



Universidade do Minho
Departamento Produção e Sistemas

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
Mestrado em Engenharia de Sistemas
Análise de Sistemas

Teoria da Decisão e Ferramentas de Apoio à Decisão

Caso de estudo: McDonald's Corporation



Célia Figueiredo
A67637



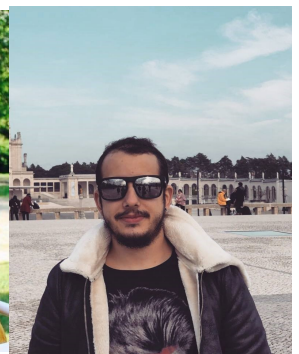
Margarida Rolim
PG38332



Daniel Sousa
PG37112



Márcia Costa
A67672



Pedro Martins
PG38904

Coordenador: Anabela Pereira Tereso
Docente da UC: Luís Dias

Resumo

Tomar decisões não é fácil. À medida que a complexidade do problema aumenta, existem diversas variáveis a serem analisadas para se chegar a uma conclusão.

Neste estudo, através do auxílio dos *softwares PrecisionTree e TopRank, add-ins* para Excel, desenvolvidos pela *Palisade*, foi analisado um problema específico de tomada de decisão da empresa multinacional *McDonald's*, mais precisamente relacionada com um dos seus polos comerciais, situado próximo da Universidade do Minho, em Gualtar, Braga, Portugal.

O problema em análise, consiste na ponderação de lançar um novo produto ao invés de se manter um antigo. No caso de estudo específico, para Portugal, faremos a análise para o hambúrguer *McBifana*, tendo como objetivos intermediários, a maximização da satisfação do cliente e a maximização do lucro da empresa. Estes dois fatores contribuem para a maximização da satisfação tanto dos clientes como da empresa.

O processo de tomada de decisão para este problema foi suportado com a realização de um diagrama de influência, de uma árvore de decisão e do estudo de processos de auxílio à tomada de decisão. Em consequência, foram estudados os perfis de risco para as diversas decisões a tomar e foram elaboradas as análises de sensibilidade uni e bidirecional, com o propósito de estudar as possíveis consequências de pequenas alterações nos valores esperados provocadas pelas variáveis em estudo.

Através desta análise, concluiu-se que a melhor decisão a tomar, inicialmente, seria a de *Investigar* um novo produto e que, o sucesso da investigação influencia significativamente as decisões seguintes. Verificou-se ainda que, a opção de manter o nível de serviço é fundamental para a satisfação dos clientes da *McDonald's*.

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Apresentação do caso de estudo	2
3	Análise da decisão	4
3.1	Estruturação dos objetivos	4
3.2	Acontecimentos incertos	5
3.3	Diagrama de influência	6
3.4	Árvore de decisão	6
3.5	Valores Esperados e Perfis de Risco Para Dois Objetivos	9
3.5.1	Determinação dos Valores Esperados	9
3.5.2	Perfis de Risco - Investigar vs Manter McBifana	10
3.5.3	Perfis de Risco - Lançar um Novo Produto vs Manter McBifana	10
3.5.4	Manter o Nível de Serviço	13
3.6	Análise de Sensibilidade	15
3.6.1	Análise de sensibilidade Unidirecional	15
3.6.2	Análise de sensibilidade bidirecional com o <i>PrecisionTree</i>	19
4	Conclusões	22

Lista de Figuras

3.1	Hierarquia dos objetivos fundamentais da McDonalds	4
3.2	Rede dos objetivos intermediários	5
3.3	Diagrama de influência	6
3.4	Árvore de decisão	8
3.5	Ramo da árvore de decisão referente à possível melhor decisão	9
3.6	Perfil de risco da decisão de investigar ou manter o <i>McBifana</i> . Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o <i>PrecisionTree</i>	11
3.7	Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um sucesso completo. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o <i>PrecisionTree</i>	12
3.8	Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um sucesso parcial. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o <i>PrecisionTree</i>	13
3.9	Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um insucesso. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o <i>PrecisionTree</i>	14
3.10	Perfil de risco da decisão de manter o nível de serviço. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o <i>PrecisionTree</i>	15
3.11	Lista de valores máximo e mínimo para as variáveis em análise	16
3.12	Model Window - TopRank	17
3.13	Análise de Sensibilidade para o Primeiro Cenário. O gráfico A) é gráfico de <i>Tornado</i> , a tabela B) é o sumário do <i>output</i> do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de aranha e a tabela D) é o sumário do <i>output</i> do gráfico C)	17
3.14	Análise de Sensibilidade para o Segundo Cenário. O gráfico A) é gráfico de <i>Tornado</i> , a tabela B) é o sumário do <i>output</i> do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de aranha e a tabela D) é o sumário do <i>output</i> do gráfico C)	18
3.15	Análise de Sensibilidade para o Terceiro Cenário. O gráfico A) é gráfico de <i>Tornado</i> , a tabela B) é o sumário do <i>output</i> do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de aranha e a tabela D) é o sumário do <i>output</i> do gráfico C)	19
3.16	Análise de Sensibilidade bidirecional - Gráfico região de estratégia	20
3.17	Análise de Sensibilidade bidirecional - Diagrama de análise de sensibilidade bidirecional	20

Lista de Tabelas

2.1 Informações recolhidas relativas a custos e probabilidades da empresa McDonald’s 3

1. Introdução

Tomar decisões é um processo complexo e nem sempre é fácil deliberar considerando todas as opções. Quando a decisão é complexa existe a necessidade de analisar diversas variáveis, a fim de chegar a uma decisão final. Existem vários fatores que caracterizam uma decisão como difícil, tais como a sua complexidade, a incerteza em relação ao problema, os seus múltiplos objetivos ou por permitir diferentes conclusões (Clemen (1996)). Por esses mesmos motivos, a importância é dada a estudar a análise de decisões e de sistemas, uma vez que esta nos fornece os métodos indicados e mais eficazes, com o propósito de organizar um problema complexo, proporcionando uma forma mais simplificada de análise. Para além do mencionado, permite reconhecer as fontes de incerteza do problema e representa-las de forma mais simples e visível.

As ferramentas *Precision Tree* e o *TopRank*, add-ins para *Excel*, desenvolvidos pela *Palisade*, são ferramentas que auxiliam o processo de tomada de decisão, permitindo resolver e compreender problemas, possibilitando uma tomada de decisão mais fundamentada.

Atualmente, a tomada e análise de decisões é utilizada em diversas áreas, tais como setores empresariais ou governamentais, a título de exemplo, a previsão de vendas para novos produtos, a previsão da evolução do mercado mundial de petróleo, ou a decisão de lançar um novo produto ou empreendimento, entre outros. Sendo assim, a análise de decisão não fornece uma solução, mas uma via para resolver problemas complexos, ajudando a tomar uma decisão com maior confiança e baseada em instrumentos analíticos.

Neste trabalho analisa-se a empresa multinacional *McDonald's*, mais especificamente um dos seus polos comerciais, situado próximo à Universidade do Minho, em Gualtar, Braga, Portugal. Será estudado um dos problemas de decisão que a empresa enfrenta diariamente, tratando-se portanto, de um caso real. O problema consiste no lançamento de um novo produto, ao invés de manter um já disponível no mercado, o hambúrguer *McBifana*. Segundo os dados fornecidos pela empresa, para que um produto seja lançado ou retirado do mercado, é necessário que exista um estudo prévio que suporte esta decisão. A partir desse ponto, presume-se que o processo de decisão é iniciado quando se verifica uma diminuição nas vendas do hambúrguer *McBifana*.

O foco da análise, cinge-se em ponderar a viabilidade, para empresa, em manter ou lançar um novo produto, em detrimento de manter o já distribuído. Para todo o estudo, os valores de referência resumem-se no produto core da empresa, o hambúrguer *BigMac*. Para isso utiliza-se as ferramentas *PrecisionTree* e *TopRank*, já mencionadas, de forma a criar uma árvore de decisão, um diagrama de influência, que auxilie o estudo. Para além destes dois suportes de decisão, foram não só elaborados os perfis de risco, para as várias decisões a tomar, como também executada uma análise de sensibilidade para o problema, de forma a permitir uma análise mais detalhada de todas as variáveis em estudo e do seu comportamento.

2. Apresentação do caso de estudo

Foi realizada uma entrevista com o gerente de loja da *McDonald's* de Gualtar, Ricardo Ferreira, para a qual previamente, foi preparada uma lista de perguntas com o intuito de perceber o funcionamento da tomada de decisão. As respostas do gerente foram restritas apenas aos dados inerentes aos aspetos financeiros. Foram fornecidas informações genéricas que permitiram a elaboração de uma tabela com as percentagens e valores de custos e lucros.

Segundo o mencionado pelo gerente da empresa, a *McDonald's* tem dois objetivos intermediários, que levam à satisfação integral e da empresa. O primeiro, é a satisfação do cliente, a qual tem um peso de 60% na contabilização final para o diagnóstico elaborado mensalmente, por parte da empresa. A seguinte, é o lucro da mesma, o qual propicia um peso de 40% para o mesmo diagnóstico. As percentagens mencionadas traduzem a importância dada pela *McDonald's* aos elementos do seu negócio.

Em seguimento, a satisfação do cliente é medida pelo nível de serviço empregue pela empresa. É conhecido que um hambúrguer, a título de exemplo, demora cinco minutos desde o momento em que é pedido, por parte do cliente, até ser entregue ao mesmo. Uma vez que esta componente não é simples de contabilizar, toda a análise elaborada tanto pela *McDonald's* como pelo nosso grupo de trabalho, tem como base, os dados fornecidos sobre a variável denominada por *Nível de Serviço*.

Todas as informações importantes para a resolução do problema em estudo não fornecidas pela empresa, foram estimadas por parte dos alunos, de acordo com as diretrizes dadas pela mesma.

No presente problema, a decisão que principia o processo de tomada de decisão é a que impulsiona a investigação um novo hambúrguer ou a manutenção do produto *McBifana*. Estimou-se um valor de €5000 para o custo da investigação, relacionado com o salário pago aos investigadores, com a matéria prima gasta durante todo processo e com outros investimentos necessários para garantir o melhor e mais fidedigno resultado. Por outro lado, caso a opção da empresa seja manter o *McBifana*, mesmo estando este em declínio de venda, o custo de investigação será nulo, uma vez que não será empregue capital extra para manter o produto em questão.

Após a tomada de decisão acima mencionada, a empresa analisa novamente duas alternativas distintas. Mais concretamente, na eventualidade da *McDonald's* optar por *Investigar* para lançar um novo produto, e após o conhecimento do resultado da investigação, podendo esta ser um *Sucesso Completo*, *Sucesso Moderado* ou *Sucesso Parcial*, opta por lançar um novo produto ou manter o *McBifana*. A empresa investirá €8000, no primeiro mês, devido aos custos de publicidade, de matéria prima e de custos envolvidos na mudança do produto. No caso do *McDonald's* optar pela alternativa oposta, incorrerá num gasto de €3000 mensais associados ao consumo de matéria prima.

Em seguimento, é importante ajustar o nível de serviço da empresa, em todos os casos mencionados acima. Na condição de *Manter o Nível de Serviço*, a empresa terá de despende €2500 por mês. Este capital reflete o desperdício de hambúrgueres, de forma a garantir que o produto é entregue o mais rapidamente possível ao cliente. Em contrapartida, na circunstância da *McDonald's* optar por *Diminuir o Nível de Serviço*, não terá custos congruentes ao nível de serviço.

Deste modo, de acordo com o valor referencia da *McDonald's*, um sucesso a nível de vendas, reflete uma procura 80/1000 pelo novo produto, o que equivale a uma percentagem de 8%. Este limiar equivale a *Procura Moderada*. Desta forma, sabendo que o preço médio de um hambúrguer é €3 e que a *McDonald's* vende, aproximadamente, 90000 hambúrgueres por mês, com uma *Procura Moderada*, a empresa recebe €18 900 correspondentes aos 12600 hambúrgueres vendidos do produto em estudo, quer este seja um produto novo ou um já disponível no mercado. Os cálculos que refletem a receita e o número de hambúrgueres vendidos foram feitos em uniformidade com os valores padrão acima mencionados. Assim, uma *Procura Elevada* implica um ganho de €37800, com 12600 hambúrgueres vendidos por mês, correspondentes a 14% do total de vendas mensais. De igual forma, um reembolso de €5400, implica que estamos perante uma *Procura Baixa*, na qual apenas 2% do total de vendas mensais é referente a este produto.

Relembra-se que todos os valores foram estimados de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Tabela 2.1: Informações recolhidas relativas a custos e probabilidades da empresa McDonald's

Investigar (-5000)	Sucesso Completo (80%)	Lançar Novo Produto (-8000)	Manter Nível Serviço (-2500)	Procura Elevada (+37800) (80%)
				Procura Moderada (+18900) (15%)
		Manter McBifana (-3000)	Diminuir Nível Serviço (0)	Procura Baixa (+5400) (5%)
				Procura Elevada (+37800) (50%)
		Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Moderada (+18900) (35%)	Procura Baixa (+5400) (15%)
				Procura Elevada (+37800) (10%)
	Sucesso Parcial (15%)	Manter McBifana (-3000)	Manter Nível Serviço (-2500)	Procura Moderada (+18900) (50%)
				Procura Baixa (+5400) (40%)
		Lançar Novo Produto (-8000)	Diminuir Nível Serviço (0)	Procura Elevada (+37800) (2%)
				Procura Moderada (+18900) (30%)
		Manter McBifana (-3000)	Procura Baixa (+5400) (68%)	Procura Elevada (+37800) (50%)
				Procura Moderada (+18900) (40%)
Insucesso (5%)	Sucesso Parcial (15%)	Lançar Novo Produto (-8000)	Manter Nível Serviço (-2500)	Procura Elevada (+37800) (10%)
				Procura Moderada (+18900) (50%)
		Manter McBifana (-3000)	Diminuir Nível Serviço (0)	Procura Baixa (+5400) (40%)
				Procura Elevada (+37800) (2%)
		Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Moderada (+18900) (30%)	Procura Baixa (+5400) (68%)
				Procura Elevada (+37800) (5%)
Insucesso (5%)	Sucesso Parcial (15%)	Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Moderada (+18900) (10%)	Procura Baixa (+5400) (85%)
				Procura Elevada (+37800) (1%)
		Manter McBifana (-3000)	Diminuir Nível Serviço (0)	Procura Moderada (+18900) (4%)
				Procura Baixa (+5400) (95%)
	Insucesso (5%)	Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Elevada (+37800) (10%)	Procura Moderada (+18900) (50%)
				Procura Baixa (+5400) (40%)
	Insucesso (5%)	Manter McBifana (-3000)	Diminuir Nível Serviço (0)	Procura Elevada (+37800) (2%)
				Procura Moderada (+18900) (30%)
		Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Baixa (+5400) (68%)	Procura Elevada (+37800) (10%)
				Procura Moderada (+18900) (50%)
Manter McBifana	Manter Nível Serviço (-2500)	Lançar Novo Produto (-8000)	Procura Elevada (+37800) (10%)	Procura Moderada (+18900) (50%)
				Procura Baixa (+5400) (40%)
	Diminuir Nível Serviço (0)	Manter McBifana (-3000)	Procura Elevada (+37800) (2%)	Procura Moderada (+18900) (30%)
				Procura Baixa (+5400) (68%)
	Lançar Novo Produto (-8000)	Manter McBifana (-3000)	Procura Elevada (+37800) (10%)	Procura Moderada (+18900) (50%)
				Procura Baixa (+5400) (40%)

Posto isto, na ocasião da investigação ser um *Sucesso Completo*, caso se decida *Lançar o Novo Produto* e *Manter o Nível de Serviço*, as probabilidades da procura ser *Procura Elevada*, ser *Procura Moderada* ou ser *Procura Baixa* são de 80%, 15% e 5%, respetivamente. De outro modo, na circunstância de *Diminuir o Nível de Serviço*, as probabilidades alterar-se-ão para 50%, 35% e 15%, pela mesma categorização. Ainda relativamente ao *Sucesso Completo* da investigação, no entanto escolhida a hipótese de *Manter o McBifana* e *Manter o Nível de Serviço*, as probabilidades da procura ser *Procura Elevada*, ser *Procura Moderada* ou ser *Procura Baixa* são de 10%, 50% e 40%, por essa ordem. Alterando a escolha para *Diminuir o Nível de Serviço*, as probabilidades acima referidas modificarão para 2%, 30% e 68%, mantendo a ordenação. Todas probabilidades mencionadas em relação à decisão de *Manter McBifana* mantém-se imutáveis ao longo de toda a árvore, em todos os ramos que contenham esta opção, de acordo com o exposto na tabela 2.1.

Na contingência de se verificar um *Sucesso Parcial* da investigação, na condição de se *Lançar o Novo Produto* e *Manter o Nível de Serviço*, as probabilidades da procura ser *Procura Elevada*, ser *Procura Moderada* ou ser *Procura Baixa* acham-se de 50%, 40% e 10%, respetivamente. De outra forma, na condição de *Diminuir o Nível de Serviço*, as probabilidades alterar-se-ão para 30%, 45% e 25%, pela mesma categorização.

Por fim, no que concerne aos ramos referentes ao insucesso da investigação, se a decisão recair em *Lançar um Novo Produto*, as probabilidades associadas à procura no caso de se manter o nível de serviço são de 5%, 10% e 85% para as procuras elevada, moderada e baixa, respetivamente. De outro modo, se por ventura o nível de serviço for diminuído, as probabilidades associadas às procuras elevada, moderada e baixa são respetivamente 1%, 4% e 95%.

3. Análise da decisão

3.1 Estruturação dos objetivos

A criação de um modelo de decisão passa por diversas etapas fundamentais, que auxiliam a identificação e a estruturação dos valores e dos objetivos do caso em estudo. É de extrema importância, antes de qualquer decisão, existir um suporte bem fundamentado e estruturado no que diz respeito aos objetivos a considerar no problema.

Dentro da estruturação dos valores em estudo, trata-se este, de um problema com múltiplos objetivos. O gerente da instituição considera que, para maximizar a satisfação global, é necessário maximizar o lucro e, em paralelo, maximizar a satisfação do consumidor.

Durante o processo de análise, foi necessário entender as diferenças que existem relativamente aos objetivos, isto é, os quais são importantes, uma vez que ajudam a realizar outros objetivos, e, quais os relevantes, pois refletem o que realmente se pretende alcançar.

3.1.0.1 Objetivos Fundamentais

Os objetivos fundamentais são organizados em hierarquias, nas quais os níveis superiores correspondem aos objetivos mais gerais e, por outro lado, os níveis inferiores descrevem elementos importantes relativamente aos níveis mais gerais.

Tendo em consideração os dados fornecidos, o objetivo fundamental corresponde à maximização da satisfação global, ramificando-se na maximização da receita total e na maximização da satisfação do cliente. A satisfação do cliente será baseada na opinião do mesmo, medida pela variável *Nível de Serviço*. Como se pode visualizar na figura 3.1, a hierarquia dos objetivos fundamentais é composta por três níveis.

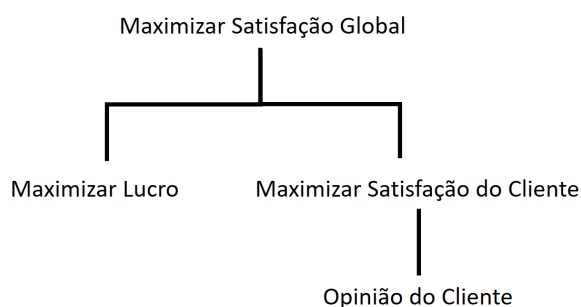


Figura 3.1: Hierarquia dos objetivos fundamentais da McDonalds

3.1.0.2 Objetivos Intermediários

Ao invés dos objetivos fundamentais, os intermediários, são organizados em rede. Os objetivos intermediários podem ser unidos a vários objetivos do nível superior, indicando que influenciam a realização dos mesmos. Da figura 3.2, pode-se verificar que existem vários objetivos que levam à satisfação global. De forma a enquadrar melhor o problema, foram esquematizados vários aspetos, no entanto, apenas será alvo da análise a maximização do lucro e a maximização da satisfação do cliente. Contudo, foi bastante importante entender o que poderá estar na base desses mesmos objetivos.

Analizando, em primeiro lugar, a sub árvore da esquerda, considera-se que ,para obter uma maximização da receita total, é necessário que a venda de hambúrgueres seja elevada e, para tal, três objetivos foram considerados: o investimento em publicidade, a negociação de matérias primas com os fornecedores e a escolha do produto. Este último diz respeito à escolha do produto a lançar no mercado.

Relativamente à maximização da satisfação do cliente, está subjacente a qualidade do atendimento. A diversidade de produtos, tais como saladas, sopas, diferentes hambúrgueres, entre outros, e o reforço na formação dos colaboradores, levam a uma maior qualidade no atendimento ao cliente, o que desencadeará a uma maior satisfação do mesmo.

A questão de *Manter Nível de Serviço* está diretamente relacionada com os dois objetivos em estudo. Considera-se que a diminuição das filas de espera e a qualidade dos produtos influenciam diretamente o nível de serviço, e que, o facto de se manter esse nível, afeta os múltiplos objetivos considerados.

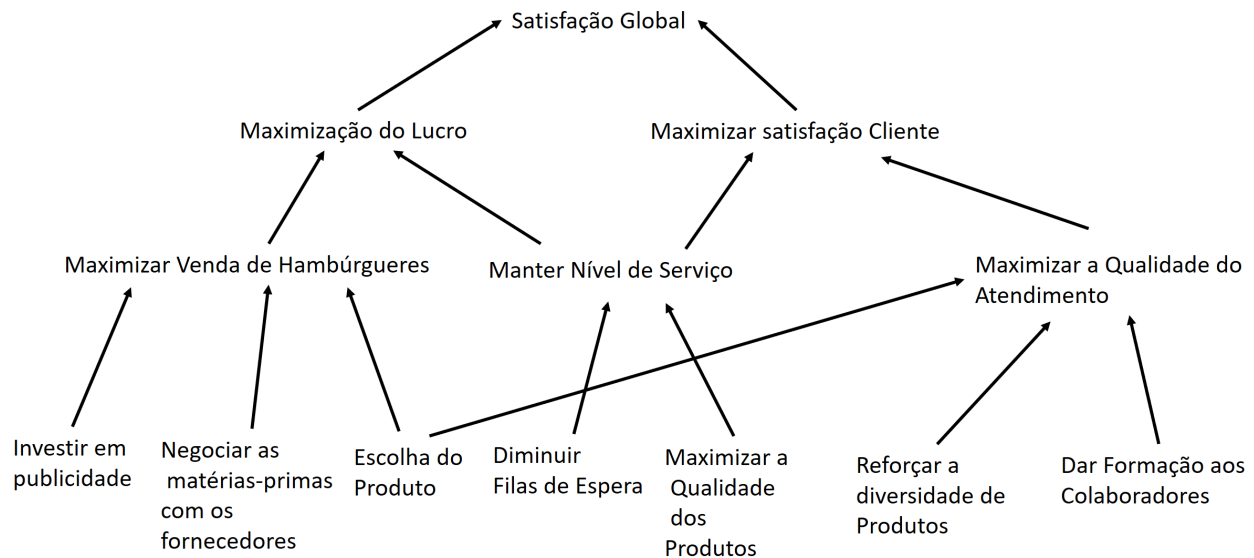


Figura 3.2: Rede dos objetivos intermediários

3.2 Acontecimentos incertos

Os problemas de tomada de decisão podem ser complicados de resolver devido à incerteza sobre o que o futuro reserva. Muitas decisões importantes, têm de ser tomadas sem saber, com alguma certeza, o que acontecerá no futuro ou qual será, de facto, o resultado final de uma decisão tomada hoje.

A existência de vários resultados possíveis, advém do facto de ocorrerem acontecimentos que não são possíveis de prever. Como tal, é aceite que se verifiquem diversos acontecimentos incertos dentro de um mesmo problema de decisão. Porém, deve-se considerar apenas aqueles que são realmente relevantes, ou seja os que causam um impacto direto no objetivo. Quantos mais acontecimentos incertos relevantes a considerar, mais complicado se torna o processo de tomada de decisão.

No caso da empresa *McDonald's* e no contexto do problema, a incerteza está relacionada com os resultados da investigação de um novo produto. Este estudo poderá ter como resultado um sucesso completo para o novo produto, um sucesso parcial ou insucesso, sendo que mesmo estes resultados poderão não originar resultados certos.

Uma outra incerteza relacionada com as questões de tomada de decisão é a procura dos produtos. A procura é influenciada pela preferência do consumidor final, a compatibilidade entre preço e qualidade e a facilidade de compra do produto. O comportamento da sociedade não é influenciado apenas pelos preços, sendo possível ainda incluir o poder de compra, os desejos e necessidades da população consumista, a disponibilidade dos serviços, a existência de produtos complementares ou substitutos e até o lançamento de novos produtos, entre outros aspetos. No caso do presente estudo, não é possível prever se após o lançamento de um novo produto, a sua procura será elevada, moderada ou baixa.

Esta abordagem permitiu concluir que eventos futuros incertos devem ser combinados com a sequência de decisões. Apresentando o que é conhecido no momento anterior ao de cada decisão ser tomada e quais as incertezas que ainda permanecem.

3.3 Diagrama de influência

Com os objetivos fundamentais e intermediários já estruturados e especificados, pode-se agora tratar do processo de composição dos vários elementos de decisão. Estes são decisões e alternativas, acontecimentos incertos e resultados e, por último, consequências. Num diagrama de influência, os retângulos representam decisões, as ovals representam eventos de probabilidade, um retângulo com esquinas arredondadas, é usado para representar um cálculo matemático ou um valor constante e, por último, o losango retrata uma consequência. Posteriormente, será necessário desenhar os arcos de relevância entre os nós de incerteza, entre os nós de incerteza e os nós de decisão, dos nós de decisão para os nós de incerteza e entre estes e os nós intermédios de cálculo.

A decisão principal deste problema está centrada em ou investigar um novo hambúrguer ou na manutenção do produto *McBifana*. O veredito de escolher uma das opções anteriores, precede a decisão de manter o nível de serviço, assim como essa decisão, em relação à definição das probabilidades do estado da investigação. O evento de *Sucesso da Investigação* é relevante para definir as probabilidades de ocorrência no evento de *Procura do Produto*. Caso a decisão da *McDonald's* seja investigar para lançar um novo produto e, após o conhecimento do resultado da investigação, podendo esta ser um *Sucesso Completo*, *Sucesso Moderado* ou *Sucesso Parcial*, poderá optar por *Lançar um Novo Produto* ou *Manter o McBifana*. O lançamento de um novo produto, assim como a incerteza da procura, poderá influenciar negativa ou positivamente, as receitas da empresa *McDonald's*.

Do mesmo modo, uma outra ponderação a considerar, será a manutenção ou não do nível de serviço. Esta poderá influenciar a probabilidade de procura do produto. Na condição de manter o nível de serviço, a empresa terá de desperdiçar hambúrgueres, de forma a garantir que o produto é entregue o mais rapidamente possível e com a melhor qualidade. Em contrapartida, na circunstância de a *McDonald's* optar por diminuir o nível de serviço, não terá investimentos com o mesmo. Porém, poderá interferir na qualidade do produto vendido. Por consequência, estes acontecimentos poderão levar a uma diminuição da satisfação do cliente, implicando uma menor procura do produto e, consequentemente, perdas de receita da empresa, prejudicando o objetivo final do problema, a satisfação global.

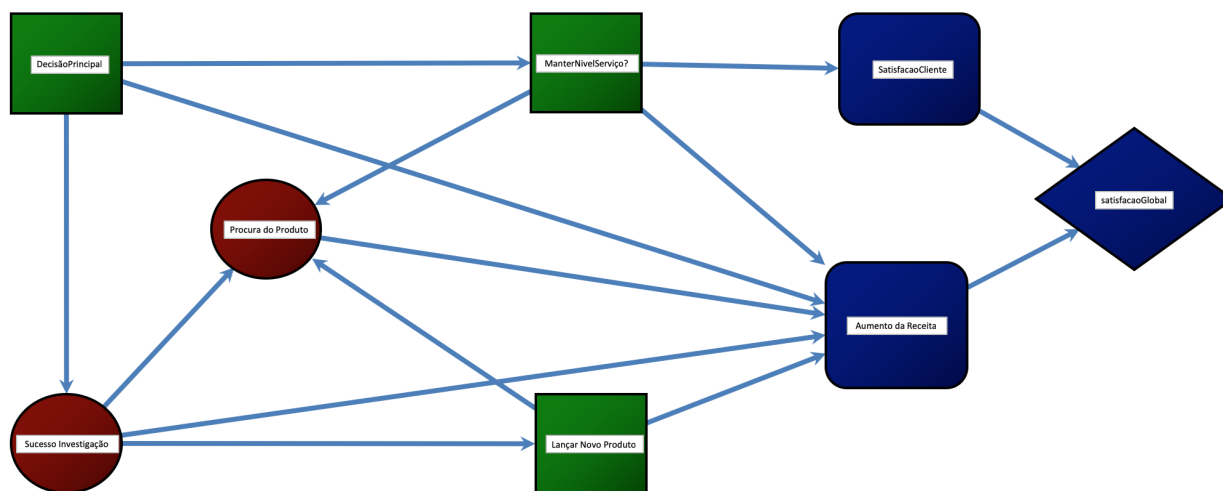


Figura 3.3: Diagrama de influência

Em suma, o diagrama de influência presente na figura 3.3, correspondente ao caso de estudo em questão, apresenta três nós de decisão, sendo estes a decisão de investigar um novo produto ou de manter a *McBifana*, a decisão de manter o nível de serviço e a decisão de se lançar ou não um novo produto. Adicionalmente, existem dois nós de acaso, que representam a procura do produto e o sucesso associado à investigação. Todos estes nós influenciam a satisfação global. Na imagem 3.3, é também possível observar objetivos múltiplos, sendo estes o aumento da receita e a satisfação do cliente, o que poderá afetar o resultado da satisfação global.

3.4 Árvore de decisão

As árvores de decisão são um dos modelos mais práticos e mais usados em inferência indutiva. Após o diagrama de influência do problema de decisão da empresa *McDonald's*, apresenta-se a respetiva árvore de decisão, uma vez que esta consegue representar a realidade de forma mais detalhada.

As árvores de decisão são diagramas que auxiliam o processo de tomada de decisão, permitindo enumerar todas

possibilidades lógicas para o problema, criando um mapa de possíveis soluções para o mesmo. Sendo assim, permite que o agente de decisão compare a melhor decisão para o problema, em detrimento das variáveis que influenciam o mesmo, tais como, a título de exemplo, o custo, a receita ou a satisfação do cliente. Assim, a árvore de decisão é elaborada segundo uma sequência temporal isto é, todos os elementos da mesma que estão situados à esquerda de qualquer outro elemento, terão de ser vistos em primeiro lugar que os que se localizam à sua direita.

A árvore de decisão inicia-se com um único nó, que se divide em possíveis ações ou resultados. Este, conduz a novas deliberações e assim sucessivamente, terminando com as consequências problema. As árvores de decisão são compostas por três tipos de nós, sendo estes o de probabilidade, representado por um círculo, o nó de decisão, caracterizado por um quadrado e o nó de consequência, simbolizado por um losango. Este último, manifesta o nó final de um caminho de decisão. Considera-se importante salientar que os ramos que efluem de um nó de decisão são denominados por alternativas de decisão. Por outro lado, os ramos que provêm de um círculo são resultados de possíveis acontecimentos casuais.

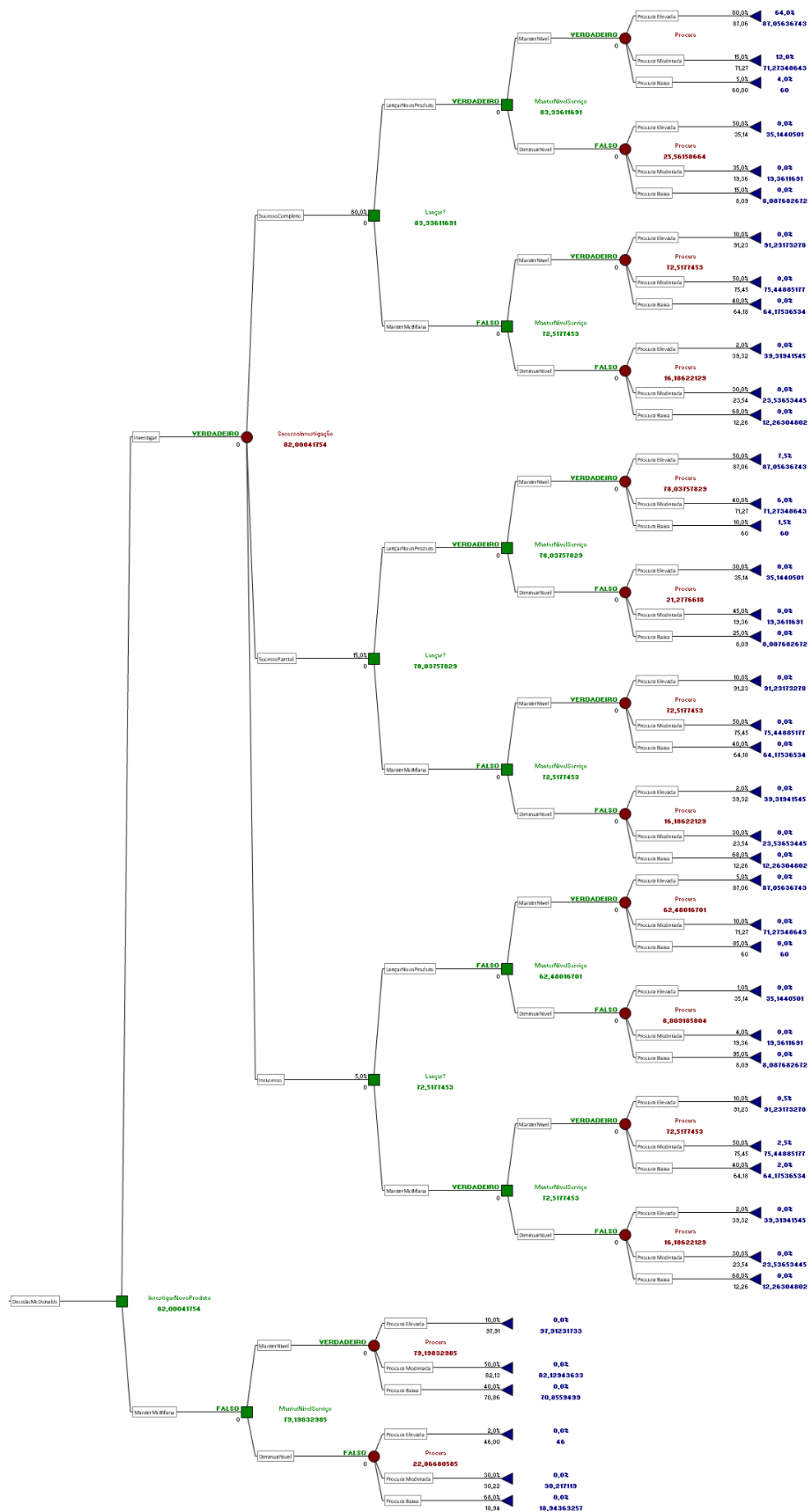
De forma a compreender melhor o processo de decisão, é exigida uma especial atenção para certas peculiaridades de uma árvore de decisão. Nomeadamente, as alternativas representadas por ramos cuja origem é um nó de decisão, são elaboradas de forma a que o agente de decisão possa escolher apenas uma. Desta forma, são atribuídos pesos a cada ramo.

Desta forma e, de acordo com o diagrama de influência já explicado, é apresentada a árvore de decisão nas figuras 3.4.

Relembra-se que o problema de decisão tem por base a decadência de vendas do produto *McBifana*. Este problema encadeia uma série de decisões que terão de ser tomadas, de acordo com o exposto na figura 3.4 e com o já mencionado. A primeira decisão a tomar, de acordo com o processo de decisão da *McDonald's* já mencionado, é a de *Investigar* para lançar um novo produto, em substituição do *McBifana*, ou manter o mesmo. O peso dos dois ramos cinge-se ao custo monetário que a investigação exige. Sendo assim, caso o ramo escolhido seja o da investigação, a *MacDonald's* terá de investir €5000. Por outro lado, se a decisão for *Manter o McBifana*, não terá gastos nenhuns com esta investigação.

Na eventualidade de se dar preferência ao ramo denominado *Manter o McBifana*, a empresa tomará uma nova decisão. Esta implica, como já referido, *Manter o Nível de Serviço*, o que resulta num aumento de custo em €2500, ou, por outro lado, baixar este mesmo. Um nodo de incerteza, que reflete a procura deste mesmo produto, sub-sequência cada um dos dois nodos de decisão. Como já referido, uma procura elevada, uma procura moderada ou uma procura baixa, resulta num lucro de €37800, com probabilidade de 10%, num lucro de €18900 com probabilidade de 50% e num lucro de €5400, com probabilidade de 40%, respetivamente para o ramo *Manter o Nível de Serviço*. De outro modo, uma procura elevada resulta num lucro de €37800, com probabilidade de 2%, num lucro de €18900 com probabilidade de 30% e num lucro de €5400, com probabilidade de 68%, quando reflete a casualidade de *Baixar o Nível de Serviço*.

Em contrapartida, na possibilidade do ramo de *Investigar* para lançar um novo produto for escolhido, segue-se um nó de acaso, que reflete o resultado dessa investigação, podendo ser este um *Sucesso Completo*, um *Sucesso Parcial* ou um *Insucesso*. A probabilidade que incorre no resultado da investigação é de 80%, de 15% e de 5%, respetivamente. Independentemente do estado do *output* da investigação, a empresa decide se quer *Manter o McBifana*, o que acarretará num custo de €3000, ou se opta por *Lançar o Novo Produto* para o qual investigou, o que promoverá uma despesa de €8000. Seguidamente, a empresa define se prefere *Manter o Nível de Serviço* ou *Diminuir o Nível de Serviço*. À semelhança do ramo acima descrito, estas duas alternativas resultam num investimento de €2500, no primeiro caso, e de nenhum no segundo. Prontamente, as decisões tomadas refletir-se-ão na procura do cliente, relativamente aos produtos em estudo, já explicada. Os valores exibidos no final de cada ramo, representam o *valor esperado* do mesmo. Este será explicado de seguida, no próximo subcapítulo denominado por *Valores esperados e perfis de risco para dois objetivos*.



Deste modo e, considerando os dois objetivos intermédios deste problema, a maximização da satisfação do cliente e a maximização do lucro, contribuindo estas, para o objetivo final do problema, a satisfação global e, em concordância com os pesos atribuídos a cada um dos objetivos intermédios, foi calculado o ramo ótimo da árvore de decisão.

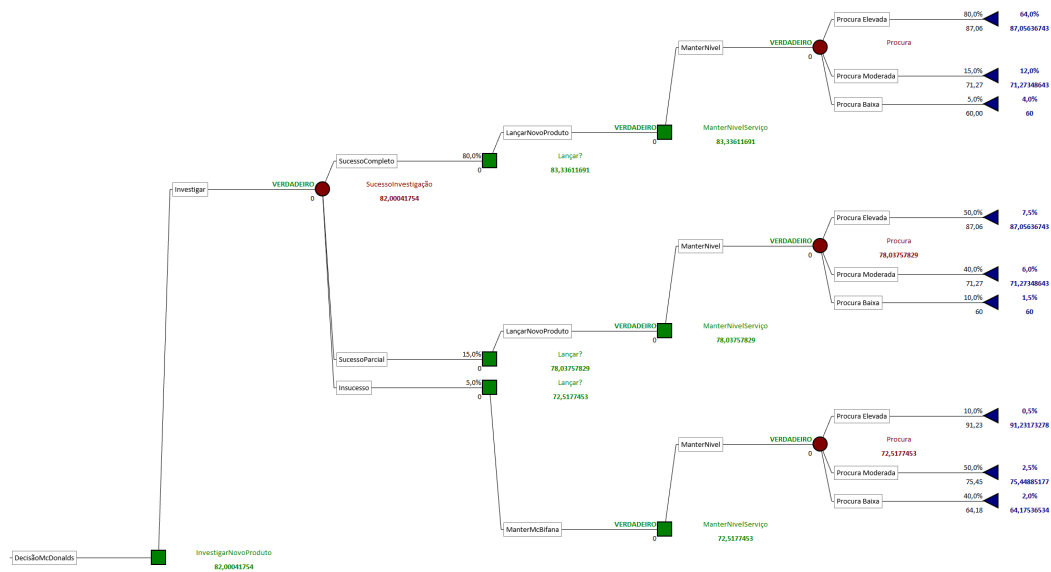


Figura 3.5: Ramo da árvore de decisão referente à possível melhor decisão

Como demonstra a figura 3.5, o ramo ótimo é o ramo que decide *Investigar* o novo produto, sendo esta um *Sucesso Completo*. Opta-se, de seguida, por *Lançar o Novo Produto* e *Manter o Nível de Serviço*, incorrendo nas probabilidades de procura apresentadas de 80%, 15% e 5% para uma *Procura Elevada*, para uma *Procura Moderada* e para uma *Procura Baixa*, respetivamente.

3.5 Valores Esperados e Perfis de Risco Para Dois Objetivos

3.5.1 Determinação dos Valores Esperados

Foi necessário estudar, para a análise deste problema com dois objetivos principais, o lucro e o nível de satisfação do cliente, em escalas semelhantes. De forma a colocar o lucro na mesma escala do nível de satisfação, transformaram-se os valores monetários esperados de cada ramo da árvore, para uma escala onde se atribuiu uma pontuação entre 0 a 100. Ao valor mais elevado de lucro obtido, atribui-se a cotação de 100. Para o pior valor, correspondente ao ramo com o menor lucro, definiu-se o valor de 0. Para os valores intermédios usou-se a fórmula presente na equação 3.1, usada para a função de maximização.

$$y = \frac{(x - Min)}{(Max - Min)} \quad (3.1)$$

Através desta fórmula, onde o y corresponde ao valor esperado calculado a partir do x , correspondente ao valor monetário esperado para cada ramo, a partir do Max que, tal como explicado anteriormente, representa o lucro máximo obtido e a partir do Min , o valor de lucro mínimo, foi possível atribuir a cada ramo, a sua pontuação numa escala de 0 a 100.

Da mesma forma, foi necessário converter os valores inicialmente atribuídos ao nível de satisfação do cliente. O valor de 1 se diminuir o nível de serviço e 2 caso esse nível se mantenha, para uma escala de 0 a 100. Para esse efeito, definiu-se que, caso se mantenha o nível de serviço, o grau de satisfação máximo seria atingido e, por isso, atribui-se a pontuação de 100 para este cenário. Por outro lado, se a *McDonald's* optasse por diminuir esse nível de serviço, a satisfação do cliente diminuiria para um valor de pontuação 10.

Assim, por meio deste método, obtiveram-se as pontuações para os dois objetivos, o lucro e a satisfação do cliente, numa escala equivalente e, desta forma, tornaram-se passíveis a serem comparados.

De acordo com a política seguida no *McDonald's*, foi necessário definir pesos que refletem a importância que cada um destes objetivos tem para a empresa. Como, segundo o responsável do *McDonald's*, a satisfação dos clientes

tem maior peso na tomada de decisões por parte da empresa, definiu-se um peso de 60% para este objetivo e de 40% para o lucro obtido.

Por último, com o intuito de obter a pontuação global de cada ramo, utilizou-se a fórmula 3.2, onde a U , que representa essa pontuação, é igual ao somatório da pontuação obtida para cada objetivo, representado por a O , multiplicada pelo peso atribuído ao mesmo, definido como a K .

$$U = K1 * O1 + K2 * O2 \quad (3.2)$$

Atendendo a que uma decisão está associada a uma ou mais incertezas, não existe a garantia de que, seguindo um determinado caminho, o resultado será o esperado. A título de exemplo, ao tomarmos a opção de manter o nível de serviço, não é garantido que exista um aumento da procura. Da mesma forma, uma média de todos os valores esperados dos ramos pertencentes a essa decisão, não é adequada, uma vez que as probabilidades de cada ramo são diferentes. Para que a tomada de decisão avalie devidamente cada alternativa, devemos estudar os perfis de risco associados à mesma.

Um perfil de risco é um gráfico que demonstra a probabilidade de uma determinada consequência ocorrer, se tomarmos essa opção. Os perfis de risco, fazem uso dos valores esperados, de forma a determinar a probabilidade desse valor acontecer, caso uma opção seja seguida. Para a obtenção dos perfis de risco associados ao problema, aplicou-se à árvore de decisão, explicada na secção anterior, as pontuações globais de cada ramo, calculadas pela fórmula 3.2. Assim, no *PrecisionTree*, determinaram-se os valores esperados de cada ramo, correspondentes ao produto entre a pontuação global e a probabilidade associada a esse ramo. Após a obtenção dos valores esperados, geraram-se, no programa utilizado, os perfis de risco das várias decisões em análise.

3.5.2 Perfis de Risco - Investigar vs Manter McBifana

Através da análise do perfil de risco da decisão de *Investigar* ou manter o *McBifana*, visível na figura 3.6, conclui-se que não existe, entre as duas opções, uma que domine estocasticamente a outra isto é, não há uma decisão cujo valor esperado mais baixo, seja no mínimo, igual ou superior ao valor mais alto da restante. O gráfico B, que evidencia as probabilidades acumuladas, comprova o acima concluído, uma vez que, as curvas das duas opções se cruzam. Apesar disso e, de acordo com os resultados obtidos, a decisão que apresenta o valor esperado mais baixo, é a de *Investigar*, com o valor mínimo de 60. Da mesma forma, a opção de *Manter o McBifana* é a que apresenta o valor esperado mais elevado, de 97,9. No entanto, este valor apenas tem uma probabilidade de ocorrência de 10%, e, de acordo com os dados estatísticos obtidos presentes na figura 3.6, existe 90% de probabilidade do valor esperado resultante desta decisão, ser inferior ao valor esperado alcançado com a decisão de investigar. Do mesmo modo, se a opção tomada for a de investigar, há 71,5% de probabilidade de obter um valor esperado de 87,1.

Verificou-se ainda que, o valor esperado médio da opção de *Investigar* é de 82, o que supera o valor médio da opção de manter o *McBifana*, o de 79,2. Assim, por meio destes resultados, a melhor decisão a tomar seria a de *Investigar*, pois apesar de não ter o valor esperado mais alto, é o cenário que apresenta as melhores possibilidades de obtenção um valor esperado mais elevado.

3.5.3 Perfis de Risco - Lançar um Novo Produto vs Manter McBifana

3.5.3.1 Sucesso Completo na Investigação

Na eventualidade da decisão da *McDonald's* for a de *Investigar*, é necessário estudar os perfis de risco, dependentes do sucesso da investigação. Assim, traçaram-se os perfis, visíveis nas figuras 3.7, 3.8 e 3.9, que averigam individualmente, o risco associado à decisão de lançar um novo produto ou manter o *McBifana*, dependendo do que acontece na investigação.

Pela observação do perfil de risco da decisão a tomar, sabendo que se obteve um sucesso completo na investigação, inferiu-se que, uma vez mais, não existe uma alternativa que domine estocasticamente a outra, pois é visível um cruzamento entre as curvas das duas alternativas. Constatou-se também que, o valor esperado mais elevado, de 91,2, é obtido com a decisão de manter o *McBifana*. No entanto, a probabilidade deste valor se verificar é de apenas 10%. Por sua vez, o valor esperado mais baixo, de 60, ocorre com a decisão de *Lançar um Novo Produto*. Contudo, este valor apresenta uma probabilidade de acontecer de apenas 5%.

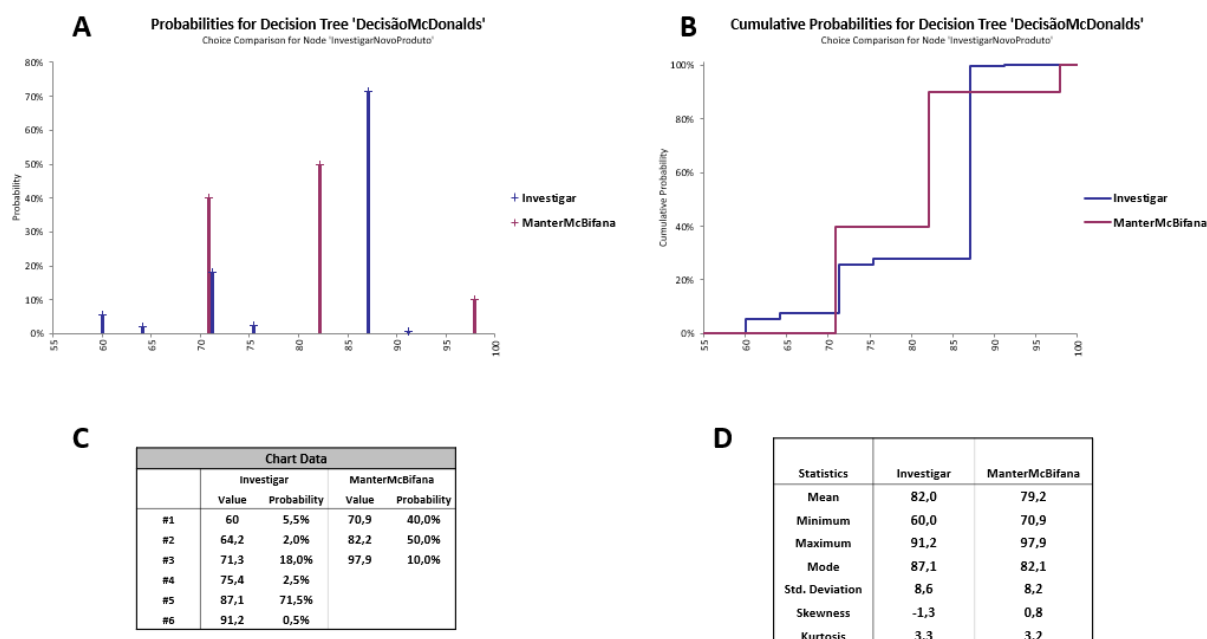


Figura 3.6: Perfil de risco da decisão de investigar ou manter o *McBifana*. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o *PrecisionTree*

Observou-se, ainda, que o valor médio da alternativa de lançar um novo produto, de 83,3, é significativamente superior ao valor médio da alternativa contrária, de 72,5.

Como se pode aferir nos dados da figura 3.7, há uma probabilidade de 80% de se obter o valor esperado de 87,1 com a opção de lançar um novo produto, enquanto que, com a alternativa oposta, existe uma probabilidade de 90% do valor esperado conseguido, ser menor ou igual a 72,5. Deste modo, através dos resultados, depreendeu-se que, a melhor decisão a tomar, caso a investigação seja um sucesso completo, será a de *Lançar um Novo Produto*. Embora esta decisão possa ter um risco associado, que se reflete na obtenção de um valor esperado mais baixo, exibe melhores probabilidades de atingir um valor esperado mais elevado, quando comparado com o da decisão de *Manter o McBifana*.

3.5.3.2 Sucesso Parcial na Investigação

Da mesma forma, determinou-se o perfil de risco associado à tomada de decisão para o caso do sucesso da investigação ser parcial. Nesta circunstância, não existe uma alternativa claramente superior à outra, como comprovam as várias interseções das curvas no gráfico B da figura 3.8. Constatou-se também que, o valor esperado mais elevado é alcançado, uma vez mais, com a opção de *Manter o McBifana*. No entanto, as possibilidades deste resultado ocorrer são de apenas 10%. Por sua vez, o valor esperado mais baixo é atingido com a alternativa contrária mas, tal como no caso anterior, a probabilidade deste acontecimento se verificar é meramente de 10%. Constatou-se ainda que, quando comparados os valores esperados médios, a opção de lançar um novo produto apresenta um valor mais elevado, de 78, em relação à alternativa de *Manter o McBifana*, que apenas apresenta um valor de 72,5.

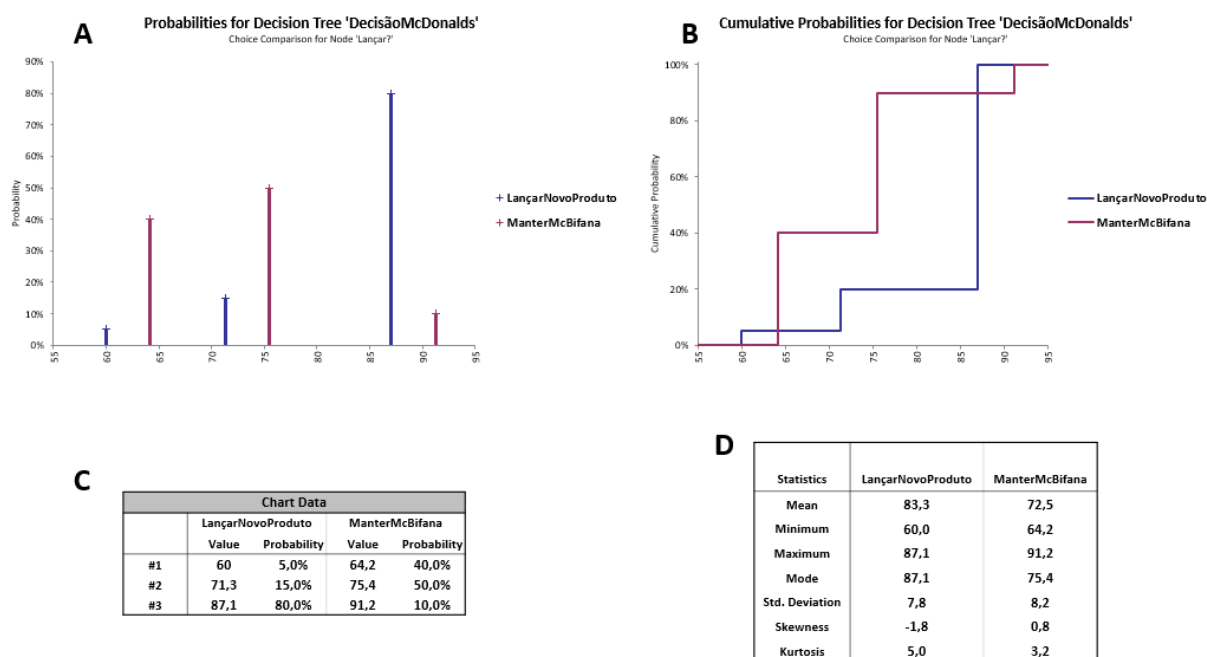


Figura 3.7: Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um sucesso completo. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o *PrecisionTree*

Observou-se por fim, com base no gráfico A e na tabela B da figura 3.8, que existem as probabilidades de 50% e 40% de se alcançarem os valores esperados de 87,1 e 71,3, respetivamente, para a opção de *Lançar um Novo Produto*. Por outro lado, se a alternativa escolhida for a de *Manter o McBifana*, verificam-se probabilidades de 40%, de o valor esperado ser 64,2 e de 50% desse valor ser 75,4. Assim, de acordo com a análise feita, concluiu-se que, não obstante de não existir uma alternativa que domine em relação a outra, a opção de *Lançar um Novo Produto*, tem maior probabilidade de alcançar de um valor esperado mais elevado, que a alternativa contrária.

3.5.3.3 Insucesso na Investigação

Uma outra análise realizada teve como foco a opção da investigação ser um insucesso. Constatou-se que nesta circunstância, a alternativa de *Manter o McBifana* domina estocasticamente a opção de *Lançar um Novo Produto*, como comprova o gráfico B, da figura 3.9, o qual resume as probabilidades acumuladas. Como não se verificam interseções nas curvas, a alternativa mais abaixo e à direita no gráfico B, correspondente à decisão de *Manter o McBifana*, apresenta sempre resultados iguais ou superiores à alternativa oposta. Mesmo quando comparados os valores esperados médios, a decisão de lançar um novo hambúrguer apresenta um valor significativamente inferior, de 62,5, em relação ao valor de 72,5, da alternativa contrária.

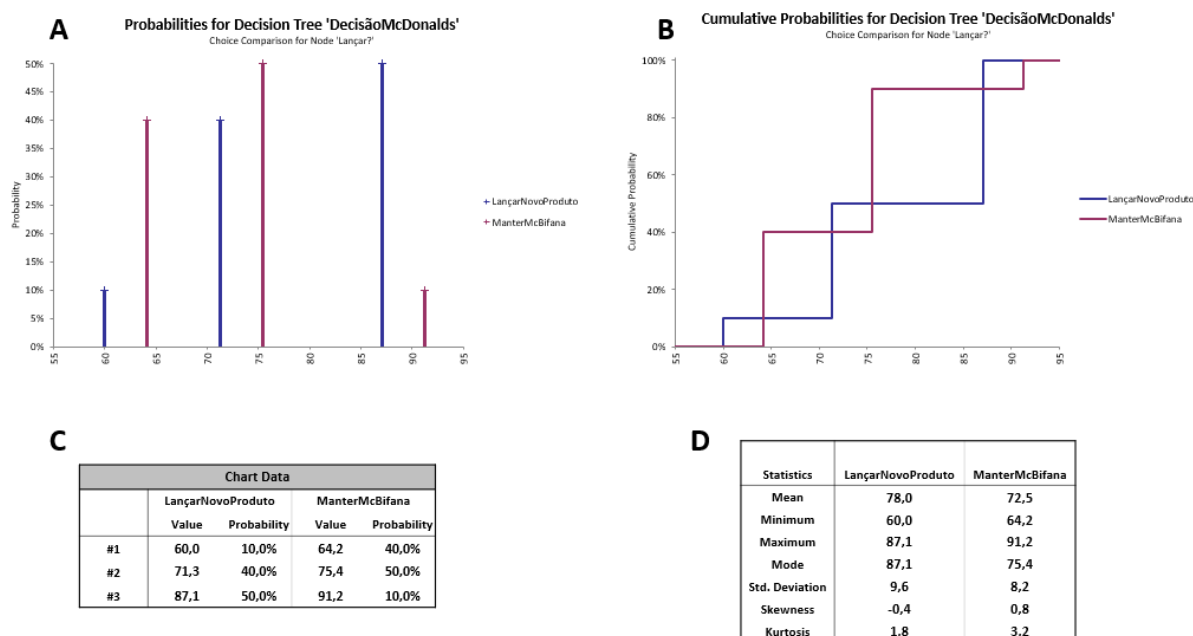


Figura 3.8: Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um sucesso parcial. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o *PrecisionTree*

É importante salientar que, o valor esperado mais baixo, tem uma probabilidade de 80% de ocorrer, se a decisão da *McDonald's* recair em *Lançar um Novo Produto*. Por sua vez, o valor mais alto é, tal como nas análises anteriores, de 91,2 e tem uma probabilidade de 10% de ser atingido, caso a decisão seja a de *Manter o McBifana*. Por conseguinte, com base nestes resultados, se a investigação for um insucesso, a melhor decisão a tomar será a de *Manter o McBifana*.

3.5.4 Manter o Nível de Serviço

Por último, analisou-se o perfil de risco da decisão de manter o nível de serviço, implicando maiores custos, com a decisão de diminuir esse nível, aumentando o lucro mas diminuindo a satisfação dos clientes. Neste caso, observou-se que existe dominância estocástica da decisão de *Manter o Nível de Serviço*. Como está exposto no gráfico B da figura 3.10, a alternativa dominante, encontra-se sempre à direita e abaixo da decisão de diminuir o nível de serviço. Verifica-se, ainda, um grande espaço entre as duas alternativas. Este facto é ainda mais notório, quando se observa que o valor esperado mais baixo, atingido com a decisão de manter o nível de serviço, de 70,9, é muito superior ao valor mais alto, obtido com alternativa oposta, de apenas 46. Estes resultados demonstram que, no pior cenário, o valor esperado conseguido com a decisão de manter o nível de serviço, é muito superior ao melhor cenário da opção de diminuir esse nível.

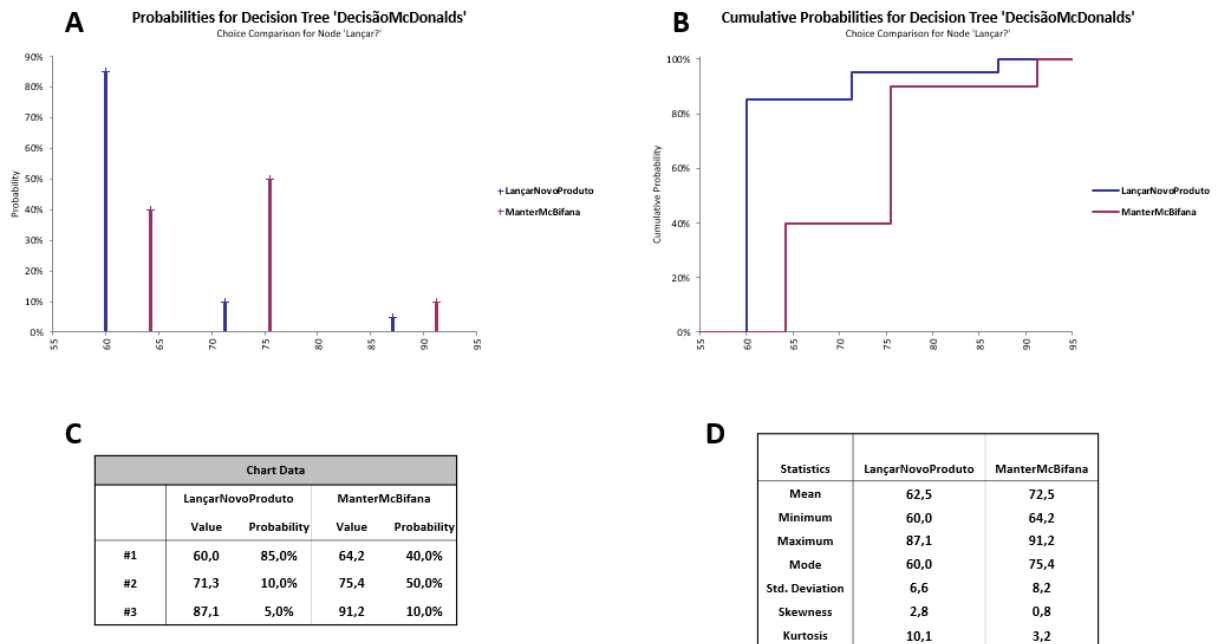


Figura 3.9: Perfil de risco da decisão de lançar um novo produto, caso a investigação seja um insucesso. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o *PrecisionTree*

Os valores médios obtidos para as duas alternativas, também refletem essa grande diferença sentida no valor esperado. A opção de diminuir o nível de serviço, tem um valor esperado médio de apenas 22,9, enquanto que a decisão de manter esse nível, tem um valor esperado médio de 79,2. Assim, através destes resultados, que refletem o peso de 60% atribuído à satisfação dos clientes, concluiu-se que a melhor decisão a tomar pela *McDonald's*, será a de manter o nível de serviço. Apesar dos custos adicionais, esta decisão aumenta consideravelmente a satisfação dos clientes, que é um dos objetivos da empresa.

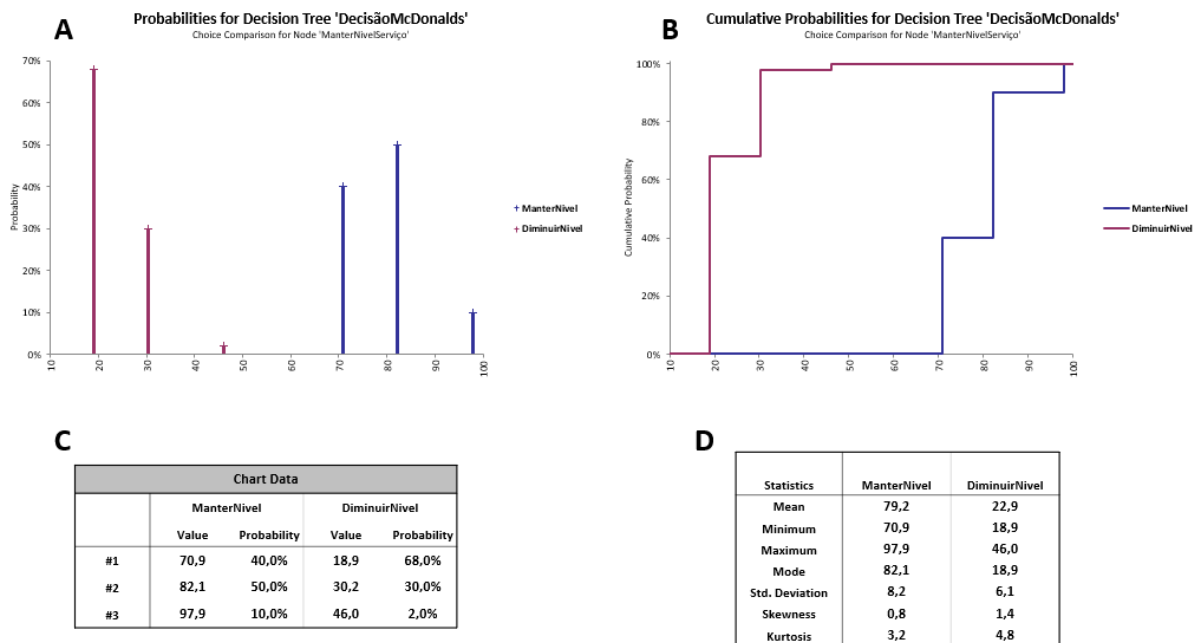


Figura 3.10: Perfil de risco da decisão de manter o nível de serviço. Em A é visível o gráfico das probabilidades de um determinado valor esperado se verificar, em B observa-se o gráfico das probabilidades acumuladas, em C os dados relativos ao gráfico A, e em D o resumo estatístico do perfil de risco associado à da decisão. Resultados obtidos com o *PrecisionTree*

3.6 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é um método de decisão que ajuda a determinar a viabilidade ou sucesso de um determinado projeto. Este pode ser um investimento, um lançamento de um novo produto, como no nosso caso, ou até mesmo, a previsão de um eventual sucesso no caso da entrada num novo mercado. Neste capítulo, inicia-se a parte chave do nosso estudo, uma vez que esta análise, com o auxílio das ferramentas do *TopRank* e do *PrecisionTree*, levar-nos-á à conclusão do estudo.

Através da análise de sensibilidade, são simuladas possíveis alterações nas variáveis presentes na análise, determinando o impacto das alterações na rentabilidade do projeto. Sendo assim, é possível identificar as variáveis que interferem diretamente na ponderação de uma decisão.

3.6.1 Análise de sensibilidade Unidirecional

Em seguimento, são gerados vários tipos de gráficos, permitindo uma análise mais pormenorizada do impacto das diferentes variáveis em estudo.

O primeiro gráfico apresentado, denominado por *Tornado*, permite efetuar uma análise de sensibilidade unidirecional. O objetivo do gráfico é analisar o impacto que diversas variáveis, consideradas paralelamente, utilizadas como *inputs*, têm em relação a um objetivo final, tratado como *output*. Mais concretamente, é um método utilizado para determinar o comportamento de uma variável, de acordo com sua variação, relativamente ao objetivo final. Em relação à exposição do gráfico, o tamanho da barras neste expostas, é diretamente proporcional ao nível de sensibilidade da variável em questão. Em consequência, as variáveis de maior incerteza são as que possuem maior destaque no gráfico, revelando uma barra de sensibilidade de maior comprimento, estando ordenadas por maior impacto.

De forma a aprofundar a análise de sensibilidade, é também elaborado o gráfico de *spider* ou de aranha, cujo objetivo é avaliar oscilação do valor do objetivo final, em função do intervalo no qual a percentagem de flutuação do valor das variáveis se encontra, no tocante ao seu valor base. Desta forma, o *Spider Graph*, ilustra a interceção de todas as retas referentes às variáveis em estudo, de acordo com o seu valor base, caricaturando as pernas de uma aranha.

3.6.1.1 Análise de Sensibilidade por Cenários obtidos com o *TopRank*

Neste subcapítulo, demonstra-se a análise de sensibilidade unidirecional elaborada apenas para a variável final *lucro*, uma vez que é o único objetivo intermédio que lida com valores monetários.

O *TopRank* considera as variações percentuais como uma escala comum, para que as variáveis possam ser desenhadas num único gráfico e, desta forma, a representação da realidade, nos gráficos, não seria fidedigna. Posto isto, para a utilização deste programa, foi necessário delinear uma estratégia para que os limites superior e inferior, evidentes nas figuras 3.11 e 3.12, de todos os *inputs*, ilustrassem, de melhor forma, a realidade.

variável em análise	valor base	Max	Min
custo manter nível serviço	2500	3000	2000
custo de lancar novo produto	8000	12000	7000
custo de mantaer macBifana	3000	3600	2400
custo de investigar	5000	7000	4000
receita procura elevada	37800	42000	33600

Figura 3.11: Lista de valores máximo e mínimo para as variáveis em análise

A título de exemplo, determinou-se os valores máximo e mínimo, tendo como referência o valor base da variável que reflete o *custo de manter o nível de serviço* e, considerando os dados fornecidos pela empresa. Assim, de acordo com os dados expostos na figura 3.11, calculou-se a percentagem à qual esses dados correspondiam relativamente ao valor base de €2500, sendo que esta se verificou ser de 20%, valor que pode ser consultado na figura 3.12. O raciocínio elaborado para concluir todas as percentagens apresentadas na figura 3.12, foi o mesmo ao descrito anteriormente.

TopRank Model Inputs

Performed By: PC 01

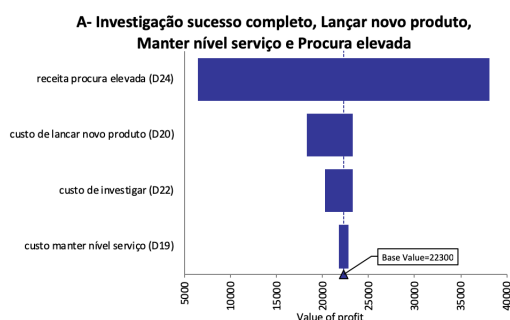
Date: 29 de abril de 2019 16:47:29

Name	Cell	Function	Min	Base	Max
custo manter nível serviço	D19	RiskAutoVary(2500;-20;20)	-0,2	2500	0,2
custo de lancar novo produto	D20	RiskAutoVary(8000;-12,5;50)	-0,125	8000	0,5
custo de mantaer macBifana	D21	RiskAutoVary(3000;-20;20)	-0,2	3000	0,2
custo de investigar	D22	RiskAutoVary(5000;-20;40)	-0,2	5000	0,4
receita procura elevada	D24	RiskAutoVary(37800;-42;42)	-0,42	37800	0,42
receita procura moderada	D25	RiskAutoVary(19800;-21;21)	-0,21	19800	0,21
receita procura baixa	D26	RiskAutoVary(5400;-6;6)	-0,06	5400	0,06

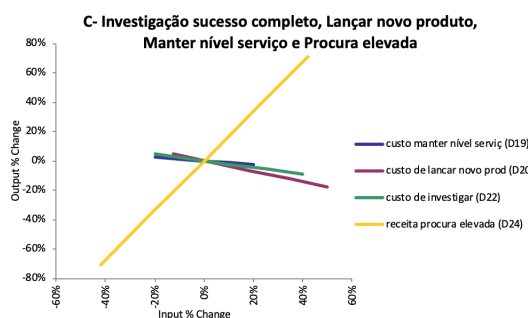
Figura 3.12: Model Window - TopRank

3.6.1.1.1 Análise de Sensibilidade para o Primeiro Cenário

A primeira análise efetuada é referente ao cenário ótimo obtido pela resolução da árvore de decisão, já explicado. Em seguimento, a figura 3.13, revela que a variável que exprime um dos objetivos principais do problema, o lucro, sofre um impacto considerável quando comparado com a variável que reproduz receita da procura elevada.



B- Investigação sucesso completo, Lançar novo produto, Manter nível serviço e Procura elevada									
Top 4 Inputs Ranked By Change in Actual Value									
			Minimum			Maximum			
			Output		Input	Output		Input	Input
Rank	Input Name	Cell	Value	Change (%)	Value	Value	Change (%)	Value	Base Value
1	receita procura elevada (D24)	D24	6424	-71,19%	21924	38176	71,19%	53676	37800
2	custo de lancar novo produto (D20)	D20	18300	-17,94%	12000	23300	4,48%	7000	8000
3	custo de investigar (D22)	D22	20300	-8,97%	7000	23300	4,48%	4000	5000
4	custo manter nível serviço (D19)	D19	21800	-2,24%	3000	22800	2,24%	2000	2500



D- Investigação sucesso completo, Lançar novo produto, Manter nível serviço e Procura elevada							
Top 4 Inputs Percent Change vs Output Percent Change							
Input Name	Cell	Step	Input Variation		Output Variation		
			Value	Change (%)	Value	Change (%)	Change (%)
custo manter nível serviço (D19)	D19	1	2000	-500	22800	500	2,24%
		2	2250	-250	22550	250	1,12%
		3	2500	0	22300	0	0,00%
		4	2750	250	22050	-250	-1,12%
		5	3000	500	21800	-500	-2,24%
custo de lancar novo produto (D20)	D20	1	7000	-1000	23300	1000	4,48%
		2	8250	-250	22950	-250	-1,12%
		3	9500	1500	20800	-1500	-6,73%
		4	10750	2750	19550	-2750	-12,33%
		5	12000	4000	18300	-4000	-17,94%
custo de investigar (D22)	D22	1	4000	-1000	23300	1000	4,48%
		2	4750	-250	22550	250	1,12%
		3	5500	500	21800	-500	-2,24%
		4	6250	1250	21050	-1250	-5,61%
		5	7000	2000	20300	-2000	-8,97%
receita procura elevada (D24)	D24	1	21924	-15876	6424	-15876	-71,19%
		2	29862	-7938	21062	-7938	-35,60%
		3	37800	0	22300	0	0,00%
		4	45738	7938	21038	-7938	-35,60%
		5	53676	15876	18178	-15876	-71,19%

Figura 3.13: Análise de Sensibilidade para o Primeiro Cenário. O gráfico A) é gráfico de *Tornado*, a tabela B) é o sumário do *output* do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de *aranha* e a tabela D) é o sumário do *output* do gráfico C)

A variável que reflete a receita da procura elevada, faz diferir o lucro entre € 6400 e € 38176, correspondentes a -71% e +71%, relativamente ao valor base deste cenário, o de € 22300. Esta variável, uma vez que é a primeira a aparecer no gráfico, por conseguinte ao explicado, é a que detém maior variabilidade e, em consequência, maior instabilidade, refletindo-se numa maior incerteza relacionada com o valor base da mesma. A segunda variável que mais influencia o lucro é o custo de lançamento de um novo produto. De acordo com os dados expostos na figura 3.13, o lucro varia entre o valor mínimo de € 18300 e o valor máximo de € 23300, correspondendo às percentagens de -17,94% e de 4,48%, respetivamente. O custo referente à investigação de um novo produto, sendo a terceira variável com maior impacto no lucro final, faz oscilar o valor deste objetivo entre -8,97% e 4,48% em relação ao seu valor base, correspondentes a € 20300 e € 23300, respetivamente.

A variável com menos repercussão na oscilação do valor final do lucro, é o custo referente aos gastos inerentes à manutenção do nível de serviço. O impacto desta, é de apenas -2,24% e 2,24% no valor máximo e mínimo do objetivo em estudo. Esta é a variável menos sensível desta análise, não originando um grande efeito na variação do

lucro final.

De acordo com o demonstrado pelo gráfico C) da figura 3.13, quanto maior o valor da receita total, que se altera dentro do intervalo -42% a +42% do valor base desta variável, € 37800, maior será o valor do lucro. As restantes variáveis, têm uma influência inversa relativamente ao objetivo em análise. Como o declive dessas curvas não se verifica acentuado nem dentro de uma grande gama de valores em referência ao valor base, conclui-se que não têm grande impacto na variável lucro.

3.6.1.1.2 Análise de Sensibilidade para o Segundo Cenário

A segunda análise de sensibilidade efetuada, foi realizada para o cenário com condições iguais às anteriores, alterando-se apenas a segunda decisão para manter o *McBifana*. A figura 3.14 apresenta os resultados conseguidos através do *TopRank*.

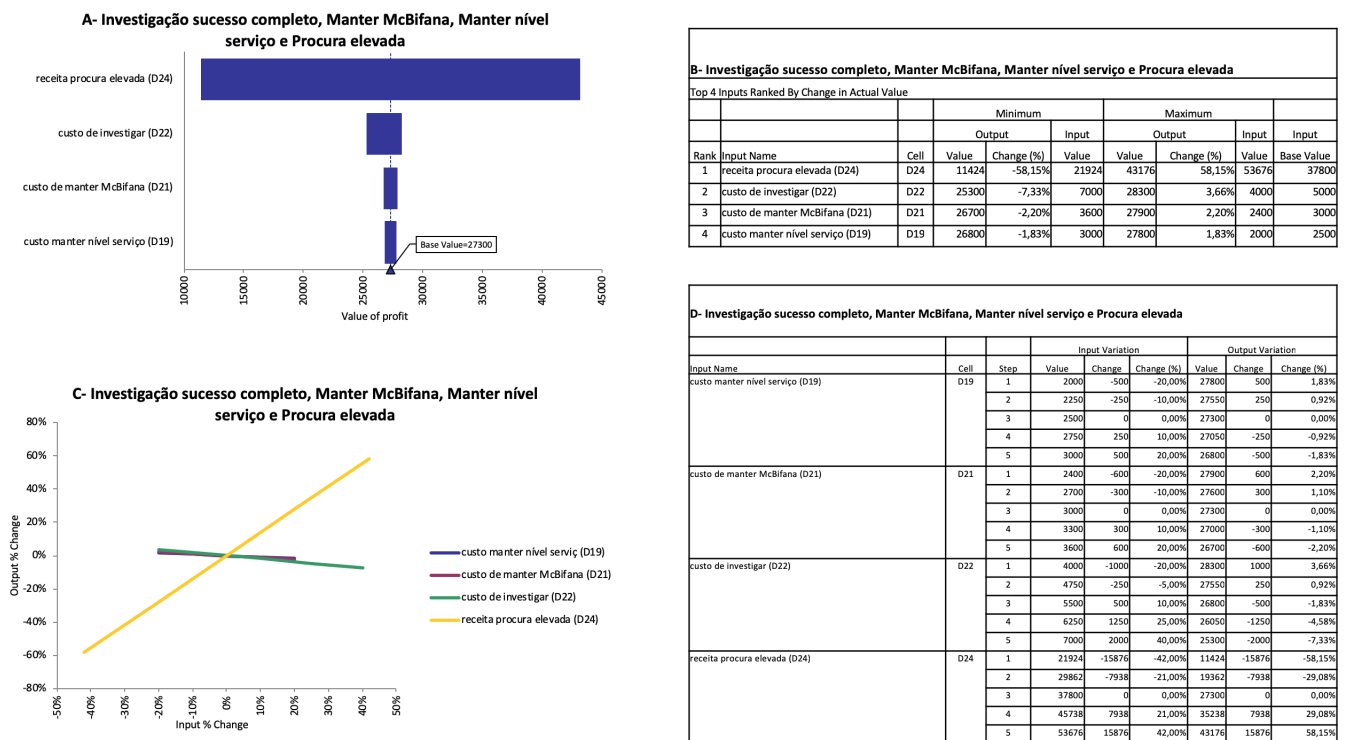


Figura 3.14: Análise de Sensibilidade para o Segundo Cenário. O gráfico A) é gráfico de *Tornado*, a tabela B) é o sumário do *output* do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de *aranha* e a tabela D) é o sumário do *output* do gráfico C)

Como é visível no gráfico A da figura 3.14, a variável que tem maior impacto na oscilação do valor final do lucro, é a receita obtida com a procura elevada. Este custo gera uma alternância entre -58,15% e 58,15%, comparativamente com o valor mínimo e máximo do objetivo em análise, equivalentes a € 11424 e € 43176, respetivamente. Desta forma, constatou-se que esta é a variável mais sensível do presente estudo.

Ao contrário da pesquisa efetuada na secção anterior, a segunda variável, que mais influência tem na variação do lucro final, é o custo referente às despesas da investigação. O peso desta componente é de -7,33% e 3,66%, correspondentes a uma oscilação entre € 25300 e € 28300 no valor do lucro total.

A terceira variável com maior impacto na variação do lucro é o custo de manutenção do *McBifana*. Este *input* provoca uma alteração de apenas -2,2% e 2,2%, equivalentes a uma variação entre € 26700 e € 27900, em relação ao valor base do lucro de € 27300.

O último *input* em estudo é o *Custo de Manter o Nível de Serviço*. Esta variável, relativamente ao objetivo final de maximização do lucro, conduz a uma modificação de -1,83% e de +1,83% o que recai numa variação somente de € 26800 e de € 27800.

Por último, avaliou-se o desempenho do gráfico C da figura 3.14, que comprova que a variável correspondente à receita obtida com a procura elevada, tem um grande impacto no lucro final. A grande variação neste *input*, de -42% e 42%, provoca uma flutuação positiva no valor do lucro entre -58,15% e 58,15% em relação ao valor base do mesmo. Todas as restantes variáveis apresentam uma influência negativa sobre este objetivo, e, devido à menor incerteza no custo destas variáveis, a oscilação do lucro é menor. A interseção de todas as retas ocorre no ponto,

com o montante de € 27300, correspondente ao valor base do objetivo em investigação.

3.6.1.1.3 Análise de Sensibilidade para o Terceiro Cenário

A última análise de sensibilidade realizada por este método, teve como base o cenário em que a decisão tomada inicialmente seria a de manter o *McBifana*, ao invés de investigar um novo produto. Como está exposto na figura 3.15, neste caso apenas três variáveis influenciam o valor final do lucro obtido.

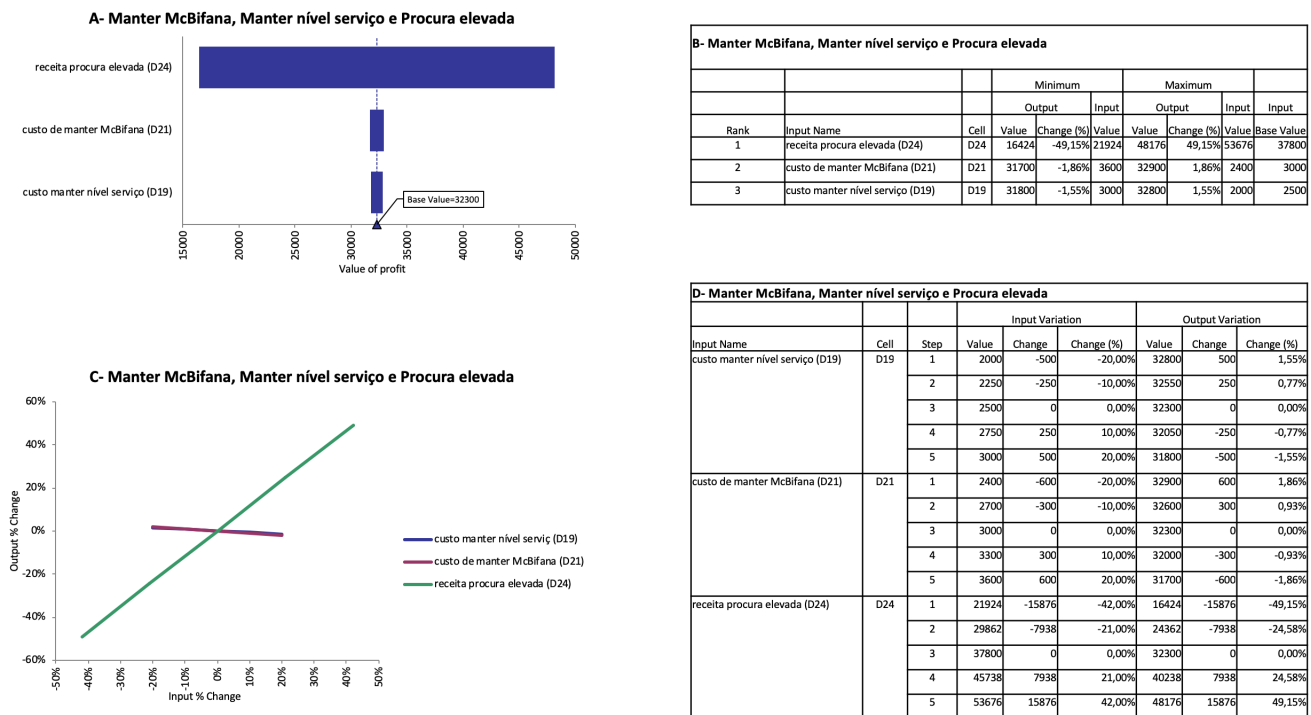


Figura 3.15: Análise de Sensibilidade para o Terceiro Cenário. O gráfico A) é gráfico de *Tornado*, a tabela B) é o sumário do *output* do gráfico A), o gráfico C) é o gráfico de *aranha* e a tabela D) é o sumário do *output* do gráfico C)

Tal como nas duas análises de sensibilidade explicadas anteriormente, a receita obtida com a procura elevada, é o *input* com maior importância, encontrando-se na posição mais elevada do gráfico de *Tornado*, presente na figura 3.15. Esta variável provoca uma oscilação no valor do lucro entre € 16424 e € 48176, equivalentes às percentagens de -49,15% e 49,15% em torno do valor base do mesmo de € 32300.

As duas variáveis associadas aos custos de manutenção do *McBifana* e de manutenção do nível de serviço, não demonstram ter um grande impacto na variação do lucro. A primeira faz variar o lucro somente em -1,86% e 1,86% no que se refere ao valor base do mesmo, correspondendo ao intervalo de valores entre € 31700 e € 32900. Da mesma forma, o *input* referente aos custos relacionados com o nível de serviço, conduz a uma variação no objetivo em estudo de apenas -1,55% e 1,55%, o que equivale a € 31800 e € 32900 para os valores máximo e mínimo da flutuação do lucro com esta variável.

Por fim, comprovou-se no gráfico de *aranha*, exposto na figura 3.15, que o lucro é influenciado positivamente pela receita e negativamente pelos custos relacionados com a manutenção do *McBifana* e do nível de serviço. Uma vez que, a receita é o valor que maior diferença apresenta entre os seus valores máximo e mínimo, correspondentes a -42% e 42% do seu valor base, é este *input* que maior variação provoca no resultado final do lucro obtido. Por outro lado, e devido à menor oscilação em torno do valor base, as variáveis associadas aos custos, acarretam menores consequências para o valor final deste *output*.

Através desta análise, conclui-se que, em todos os cenários estudados, a variável que maior impacto tem no valor final do lucro é a receita obtida com a procura elevada. Este facto deve-se principalmente à elevada incerteza que este valor acarreta, levando a grandes oscilações no valor do *output*.

3.6.2 Análise de sensibilidade bidirecional com o *PrecisionTree*

A análise de sensibilidade bidirecional é usada para avaliar duas variáveis que possam afetar o resultado final, modificando, assim, a tomada de decisão. O *PrecisionTree* permite deste modo, efetuar a análise combinada de dois

inputs, gerando novos resultados. Desta forma, a análise considera-se particularmente relevante quando existe correlação entre as duas variáveis. No caso de estudo, é importante verificar de que modo a variação das probabilidades de sucesso da investigação e de procura elevada, influenciavam a decisão de investigar um novo produto ou manter o *McBifana*.

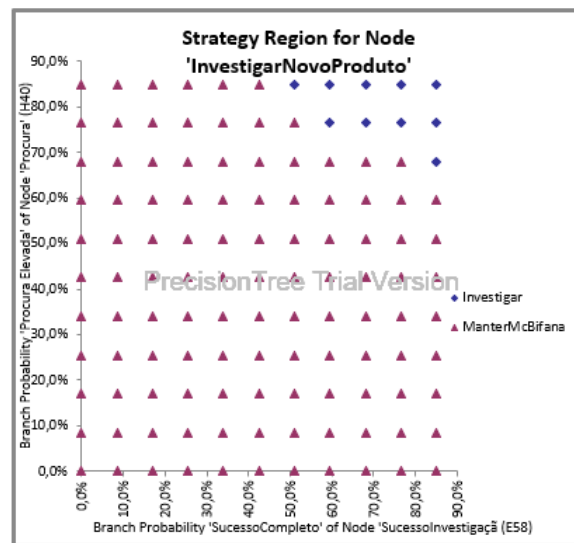


Figura 3.16: Análise de Sensibilidade bidirecional - Gráfico região de estratégia

Através da análise da figura 3.16, constatou-se que apenas a pequena região destacada a azul, favorece a decisão de investigar um novo produto. Para uma probabilidade de aproximadamente 68% da procura ser elevada, é necessário existir uma hipótese de, pelo menos, 85% para o sucesso completo da investigação, de forma a que a melhor estratégia a tomar seja a de investigar um novo produto. No caso de se verificar uma percentagem de no mínimo 50%, relativa ao sucesso completo da investigação, a probabilidade primordial para se investigar, é conquistada a partir de procura elevada de 85%. Do mesmo modo, se existir uma probabilidade de, pelo menos, 76% da procura ser elevada, é necessário que a *chance* do sucesso da investigação ser completo, seja superior a 60%.

Para além dos gráficos região de estratégia, o diagrama de análise de sensibilidade bidirecional *two-way sensitivity analyses*, também permite realizar a análise de sensibilidade. No presente gráfico, as duas variáveis são alteradas simultaneamente. O diagrama exhibe os resultados como um gráfico 3D, com valores para as células a variar no eixo X e Y e os valores a analisar, no eixo Z.

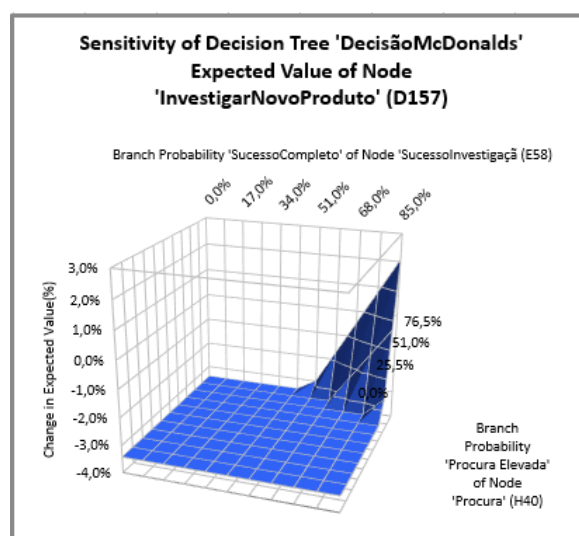


Figura 3.17: Análise de Sensibilidade bidirecional - Diagrama de análise de sensibilidade bidirecional

Através da análise da figura 3.17, é possível perceber que o valor esperado sofre uma diminuição de 3,4% em grande parte dos cenários testados, de acordo com os valores da figura 3.16. Por essa razão, a decisão a tomar, nestes casos, é a que envolve manter o hambúrguer *McBifana*. Os restantes cenários, correspondentes à região destacada a

azul escuro, ocupam 10% da área total do cubo. Os valores esperados obtidos para os mesmos, sofrem uma variação entre -3,4% e 2,1%. No melhor cenário testado, no qual as probabilidades da procura do produto ser elevada e do sucesso completo da investigação são de 85%, a alteração do valor esperado é positiva em 2,1%, relativamente ao seu valor base.

Assim, em concordância com os resultados expostos anteriormente, conclui-se que apenas quando se verificam probabilidades de sucesso completo da investigação e de procura elevada significativamente altos, é que compensa investigar um novo produto em prol de retirar o hambúrguer *McBifanas*, de acordo com os dados pela empresa fornecidos.

4. Conclusões

A análise de decisão fornece vários métodos eficazes que transformam um problema complexo numa estrutura mais simples. Foram aplicadas várias ferramentas de análise que auxiliaram a elucidação de diferentes pontos de vista, conduzindo assim, a melhores decisões. Após reunião com responsável pelo restaurante, seguiu-se a fase de compreensão do problema, incluindo a estrutura do problema, bem como a incerteza e compromissos inerentes às alternativas e resultados.

Deste modo e, considerando os dois objetivos intermédios deste problema, a maximização da satisfação do cliente e a maximização do lucro, contribuindo estas, para o objetivo final do problema, a satisfação global e, em concordância com os pesos atribuídos a cada um dos objetivos intermédios, foi calculado o ramo ótimo da árvore de decisão. Esta exige a investigação de um novo produto, sendo esta um *Sucesso Completo*. Opta-se, de seguida, por *Lançar o Novo Produto* e *Manter o Nível de Serviço*, incorrendo nas probabilidades de procura apresentadas de 80%, 15% e 5% para uma *Procura Elevada*, para uma *Procura Moderada* e para uma *Procura Baixa*, respetivamente.

Os perfis de risco, utilizam os valores esperados, para determinar a probabilidade desse valor acontecer, caso uma determinada opção seja seguida. Para a obtenção dos perfis de risco associados ao nosso problema, aplicou-se à árvore de decisão, pontuações globais de cada ramo.

Relativamente aos resultados dos perfis de risco que consideram a decisão de *Manter McBifana* ou a de *Investigar* um novo produto, a melhor decisão a tomar seria a de investigar, uma vez que apesar de não ter o valor esperado mais alto, é o cenário que apresenta as melhores possibilidades de obter um valor esperado mais superior.

De acordo com o mencionado anteriormente, se a decisão tomada for a de investigar, analisaram-se os perfis de risco associados à decisão de *Manter McBifana* ou a de *Investigar* dependendo do sucesso da investigação.

No caso do sucesso da investigação ser completo, depreendeu-se que, a melhor decisão a tomar caso a investigação, seria a de lançar um novo produto. Embora esta decisão possa ter um risco associado, relacionado com uma obtenção do valor esperado mais baixo, exhibe melhores probabilidades de atingir um valor esperado mais elevado do que a decisão de manter o *McBifana*.

Se, por outro lado o sucesso da investigação for parcial, concluiu-se que não obstante de não existir uma alternativa que domine em relação a outra, a opção de lançar um novo produto tem maior probabilidade de alcance de um valor esperado mais elevado, em comparação com a alternativa contrária.

Do mesmo modo, se a investigação for um insucesso, a melhor decisão a tomar será a de manter o *McBifana*.

Os últimos perfis de risco analisados, referentes à decisão de manter ou diminuir o nível de serviço, geraram resultados que refletem o peso de 60% atribuído à satisfação dos clientes. Concluiu-se, deste modo, que a melhor decisão a tomar pela McDonald's será a de manter o nível de serviço. Apesar dos custos adicionais, esta decisão aumenta consideravelmente a satisfação dos clientes.

Através da análise de sensibilidade unidirecional realizada com o *TopRank*, conclui-se que, em todos os cenários estudados, a variável que maior impacto tem no valor final do lucro, é a receita obtida com a procura elevada. Este facto deve-se principalmente à elevada incerteza que este valor acarreta, levando a grandes oscilações no valor do *output*. Esta análise foi elaborada apenas tendo em conta o lucro da empresa, com o propósito de, não só utilizar a ferramenta *TopRank*, como também de obter uma análise mais focada no capital gerido pela empresa.

Relativamente à análise de sensibilidade bidirecional elaborada através da ferramenta *PrecisionTree*, conclui-se que apenas quando se verificam probabilidades de sucesso completo da investigação e de procura elevada significativamente altos, é que compensa investigar um novo produto em prol de retirar o hambúrguer *McBifana*, de acordo com os dados pela empresa fornecidos.

Bibliografia

Clemen, R. T. (1996). *Making Hard Decisions*. Brooks/Cole Publishing Company, 2nd edition.