que um maior ou menor número podia alterar o resultado do estudo; (2) variedade das áreas de especialização dos decisores; (3) dificuldade na definição de critérios e a projeção dos mesmos em *post-its*, devido à complexidade do tema em estudo; (4) hesitação na definição de clusters e os respetivos critérios; (5) incerteza na avaliação das diferentes alternativas sustentáveis. Apesar das limitações sentidas terem sido desafiadoras, ainda assim o modelo que foi desenvolvido é capaz de facilitar a visualização dos CRTs que podem ser melhorados, através da transparência atingida no processo de avaliação das alternativas sustentáveis.

Em conclusão, é importante referir que o objetivo da presente dissertação foi atingido revelando que a alternativa sustentável mais viável, segundo o sistema de avaliação, é a alternativa de garrafas de vidro. Contudo, é de salientar que uma das limitações mais importantes no estudo é a decisão de não considerar o refill e água da torneira como alternativas sustentáveis, assim como a possibilidade da criação de uma nova alternativa sustentável, devido aos avanços tecnológicos. Neste contexto, é também crucial destacar que nenhuma das

alternativas sustentáveis analisada é, totalmente, sustentável, devido a limitações inerentes como custos e impactos da produção, processo de reciclagem, consumo de recursos, entre outros.

5.2 Implicações Práticas para a Gestão

O tema abordado na presente dissertação é objeto de uma variedade de estudos, traduzindo assim o seu grande potencial e importância, nos dias de hoje. Tal potencial também foi verificado na elaboração da revisão da literatura ao longo do estudo. Embora exista uma vasta quantidade de estudos sobre alternativas sustentáveis, é possível perceber que não existem métodos desassociados de limitações, permitindo de certa forma a possibilidade de explorar novas abordagens.

Neste estudo, foi usada uma abordagem capaz de lidar com a complexidade do tema e com a interdependência de critérios de avaliação, permitindo a obtenção de resultados simples e práticos. A abordagem referida recai no uso do mapeamento cognitivo e Integral de Choquet. Ao longo das fases do processo, verificou-se vários sentimentos na validação e verificação da aplicabilidade das técnicas usadas, tais como entusiasmo e ambição. Dando ênfase ao Integral de Choquet que permitiu a determinação da alternativa sustentável mais viável, assim como os aspectos que cada uma das alternativas em estudo poderiam melhorar.

O sistema de avaliação criado atende às necessidades atuais tanto da indústria, como do planeta, visto que pretende auxiliar a indústria e amenizar grandes problemas que o mundo enfrenta, como é caso da poluição plástica e a escassez de recursos. Desta forma, é seguro referir que este sistema é uma ferramenta preponderante quando aplicada nas alternativas sustentáveis, de fácil compreensão, utilização, prático e a possibilidade de capacitar a criação de uma nova alternativa sustentável, comparando os pontos fortes e fracos das alternativas já existentes. É, também, importante referir que este sistema é fortemente adaptável e transparente, sendo possível o reajustamento em qualquer fase do processo.

5.3 Investigação Futura

Após a obtenção do resultado final e do sistema de avaliação, é visível que o uso do mapeamento cognitivo com a aplicação do IC é vantajoso, visto que cria um sistema de avaliação realista, transparente e prático no âmbito das alternativas sustentáveis. Porém, e como já foi dito, não existem métodos ou abordagens perfeitas, abrindo espaço para possíveis sugestões para investigação futura. Tais sugestões passam pela (1) aplicação de outras técnicas de avaliação multicritério, no tema em estudo, que possam permitir análises de sensibilidade e robustez no que toca aos resultados obtidos; (2) realização de estudos comparativos com o uso de diferentes abordagens, de modo a identificar e perceber qual o melhor método a ser aplicado e que melhor se adapta ao problema em questão; e (3) elaboração de estudos de casos práticos no setor, com o intuito de validar e ajustar o sistema desenvolvido com base em dados reais. Sendo cumprido o principal objetivo da presente dissertação, *i.e.*, perceber qual das alternativas existentes é a mais viável através da elaboração de um sistema de avaliação, com recurso a técnicas multicritério, podemos concluir que o resultado alcançado, assim como a análise feita das restantes alternativas sustentáveis é, de facto, uma mais-valia para a indústria da água engarrafada, devido à transparência obtida e ao carácter construtivista presente ao longo do processo, possibilitando ajustes e melhorias em qualquer fase do mesmo.

6. BIBLIOGRAFIA

Ackermann, F., & Eden, C. (2001). SODA – Journey making and mapping in practice. In J. Rosenhead & J. Mingers (Eds.), *Rational analysis for a problematic world revisited: Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict* (pp. 43–60). John Wiley & Sons.

Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Schmidt, T. C., Nabipour, I., & Spitz, J. (2020). Worldwide bottled water occurrence of emerging contaminants: A review of the recent scientific literature. *Journal of Hazardous Materials*, 392, 122271. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122271>

Bana e Costa, C., Stewart, T., & Vansnick, J. (1997). Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the ESIGMA meetings. *European Journal of Operational Research*, 99(1), 28–37. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00380-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00380-3)

Bana e Costa, C., Ensslin, L., Corrêa, É., & Vansnick, J. (1999). Decision support systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process. *European Journal of Operational Research*, 113(2), 315–335. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00189-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00189-1)

Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*. Kluwer Academic Publishers. Bouchez.

Braccini, A., & Margherita, E. (2018). Exploring organizational sustainability of Industry 4.0 under the triple bottom line: *The case of a manufacturing company*. *Sustainability*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010036>

Brandon, J. A., Jones, W., & Ohman, M. D. (2019). Multidecadal increase in plastic particles in coastal ocean sediments. *Science Advances*, 5, eaax0587. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0587>

Brito, V., Ferreira, F., Gladish, B., Govindan, K., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2019). Developing a green city assessment system using cognitive maps and the Choquet integral. *Journal of Cleaner Production*, 218, 486–497. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.060>

Castanho, M., Ferreira, F., Carayannis, E., & Ferreira, J. (2021). SMART-C: Developing a “Smart.Assessment System Using Cognitive Mapping and the Choquet Integral.”

Chapelle, F. (2005). *Wellsprings: A natural history of bottled spring waters*. Rutgers University Press.

Chitescu, I., & Plavitu, A. (2017). Computing Choquet integrals. *Fuzzy Sets and Systems*, 327, 48–68. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2016.12.010>

Choquet, G. (1954). The theory of capacities. *Annales de l'Institute Fourier*, 5, 131–295. <https://doi.org/10.5802/aif.53>

Conway, J. (2020). Per capita consumption of bottled water worldwide 2018, by leading countries. *Statista*. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/183388/per-capita-consumption-of-bottled-water-worldwide-in-2009/>

Demirel, T., Demirel, N., & Kahraman, C. (2010). Multi-criteria warehouse location selection using Choquet integral. *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3943–3952. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.031>

Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159(3), 673–686. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00431-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00431-4)

Euromonitor International. (n.d.). Bottled water—Market sizes statistics.

European Commission. (2005). *Taking sustainable use of resources forward: A thematic strategy on the prevention and recycling of waste*. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions.

European Commission. (2018). Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. *Official Journal of the European Union*, 14(L-150).

Ferreira, F. (2011). *Avaliação multicritério de agências bancárias: Modelos e aplicações de análise de decisão* (1ª ed.). Universidade do Algarve.

Ferreira, F. A. F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., Zavadskas, E. K., Jalali, M. S., & Catarino, S. M. J. (2018). A judgment-based risk assessment framework for consumer loans. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 18(1), 7–33. <https://doi.org/10.1142/S021962201850044X>

Ferreira, J., Jalali, M., & Ferreira, F. (2018). Enhancing the decision-making virtuous cycle of ethical banking practices using the Choquet integral. *Journal of Business Research*, 88, 492–497. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.041>

Frank, B. (2021). Artificial intelligence-enabled environmental sustainability of products: Marketing benefits and their variation by consumer, location, and product types. *Journal of Cleaner Production*, 285, 125242. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125242>

Fu, Y., Lomas, E., & Inskip, C. (2022). Cognitive mapping and its implication for understanding cultural behaviors and experiences in libraries. *Library and Information Science Research*, 44(3), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2022.101181>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Gleick, P. H., & Cooley, H. S. (2009). Energy implications of bottled water. *Environmental Research Letters*, 4, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/1/014009>

Gleick, P. H. (2010). *Bottled and sold: The story behind our obsession with bottled water*. Island Press.

Gomes, L., Machado, M., & Rangel, L. (2015). The multiple choice problem with interactions between criteria. *Pesquisa Operacional*, 35(3), 523–537. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2015.035.03.0523>

Gürbüz, T. (2010). Multiple criteria human performance evaluation using Choquet integral. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3(3), 290–300. <https://doi.org/10.2991/ijcis.2010.3.3.5>

Hammond, J., Keeney, R., & Raiffa, H. (2002). *Smart choices: A practical guide to making better life decisions*. Broadway Books.

Hawkins, G. (2017). The impacts of bottled water: An analysis of bottled water markets and their interactions with tap water provision. *WIREs Water*, 4, e1203. <https://doi.org/10.1002/wat2.1203>

Iqbal, A., Liu, X., & Chen, G. H. (2020). Municipal solid waste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of The Total Environment*, 729, 138622. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138622>

Jaffee, D., & Newman, S. (2013). A bottle half empty: Bottled water, commodification, and contestation. *Organization & Environment*, 26, 318–335. <https://doi.org/10.1177/1086026613490487>

Keeney, R. (1992). *Value-focused thinking: A path to creative decision-making*. Harvard University Press.

Kelly, A. (1955). *The psychology of personal constructs*. Norton.

Krishnan, A., Kasim, M., & Bakar, E. (2015). A short survey on the usage of Choquet integral and its associated fuzzy measure in multiple attribute analysis. *Procedia – Computer Science*, 59, 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.549>

MarketLine. (2019). *Global packaged water*. Reference Code: 0199-2908. MarketLine.

Massoud, M. A., Maroun, R., Abdelnabi, H., Jamali, I. I., & El-Fadel, M. (2013). Public perception and economic implications of bottled water consumption in underprivileged urban areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(4), 3093–3102. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2775-x>

McWilliams, A., & Siegel, D. (2001). Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of Management Review*, 26(1), 117–127. <https://doi.org/10.5465/amr.2001.4011987>

Mesiarová-Zemánková, A., Mesiar, R., & Ahmad, K. (2010). The balancing Choquet integral. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(17), 2243–2255. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2010.02.016>

Moraes, L., Garcia, R., Ensslin, L., Conceição, M., & Carvalho, S. (2010). The multicriteria analysis for construction of benchmarks to support the clinical engineering in the healthcare technology management. *European Journal of Operational Research*, 200(2), 607–615. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.045>

Mulya, K. S., Zhou, J., Phuang, Z. X., Laner, D., & Woon, K. S. (2022). A systematic review of life cycle assessment of solid waste management: Methodological trends and prospects. *Science of The Total Environment*, 831, 154903. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154903>

Nicola, A. W., et al. (2017). News about tap and bottled water: Can this influence people's choices? *Journal of Environmental Protection*, 3(4), 324–333. <https://doi.org/10.4236/jep.2017.83024>

OECD. (2014). *Measuring and managing results in development co-operation*. Disponível em: <https://www.oecd.org/dac/peer-reviews/Measuring-and-managing-results.pdf>

ONU [Organização das Nações Unidas]. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

ONU [Organização das Nações Unidas]. (2015). *Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: https://unric.org/pt/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/SDG_brochure_PT-web.pdf

Othman, S. N., Noor, Z. Z., Abba, A. H., Yusuf, R. O., & Hassan, M. A. A. (2013). Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, *41*, 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.025>

Parag, Y., & Roberts, J. T. (2009). A battle against the bottles: Building, claiming, and regaining tap-water trustworthiness. *Society and Natural Resources*, *22*(7), 625–636. <https://doi.org/10.1080/08941920802017248>

Parag, Y., Elimelech, E., & Opher, T. (2023). Bottled water: An evidence-based overview of economic viability, environmental impact, and social equity. *Sustainability*, *15*(12), 9760. <https://doi.org/10.3390/su15129760>

PlasticsEurope. (2018). *Plastics—The facts 2017: An analysis of European plastics production, demand and waste data*.

Queiroz, J., Rosenberg, M., Heller, L., Zhou, A., & Silva, S. (2012). News about tap and bottled water: Can this influence people's choices? *Journal of Environmental Protection*, *3*(4), 324–333. <https://doi.org/10.4236/jep.2012.34041>

Ragusa, A. T., & Crampton, A. (2016). To buy or not to buy? Perceptions of bottled drinking water in Australia and New Zealand. *Human Ecology*, *44*(5), 565–576. <https://doi.org/10.1007/s10745-016-9856-0>

Ralescu, D., & Adams, G. (1980). The fuzzy integral. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, *75*(2), 562–570. [https://doi.org/10.1016/0022-247X\(80\)90261-3](https://doi.org/10.1016/0022-247X(80)90261-3)

Rodwan, J. G. (2018). Bottled water 2017: Staying strong. U.S. and international developments and statistics. *Bottled Water Reporter*.

Rodrigues, J. F. C., Ferreira, F. A. F., Pereira, L. F., Carayannis, E. G., & Ferreira, J. J. M. (2022). Banking digitalization: (Re)Thinking strategies and trends using problem structuring methods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *69*(4), 1517–1531. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2993171>

Scheubrein, R., & Zionts, S. (2004). A problem structuring front end for a multiple criteria decision support system. *Computers & Operations Research*, *33*(1), 18–31. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(03\)00059-4](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(03)00059-4)

Schmidt, S., & Laner, D. (2023). Environmental Waste Utilization Score to monitor the performance of waste management systems: A novel indicator applied to case studies in Germany. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, *18*, 200160. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200160>

Shah, A. A., Hasan, F., Hameed, A., & Ahmed, S. (2008). Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology Advances*, 26(3), 246–265. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.12.005>

Shieh, J., Wu, H., & Liu, H. (2009). Applying a complexity-based Choquet integral to evaluate students' performance. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5100–5106. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.024>

Shields, J., & Shelleman, J. M. (2015). Integrating sustainability into SME strategy. *Journal of Small Business Strategy*, 25(2), 59–78. <https://doi.org/10.3390/su15129760>

Shoty, W., & Krachler, M. (2007). Contamination of bottled waters with antimony leaching from polyethylene terephthalate (PET) increases upon storage. *Environmental Science and Technology*, 41(5), 1560–1563. <https://doi.org/10.1021/es061511+>

Silva, A. R. D., Ferreira, F. A. F., Carayannis, E. G., & Ferreira, J. J. M. (2021). Measuring SMEs' propensity for open innovation using cognitive mapping and MCDA. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(2), 396–407. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2895276>

Statista. (2019). Leading reasons consumers drink bottled water in the United States as of November 2019. Disponível online em: <https://www.statista.com/statistics/1178166/bottled-water-reasons-for-consumption-us/>

Vaz, A. L. A., Ferreira, F. A. F., Pereira, L. F., Correia, R. J. C., & Banaitis, A. (2022). Strategic visualization: The (real) usefulness of cognitive mapping in smart city conceptualization. *Management Decision*, 60(4), 916–939. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2020-1512>

Tan, C., & Chen, X. (2010). Intuitionistic fuzzy Choquet integral operator for multicriteria decision making. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.05.049>

Torra, V., Narukawa, Y., & Sugeno, M. (2016). On the f-divergence for non-additive measures. *Fuzzy Sets and Systems*, 292, 364–379. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2015.04.002>

UNEP. (2018). Towards a pollution-free planet. *United Nations Environment Program*. Disponível online em: <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/35892/pfpip.pdf>

UNEP. (2022). Annual Report. *United Nations Environment Program*, 15–16.

Universidade do Maine (s.d). What is Sustainability?. Disponível online em:
<https://umaine.edu/sustainability/what-is-sustainability/>

Wang, R. (2011). Some inequalities and convergence theorems for Choquet integrals.
Journal of Applied Mathematics and Computing, 35(1/2), 305–321.
<https://doi.org/10.1007/s12190-010-0449-1>

Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue?
Environmental Science & Technology, 51(12), 6634–6647.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>

ANEXOS
Matriz de Interações

Anexo A

	CRT1 Sustentabilidade	CRT2 Estilo	CRT3 Segurança Ambiental	CRT4 Reutilização Estratégica	CRT5 Reciclagem	Ponderação
1	Mau	Mau	Mau	Mau	Mau	0
2	Bom	Mau	Mau	Mau	Mau	1
3	Mau	Bom	Mau	Mau	Mau	0
4	Mau	Mau	Bom	Mau	Mau	0
5	Mau	Mau	Mau	Bom	Mau	2
6	Mau	Mau	Mau	Mau	Bom	2
7	Bom	Bom	Mau	Mau	Mau	2
8	Bom	Mau	Bom	Mau	Mau	3
9	Bom	Mau	Mau	Bom	Mau	3
10	Bom	Mau	Mau	Mau	Bom	4
11	Mau	Mau	Mau	Bom	Bom	4
12	Mau	Bom	Bom	Mau	Mau	3
13	Mau	Bom	Mau	Bom	Mau	3
14	Mau	Bom	Mau	Mau	Bom	3
15	Mau	Mau	Bom	Bom	Mau	4
16	Mau	Mau	Bom	Mau	Bom	4
17	Bom	Bom	Bom	Mau	Mau	5
18	Bom	Bom	Mau	Bom	Mau	5
19	Bom	Bom	Mau	Mau	Bom	5
20	Bom	Mau	Bom	Bom	Mau	6
21	Bom	Mau	Mau	Bom	Bom	6
22	Bom	Mau	Bom	Mau	Bom	7
23	Mau	Bom	Bom	Bom	Mau	5
24	Mau	Bom	Bom	Mau	Bom	5
25	Mau	Bom	Mau	Bom	Bom	5
26	Mau	Mau	Bom	Bom	Bom	6
27	Mau	Bom	Bom	Bom	Bom	7
28	Bom	Bom	Bom	Bom	Mau	8
29	Bom	Bom	Bom	Mau	Bom	9
30	Bom	Bom	Mau	Bom	Bom	7
31	Bom	Mau	Bom	Bom	Bom	9
32	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	10