

MESTRADO EM
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

GESTÃO DE RISCO SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE
PROJETOS E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS.
CASO DE ESTUDO: INDÚSTRIA DE MOLDES

JOSÉ MIGUEL SILVA VENTURA

ORIENTAÇÃO:

PROF. DOUTOR JOSÉ MIGUEL ARAGÃO CELESTINO SOARES

PROF. DOUTOR RICARDO SIMÕES SANTOS

OUTUBRO - 2023

RESUMO

Num panorama organizacional dinâmico, onde as empresas se tentam diferenciar entre si, na busca de vantagens competitivas que as permitam singrar no mercado em que estão inseridas, existe uma crescente consciencialização sobre a inevitabilidade do risco, sendo esta uma presença constante ao lidar com qualquer projeto.

Analisar os riscos envolvidos é crucial em todas as fases do ciclo de vida do projeto, sendo necessário adotar uma abordagem processual para a gestão de projetos, integrando a gestão de riscos de maneira contínua ao longo das diferentes etapas desse processo. Dentro desse contexto, a gestão de riscos é um processo específico que envolve várias etapas, uma vez que uma avaliação do risco minuciosa, é essencial, para garantir uma gestão eficaz e ajudar na tomada de decisão.

Para enfrentar esse desafio, foi desenvolvido um modelo que auxilia na avaliação de riscos na gestão de projetos, baseado em sistemas de inferência difusa. A lógica difusa apresenta várias conexões com o domínio do risco, sendo capaz de lidar com informações incertas e imprecisas, que são características comuns no raciocínio e na tomada de decisões humanas. Portanto, ela se mostra adequada para lidar com a imprecisão frequentemente associada à percepção e caracterização dos riscos devido a não ter em conta a subjetividade inerente a percepção do gestor responsável pela análise de risco, bem como a influência do projeto.

A partir do modelo desenvolvido, o objetivo é identificar e avaliar os níveis de risco no processo de desenvolvimento de novos produtos em um portfólio diversificado de projetos em várias áreas, com o intuito de reduzir a incerteza e a ambiguidade inerentes à análise de risco enfrentada por um gestor. Além disso, o modelo visa analisar a influência do risco associado a cada requisito do projeto, especialmente em relação a cada dimensão da sustentabilidade na organização.

Em resumo, o modelo proposto é apresentado e aplicado com o objetivo de aprimorar o processo de análise de risco. Dessa forma, ele contribui para a discussão da problemática levantada, procurando reduzir a incerteza e melhorar a compreensão dos riscos envolvidos no desenvolvimento de novos produtos, dentro de um contexto de um portfólio diversificado de projetos na Indústria de Moldes.

ABSTRACT

In a dynamic organizational landscape where companies strive to differentiate themselves, seeking competitive advantages to thrive in their markets, there is a growing awareness of the inevitability of risk, a constant presence when dealing with any project. Analyzing the involved risks is crucial in all phases of the project life cycle. It is necessary to adopt a systematic approach to project management, integrating risk management continuously throughout the different stages of this process. Within this context, risk management is a specific process involving various stages, as a meticulous assessment of fundamental risk is essential to ensure effective management and aid in decision-making.

To meet this challenge, a model has been developed to assist in risk evaluation in project management, based on fuzzy inference systems. Fuzzy logic has various connections with the domain of risk, being capable of handling uncertain and imprecise information, common characteristics in human reasoning and decision-making. Hence, it is suitable for dealing with the imprecision often associated with the perception and characterization of risks, considering the inherent subjectivity in the manager's perception responsible for risk analysis, as well as the project's influence.

Using the developed model, the objective is to identify and assess risk levels in the process of developing new products within a diversified portfolio of projects across various areas. This aims to reduce the inherent uncertainty and ambiguity in risk analysis faced by a manager. Furthermore, the model seeks to analyze the influence of the risk associated with each project requirement, especially concerning each dimension of the organization's sustainability.

In summary, the proposed model is presented and applied with the goal of refining the risk analysis process. Consequently, it contributes to the discussion of the issues raised, aiming to reduce uncertainty and enhance the understanding of the risks involved in developing new products within the context of a diversified portfolio of projects.

AGRADECIMENTOS

O meu mais sincero agradecimento a todas as pessoas que diretamente ou indiretamente me foram ajudando neste percurso e que contribuíram para o meu crescimento. De seguida queria agradecer também aos meus orientadores, o Professor Doutor José Miguel Aragão Celestino Soares e o Professor Doutor Ricardo Simões Santos por todo o apoio e disponibilidade.

Não menos importante, queria agradecer à minha família, namorada e amigos, pelo apoio que sempre demonstraram durante este caminho, que nem sempre foi linear e fácil.

Finalmente, e não menos importante, agradeço a todos os professores do Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG), que de uma forma direta ou indireta partilharam os seus conhecimentos e saberes durante o período em que frequentei esta Instituição. Foi a partir do conjunto de conhecimentos partilhados, da cultura e valores transmitidos que me formei como pessoa, desenvolvi competências e pensamento crítico, que me permitiram atingir hoje, mais um desafio a que me propus.

ÍNDICE

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
AGRADECIMENTOS	III
ÍNDICE.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VI
GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS	VII
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 <i>A SUSTENTABILIDADE NAS ORGANIZAÇÕES</i>	<i>11</i>
2.1.1 <i>Desenvolvimento sustentável</i>	<i>12</i>
2.1.2 <i>Dimensões da Sustentabilidade.....</i>	<i>13</i>
2.1.3 <i>O papel da sustentabilidade na indústria</i>	<i>14</i>
2.2 <i>RISCO NA GESTÃO DE PROJETOS E NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS</i>	<i>16</i>
2.2.1 <i>Gestão de projetos</i>	<i>16</i>
2.2.2 <i>Análise de risco.....</i>	<i>19</i>
2.3 <i>DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS: O CASO DA INDÚSTRIA DE MOLDES.....</i>	<i>21</i>
2.3.1 <i>Introdução do desenvolvimento de novos produtos.....</i>	<i>21</i>
2.3.2 <i>Setor dos moldes e processo de fabrico.....</i>	<i>22</i>
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 <i>METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO ADOTADA</i>	<i>25</i>
3.1.1 <i>PROBLEMÁTICA E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO</i>	<i>25</i>
3.1.2 <i>ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO ADOTADA.....</i>	<i>26</i>
3.2 <i>DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO</i>	<i>26</i>
3.2.1 <i>REFERENCIAL TEÓRICO LÓGICA FUZZY</i>	<i>30</i>
3.3 <i>ARQUITETURA DO MODELO.....</i>	<i>32</i>
3.4 <i>IMPLEMENTAÇÃO EM SOFTWARE MATLAB.....</i>	<i>36</i>
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	39
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHO FUTURO.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fases, etapas e passos do Ciclo de Vida do Projeto (CVP).....	18
Tabela 2 - Comparação entre PMBOOK e ISO 31000	20
Tabela 3 - Valores relativos à variável linguística "Probabilidade de ocorrência (P)" e funções de pertinência	35
Tabela 4 - Valores relativos à variável linguística "Nível de Risco (R)" e funções de pertinência.....	35
Tabela 5 - Valores relativos à variável linguística "Impacto Esperado (P)" e funções de pertinência.....	36
Tabela 6 - Tipo de variável utilizada: valores linguísticos e valores numéricos correspondentes	36
Tabela 7 - Portfólio de Projetos.....	40
Tabela 8 - Requisitos do projeto aplicados no modelo.....	41
Tabela 9 - Matriz de cores do modelo	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais mercados de exportação da Indústria de Moldes Portuguesa	23
Figura 2 - Principais áreas da Indústria de Moldes Portuguesa.....	23
Figura 3 - Comparação entre a produção/exportação da Indústria de Moldes Portuguesa	24
Figura 4 - Metodologia de Risco Adotada.....	27
Figura 5 - Modelo Proposto em Visio	33
Figura 6 - Função Triangular para Probabilidade.....	37
Figura 7 - Função Triangular para Impacto	37
Figura 8 - Função Triangular para Nível de Risco	37
Figura 9 - Implementação em MATLAB	38
Figura 10 - Operação no Rule Editor do Fuzzy Logic Designer	38
Figura 11 - Operação no Surface Viewer do Fuzzy Logic Designer.....	39
Figura 12 - Implementação em Matlab, de acordo com os SIF considerados.....	39

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS

I&D	Investigação e Desenvolvimento
PME's	Pequenas e Médias Empresas
CVP	Ciclo de Vida do Projeto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
ISO	<i>International Organization of Standards</i>
SIF	Sistema de Inferência <i>Fuzzy</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
GP	Gestão de Projetos
PDMA	<i>Product Development and Management Association</i>
DNP	Desenvolvimento de Novos Produtos
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
R _{TS}	Risco Total do Sistema
AHP	Analytic Hierarchy Process
R _{INS}	Risco de Incumprimento das normas de Segurança
P _{INS}	Probabilidade de Incumprimento das normas de Segurança
I _{INS}	Impacto do Incumprimento das normas de Segurança
W _{INS}	Peso do Incumprimento das normas de segurança na respetiva dimensão de sustentabilidade
R _{MD}	Risco de manutenção deficiente
P _{MD}	Probabilidade de manutenção deficiente
I _{MD}	Impacto de existir manutenção deficiente
W _{MD}	Peso da manutenção deficiente na respetiva dimensão de sustentabilidade
R _{IS}	Risco de inconformidade com as especificações
P _{IS}	Probabilidade de inconformidade com as especificações
I _{IS}	Impacto de inconformidade com as especificações
W _{IS}	Peso da inconformidade com as especificações na respetiva dimensão de sustentabilidade
R _{DO}	Risco de derrapagem orçamental
P _{DO}	Probabilidade de derrapagem orçamental
I _{DO}	Impacto de derrapagem orçamental
W _{DO}	Peso da derrapagem orçamental na respetiva dimensão de sustentabilidade

R_{FC}	Risco de falhas de comunicação
P_{FC}	Probabilidade de falhas de comunicação
I_{FC}	Impacto de falhas de comunicação
W_{FC}	Peso das falhas de comunicação na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{IP}	Risco de incumprimento de prazos
P_{IP}	Probabilidade de incumprimento de prazos
I_{IP}	Impacto de incumprimento de prazos
W_{IP}	Peso do incumprimento de prazos na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{PPM}	Risco de problemas de processo e maquinação
P_{PPM}	Probabilidade de existirem problemas de processo e maquinação
I_{PPM}	Impacto de problemas de processo e maquinação
W_{PPM}	Peso dos problemas de processo e maquinação na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{PCA}	Risco de problemas na cadeia de abastecimento
P_{PCA}	Probabilidade de problemas na cadeia de abastecimento
I_{PCA}	Impacto de problemas na cadeia de abastecimento
W_{PCA}	Peso dos problemas na cadeia de abastecimento na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{INA}	Risco de incumprimento de normas ambientais
P_{INA}	Probabilidade de incumprimento de normas ambientais
I_{INA}	Impacto de incumprimento de normas ambientais
W_{INA}	Peso do incumprimento de normas ambientais na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{DR}	Risco de danos reputacionais
P_{DR}	Probabilidade de danos reputacionais
I_{DR}	Impacto de danos reputacionais
W_{DR}	Peso de danos reputacionais na respetiva dimensão de sustentabilidade
R_{AMB}	Risco da dimensão Ambiental de Sustentabilidade
R_{SOC}	Risco da dimensão Social de Sustentabilidade
R_{ECO}	Risco da dimensão Económica de Sustentabilidade
W_{AMB}	Peso da dimensão Ambiental de Sustentabilidade no total do sistema

W_{SOC}	Peso da dimensão Social de Sustentabilidade no total do sistema
W_{ECO}	Peso da dimensão Económica de Sustentabilidade no total do sistema
W_{RP}	Peso do requisito do projeto numa dimensão de sustentabilidade

1. INTRODUÇÃO

O mundo empresarial global presente na atualidade, é caracterizado como um espaço dinâmico. Devido à crescente globalização, aliada ao intenso desenvolvimento tecnológico, característico da nossa economia, surgiu a necessidade das organizações apresentarem uma rápida evolução e adaptação ao contexto competitivo em que se inserem. Esta realidade, traduz-se num desafio para as empresas, de forma a garantirem a sua sobrevivência e estas procuram incessantemente a obtenção de vantagens competitivas e diferenciação (Choi *et al.*, 2021).

É reconhecido, atualmente, que se as empresas tivessem de pagar o custo real dos recursos consumidos, nenhuma seria lucrativa. Associado aos recursos finitos, às necessidades cíclicas e à crescente consciencialização mundial sobre a pegada ambiental inerente às organizações, surgiu um aumento substancial das preocupações, por parte da sociedade, em relação à redução dos impactos ambientais associados à produção industrial, com elevadas expectativas sobre a missão e visão das empresas, além da maximização do lucro (Müller *et al.*, 2018). Como resposta a esta pressão global, tem havido um crescimento dos níveis de participação de diversos grupos de *stakeholders*, que desejam observar uma atitude das empresas em relação a questões de matéria social e ambiental, além do seu sucesso económico (Sezen & Çankaya, 2019).

Assim, os conceitos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável têm vindo a ganhar uma crescente atenção no panorama mundial (Boakye *et al.*, 2021)

Associado ao tema da sustentabilidade, surge o tópico da gestão de projetos sustentáveis como uma das tendências atuais mais valorizadas, centrado no papel crucial que os projetos têm na partilha, realização e desenvolvimento do conceito de sustentabilidade nas organizações e sociedade (Marcelino-Sádaba *et al.*, 2015) e na eficiência dos processos, extremamente necessários nas atividades operacionais das empresas, ou seja, a organização por projetos, pode ser um fator promotor de uma maior eficiência organizacional, traduzindo-se num diferencial competitivo e uma fonte de obtenção de resultados satisfatórios (Hyväri, 2016). De acordo com Armenia *et al.* (2019), esta gestão sustentável permite atingir os objetivos do projeto, maximizando os benefícios económicos, sociais e ambientais, através do envolvimento dos *stakeholders*, tendo em atenção o ciclo completo dos recursos, processos e a aprendizagem contínua da organização.

Um projeto caracteriza-se como uma atividade temporária com o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado (PMI, 2017) através um conjunto de tarefas/atividades encadeadas, ao longo do seu ciclo de vida, com o propósito de se atingir um determinado resultado. Sendo que em cada ação é implícito um risco, também na área da Gestão de Projetos estamos perante a inevitabilidade do risco, estando as atividades dos projetos e os seus objetivos sujeitos ao risco.

Neste contexto, os processos de análise e gestão de risco têm ganho crescente destaque. As organizações passaram a adotar abordagens cada vez mais específicas e orientadas para seus produtos ou áreas específicas, incorporando ferramentas que abordam a subjetividade inerente à avaliação de riscos humanos e permitem estudar o impacto de um produto em toda a organização, algo que não era comum nas abordagens tradicionais (Santos *et al.*, 2020).

Atualmente, observa-se uma tendência crescente nas organizações em adotar técnicas de gestão de risco mais viáveis, capazes de gerar resultados concretos. Nesse cenário, emerge um método baseado em Inteligência Artificial, que utiliza a lógica difusa (Lógica *Fuzzy*). Por meio da combinação de observações e técnicas de controle, esse método possibilita a representação matemática de informações imprecisas e vagas, mediante a aplicação de um conjunto de regras linguísticas (Santos *et al.*, 2021).

A Lógica *Fuzzy* é amplamente aplicada em diversas áreas, incluindo saúde, robótica, sistemas inteligentes, previsão estatística e diversos setores produtivos, como aviação, eletrodomésticos e agricultura (Gharajeh & Jond, 2020)

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A sustentabilidade nas organizações

O termo sustentabilidade teve origem em 1987, num relatório elaborado pela *World Commission on Environment and Development* da Organização das Nações Unidas. Este mesmo relatório, defendia que este termo que se caracterizava como atingir os objetivos do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, era a solução para resolver o problema de como as nações conseguiriam gerir os seus recursos finitos e limitados juntamente com a preocupação sobre os perigos da degradação ambiental.

Atualmente, o papel da sustentabilidade tem ganho maior importância no impacto estratégico de longo prazo do desenvolvimento industrial global, sendo que a sua

definição permanece, como satisfazendo as necessidades das gerações atuais sem pôr em risco as necessidades das gerações futuras e tem como objetivo assegurar o crescimento contínuo da economia, protegendo ao mesmo tempo o ambiente e as necessidades da sociedade (Aron *et al.*, 2020).

O termo sustentabilidade transformou-se numa temática central a nível mundial, estando presente em agendas políticas nacionais de diversos países, assim como na agenda de 2030 da ONU (Parente & Fischer, 2014). Resultante deste crescimento, as organizações, a nível internacional, começam a ser pressionadas a adotar medidas de controlo e prevenção da sua pegada ecológica e a assumir uma vertente sustentável na sua atuação.

2.1.1 Desenvolvimento sustentável

Em termos académicos diversos autores refletem sobre esta problemática, e segundo Chawla (2018) existe uma necessidade imediata de considerar e abordar a questão da sustentabilidade em todos os domínios do negócio para se concretizar o objetivo de alcançar uma vida empresarial rentável, ajustada à volatilidade das incertezas atuais e à escassez de recursos naturais.

Os objetivos do desenvolvimento sustentável, de acordo com Sachs *et al.* (2019) que tem como bases o acordo de Paris e a convenção de 2030, sobre as alterações climáticas, exigem transformações profundas em todos os países, que exigirão ações complementares por parte dos governos, da sociedade civil, da ciência e das empresas. As transformações necessárias para alcançar os objetivos de sustentabilidade podem ser organizadas em seis níveis, que são a educação, género e desigualdade, a saúde, bem-estar e demografia, a alimentação sustentável, terra, água e oceanos, as cidades e comunidades sustentáveis, e com principal destaque para as transformações que visam a descarbonização energética, a indústria sustentável e por fim, a revolução digital para o desenvolvimento sustentável.

Sartal *et al.* (2020) destaca uma evolução de 10 anos de programas sobre o consumo e a produção sustentáveis. O principal objetivo desta evolução visa alcançar uma gestão sustentável e uma utilização eficiente dos recursos naturais até 2030, para além da redução da produção de resíduos, com recurso a sistemas e processos de prevenção, redução, reciclagem e reutilização.

2.1.2 Dimensões da Sustentabilidade

Um conceito que operacionaliza a sustentabilidade consiste no *Triple Bottom Line*, visto que para atingir a sustentabilidade, é necessário que todas as empresas atinjam um equilíbrio nas dimensões/questões económica, social e ambiental e que as suas tentativas de relacionar estas três dimensões sejam bem-sucedidas (Sezen & Çankaya, 2019). No entanto, devido à complexidade destas dimensões e à sua inter-complementaridade, não é fácil alcançar este equilíbrio e alcançar o sucesso.

Segundo Saxena *et al.* (2020), os sistemas de produção e de fabrico têm um elevado impacto nas três dimensões da sustentabilidade, uma vez que o fabrico sustentável garante que as tecnologias e métodos utilizados na produção de bens, tenham em consideração os critérios que incluem as três dimensões.

As práticas de produção e fabrico sustentável podem ser subdivididas em três dimensões: económica, ambiental e social ou de segurança. Cada dimensão apresenta práticas e características específicas em termos industriais, a dimensão económica engloba práticas como estratégias responsáveis de produção, desenvolvimento de requisitos de materiais, ferramentas de melhoria da qualidade, reestruturação da cadeia de abastecimento, design avançado de produtos, integração de sistemas de níveis empresariais, melhoria contínua do desempenho de processos, utilização de recursos, redução do custo de fabrico e redução dos tempos de desenvolvimento dos produtos. Em termos da dimensão ambiental, a mesma engloba práticas de manufatura sustentável como a poupança de energia, a utilização de técnicas avançadas de materiais e de fabrico, o controlo do consumo de água, promoção de conceitos 6R (reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar, redesenhar, refabricar), aumento da eficácia da política ambiental e seleção de materiais sustentáveis e de design. Por fim a dimensão social de manufatura, considerada a segurança, engloba o desenvolvimento de educação e formação, a criação de sensibilização, proteção, investigação de acidentes, motivação dos trabalhadores e das equipas de segurança e equipamento de proteção individual (Bhanot *et al.*, 2017 ; Gupta *et al.*, 2015; Jayaraman *et al.*, 2012; Millar & Russell, 2011; Nordin *et al.*, 2014; Rosen & Kishawy, 2012; Shankar *et al.*, 2016).

O equilíbrio entre as três dimensões de sustentabilidade é considerado um fator crítico de sucesso para a adoção e difusão de tecnologias, bem como para alcançar benefícios sustentáveis (Müller *et al.*, 2018), sendo que as tecnologias digitais apresentam

um grande relevo no contexto de sustentabilidade industrial. Estas devem ser consideradas na análise sustentável das indústrias, uma vez que podem aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção, reduzir as emissões, expandir o acesso a informações, reduzir a utilização dos recursos nos processos produtivos e tornar os serviços públicos mais disponíveis. Podem também melhorar a eficiência dos recursos, apoiar a economia circular, permitir sistemas de energia de carbono zero, ajudar a monitorizar e proteger os ecossistemas, e assumir outros papéis críticos de apoio para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (Sachs *et al.*, 2019)

A partir da revisão da literatura efetuada, observou-se que uma percentagem considerável dos investigadores considera que a sustentabilidade funciona numa perspetiva diferente do conceito do *Triple Bottom Line*.

Alguns investigadores consideram sustentáveis ou "verdes", projetos de construção, gestão de projetos e apresentam em grande parte as suas obras sobre a integração adicional de fatores financeiros e naturais (Khodadadzadeh, 2016). Outros académicos, nos trabalhos de investigação apresentados sobre projetos de desenvolvimento, consideram principalmente os fatores sociais (Silvius & Schipper, 2014). Existem também autores que apresentam os seus trabalhos sobre a integração da sustentabilidade na gestão de projetos com base na abordagem do *Triple Bottom Line* e mencionam alguns conjuntos de fatores numa perspetiva distinta entre si (Corrêa *et al.*, 2022). Estes integraram fatores financeiros, naturais e sociais na gestão de projetos, que não apresentam uma abordagem holística da sustentabilidade para a gestão de projetos.

2.1.3 O papel da sustentabilidade na indústria

O conceito de desenvolvimento sustentável, ao longo do tempo, tem apresentado um enorme destaque e evolução, que é representado pelo aparecimento de novas métricas de desempenho em relação à sustentabilidade (Waas *et al.*, 2014). O desenvolvimento de ferramentas de sustentabilidade tem, assim, apresentado um papel relevante no processo de tomada de decisão, uma vez que permitem identificar áreas críticas a melhorar e auxiliam no processo de avaliação de alternativas em termos de desenvolvimento sustentável (Carvalho *et al.*, 2014).

Associado à evolução suprarreferida, a sustentabilidade está a ganhar cada vez mais importância como um atributo de decisão no ambiente de fabrico (Saxena *et al.*, 2020) e

para avançar com a transição social e se tornar totalmente operacional, o desenvolvimento sustentável deve ser considerado como uma estratégia de tomada de decisão por todas as partes interessadas, desde o nível local, até ao nível global (Waas *et al.*, 2014).

Atualmente, a sustentabilidade industrial refere-se ao modo como a indústria responde aos desafios atuais de sustentabilidade e é vista como um objetivo de longo prazo da sociedade (Demartini *et al.*, 2019). De acordo com Kusiak (2018) os objetivos dos esforços de sustentabilidade estão direcionados para os materiais, para os processos de fabrico, para o consumo de energia e para os poluentes atribuídos à produção.

Enyoghasi e Badurdeen (2021) consideram que o fabrico sustentável abrange três elementos integrais envolvidos na produção, que são os produtos, os processos e os sistemas. Estes permitem a criação de valor sustentável e o crescimento económico, sendo que a integração do produto, do processo e do sistema, juntamente com a consideração dos impactos interdependentes da sustentabilidade, é vital para a manufatura sustentável.

Com o objetivo de criar valor, o desenvolvimento tecnológico apresenta-se como uma alavanca para o desenvolvimento de uma base industrial com uma gestão eficiente dos seus recursos, contribuindo tanto para a redução de custos, como para o aumento da flexibilidade e da sustentabilidade dos sistemas de manufatura (Demartini *et al.*, 2019). Em termos estratégicos, as tecnologias de informação e comunicação facilitam os sistemas de manufatura em rede, com partilha de informações e descentralização da tomada de decisão e controlo, que garante uma visão estratégica mais abrangente em diversas vertentes (Sony & Naik, 2020). Deste modo existe uma melhor gestão e avaliação das variáveis de produtos, processos e sistemas, que, segundo Enyoghasi e Badurdeen (2021), permitem avaliar a influência de potenciais riscos e planear com antecedência estratégias de mitigação adequadas.

As contribuições do processo de avaliação deve dar resposta aos três desafios de tomada de decisão da sustentabilidade que passam pela interpretação, estrutura de informação e influência e segundo os mesmos investigadores, a abordagem mais eficaz para verificar a sustentabilidade das operações de fabrico nos níveis de produtos, processos e sistemas é através da avaliação do desempenho dos níveis de sustentabilidade, com recurso a métricas apropriadas (Enyoghasi & Badurdeen, 2021).

Ao longo do tempo foram propostas diversas ferramentas e indicadores para medir a sustentabilidade das organizações, como por exemplo indicadores da *Commission on*

Sustainable Development; o *Global Reporting Initiative* (GRI), o *Dow Jones Sustainability Index*, o *Triple bottom line* (TBL), indicadores *ETHOS*, o *Ecoinvent 2002* e a norma ISO 14031 (Salvado *et al.*, 2015).

2.2 *Risco na gestão de projetos e no desenvolvimento de novos produtos*

A necessidade de avaliar o risco é hoje transversal a todas as organizações presentes no espectro empresarial devido ao risco estar cada vez mais presente na sociedade.

Segundo Rocha *et al.* (2020), a noção de risco apresenta-se como uma das áreas mais dinâmicas, captando a atenção de múltiplos investigadores de um diverso leque de disciplinas. Atualmente, para as organizações obterem uma perceção dos riscos, conseguir avaliá-los e posteriormente realizar o devido tratamento de uma forma eficiente, é fundamental para se conseguir resultados esperados num contexto de competitividade que não permite o desperdício de recursos e exige que a qualidade seja atingida de uma forma eficiente.

No âmbito de um projeto, o risco está associado à incerteza. Um risco é um acontecimento ou condição incerta que, a ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo sobre um ou mais objetivos do projeto. Os riscos negativos são chamados ameaças, enquanto os riscos positivos são chamados oportunidades. Todos os projetos têm riscos, uma vez que são empreendimentos únicos com diferentes graus de incerteza (PMBOK, 2017).

Consequentemente, um dos pelouros mais significativos inerentes à gestão de projetos é a gestão do risco, se não for percecionada como um dever essencial, seguir-se-ão vários problemas e perdas. A gestão dinâmica do risco requer não só uma metodologia, mas também requer informação, conhecimento e experiência (Serpella, 2014) e a integração de práticas de gestão de riscos empresariais ajuda a acelerar o crescimento e a melhorar o desempenho, permitindo assim ter uma visão mais geral do que realmente pode colocar a empresa em perigo.

2.2.1 *Gestão de projetos*

O termo gestão do projeto surge essencialmente na primeira metade do século XX, tendo como raízes as áreas de gestão de operações, engenharia e ciência da decisão.

Um projeto caracteriza-se como um esforço temporário com um início e um fim definidos, empreendido para criar um produto único, serviço, ou resultado, em que os produtos finais podem ser tangíveis ou intangíveis (PMI, 2017) e estes são usados como forma de atingir os objetivos estratégicos das organizações.

Segundo o PMBOOK (2021), a gestão de projetos caracteriza-se pela aplicação de conhecimentos, competências, ferramentas e técnicas de gestão atividades, bem como atividades de liderança. As atividades de gestão centram-se nos objetivos do projeto, tais como ter processos eficazes, planejar, coordenar, medir, monitorizar, entre outros.

Os benefícios de projetos bem-sucedidos podem ser obtidos diretamente a partir da criação de um novo produto ou serviço, ou através da redução de certas despesas de funcionamento, ou mesmo através de alterações às práticas de trabalho comuns, processos de redesenho e desenvolvimento de competências pessoais e profissionais (Gomes & Romão, 2016). Segundo Kerzner (2010), existem diversas organizações que declaram que a utilização de técnicas de gestão de projetos oferece múltiplas vantagens como uma melhor utilização de recursos financeiros, físicos e humanos, melhora as relações com os clientes, reduz os custos e aumenta a produtividade, a qualidade, a fiabilidade e as margens de lucro, sendo que estas procuram as melhores práticas para a gestão os seus projetos, de modo a trazer maior valor ao seu negócio.

As organizações têm vindo a adotar diversos projetos no seu trabalho diário para alcançar os seus objetivos e, por conseguinte, a aplicabilidade da Gestão de Projetos (GP) tem vindo a aumentar (Papke-Shields & Boyer-Wright, 2017).

Em sintonia com os projetos, encontra-se o ciclo de vida dos mesmos e segundo o *Project Management Body of Knowledge*, o ciclo de vida do projeto consiste nas fases que ligam a entrega do negócio aos valores que os *stakeholders* pretendem atingir desde o início até ao fim do projeto, sendo uma forma conveniente de conceptualizar a estrutura genérica dos projetos ao longo do tempo. Ao definir o ciclo de vida de um projeto deve ser considerado a gestão organizacional e de projetos, os riscos, fatores de controlo, a natureza e características do projeto e fatores ambientais (ISO 21502, 2020).

Existem várias abordagens do ciclo de vida do projeto na literatura, por exemplo, modelo orientado para o controlo, modelo orientado para a qualidade, modelo orientado para o risco, uma abordagem irregular e fracionada do ciclo de vida do projeto, bem como alguns ciclos de vida de projetos específicos de cada empresa (Bonnal *et al.*, 2002). O

número de fases dentro de cada uma destas abordagens difere, assim como a conotação utilizada para descrever as fases.

Devido à natureza complexa e diversidade dos projetos, as indústrias, ou mesmo as empresas dentro do mesmo sector industrial, possuem dificuldade em chegar a acordo sobre as fases do ciclo de vida de um projeto (Kerzner, 2010), sendo que ciclo de vida genérico do projeto se caracteriza por 4 fases distintas que se identificam como começar o projeto, organizar e planear, realizar o trabalho inerente ao projeto e fechar o projeto (PMBOOK, 2021):

Chapman & Ward (2003) aprofundaram estas 4 fases do ciclo de vida dos projetos, devido à existência de diferenças entre as fases do ciclo de vida do projeto, onde estas teriam de ser caracterizadas com um nível de detalhe superior ao da estrutura típica de quatro fases. Os mesmos autores aprofundam o CVP decompondo estas quatro fases em oito etapas que, por sua vez, se processam em vários passos como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Fases, etapas e passos do Ciclo de Vida do Projeto (CVP)

Fases	Etapas	Passos
Conceptualização	Conceber (o produto)	Evento impulsionador Captação do conceito Clarificação de objetivos Elaboração do conceito Avaliação do conceito
Planeamento	Projetar (o produto estrategicamente)	Projeto base Desenvolvimento de critérios de performance Projeto detalhe Avaliação do projeto
	Planear (a execução estrategicamente)	Atividades base e planeamento de recursos Desenvolvimento de metas e objetivos Desenvolver planificação Avaliação da planificação
	Distribuir (os recursos taticamente)	Projeto base e detalhe de planeamento de atividades Desenvolvimento de critérios de distribuição Alocação de recursos Avaliação da alocação
Execução	Executar (produção)	Coordenação e supervisão Monitorização do progresso Reajustamento de metas e objetivos Reajustamento da alocação de recursos Avaliação da supervisão
Conclusão	Entregar (o produto)	Verificação de entrega Modificação de entrega Ajuste de critérios de performance Avaliação de entrega
	Rever (o processo)	Revisão básica Desenvolvimento de revisão Avaliação da revisão
	Manter (o produto)	Manutenção básica e perceção de fiabilidade Desenvolvimento de critérios de manutenção Desenvolvimento da perceção de manutenção Avaliação da manutenção

Fonte: Chapman & Ward (2003)

2.2.2 Análise de risco

A essência de uma gestão estratégica de risco eficaz é a capacidade de adaptar a organização e a sua estratégia aos riscos e ameaças emergentes num ambiente empresarial em mudança, enquanto se gera soluções viáveis a longo prazo e análise do risco pode ser efetuada com graus de detalhe variáveis, dependente do risco, da finalidade da análise e da informação, dos dados e recursos disponíveis. (Andersen *et al.*, 2022).

Como mencionado anteriormente, a Gestão de Riscos é considerada uma componente importante da Gestão de Projetos, e compreende processos de Identificação, Análise, Estimativa e Tratamento dos riscos.

Os objetivos da gestão de riscos em projetos são aumentar a probabilidade e o impacto das ocorrências positivas e reduzir a probabilidade e o impacto das ocorrências negativas no projeto (PMBOK, 2017), estando o sucesso do projeto correlacionado com 3 aspetos principais: custo, tempo e qualidade, onde os riscos não podem ser eliminados, mas podem ser geridos de forma eficaz (Shibani, 2022).

A revisão bibliográfica realizada no contexto do presente trabalho, permitiu identificar um conjunto de abordagens de avaliação de risco. Estas abordagens, tais como a metodologia processual apresentada pelo PMBOK, que representa o *Project Management Body of Knowledge*, foi o primeiro livro publicado pelo *Project Management Institute* em 1987 e teve origem no conhecimento empírico de diversos gestores de projetos, destinando-se a ser um guia de boas práticas para todos os tipos de projetos (Vargas, 2016), numa tentativa de documentar e normalizar as melhores práticas de Gestão de Projetos (Kabeyi, 2019).

É importante mencionar que PMBOK é um alicerce sobre o qual as organizações podem construir metodologias, políticas, procedimentos, regras, ferramentas e técnicas, e ciclo de vida fases necessárias para a prática de PM (PMI, 2017) e sua metodologia processual para gestão de risco em projetos integra 5 ações:

- Planeamento da Gestão de risco
- Identificação dos riscos
- Análise Qualitativa e Quantitativa dos riscos
- Planeamento de resposta aos riscos
- Controlo de risco

Outra metodologia aplicada são métodos da ISO/IEC 31010 (2009), que apesar de apresentarem aspetos em comum, possuem algumas particularidades distintas. Esta comparação é efetuada por Vargas e Campos (2023) e é apresentada na tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre PMBOOK e ISO 31000

ISO 31000 (2018)	PMBOOK(2017)
A gestão de riscos é entendida como uma filosofia, que pode ser aplicada em qualquer organização e em qualquer nível de gestão, ou seja, é uma norma genérica que pode ser adaptada consoante as necessidades.	A gestão dos riscos é centrada na aplicabilidade no projeto
Possui 6 processos: <ul style="list-style-type: none"> - Comunicação e consulta - Âmbito, contexto e critérios - Processo de avaliação dos riscos - Tratamento dos riscos - Monitorização e análise crítica - Registo e relatório 	Possui 7 processos: <ul style="list-style-type: none"> - Planeamento da gestão de riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa do risco - Análise quantitativa dos riscos - Planeamento da resposta ao risco - Implementação da resposta aos riscos - Monitorização dos riscos
Baseia-se no PDCA (plan,do,check and act) para estabelecer a relação entre os componentes e o quadro de gestão do risco	Baseia-se no PDCA (plan,do,check and act) para estabelecer a relação entre os componentes e o quadro de gestão do risco
Não certificada	Certificada
A análise de risco pode ser qualitativa, quantitativa ou uma combinação dos dois	A análise de risco é qualitativa e quantitativa
Complementada pela ISO 31010 com técnicas de avaliação de riscos	Contém técnicas no próprio documento

Fonte: Vargas & Campos (2023)

A principal diferença na abordagem da gestão do risco entre o PMBOK e a ISO 31000 é que a norma define o tratamento do risco no sentido mais amplo e de forma mais genérica, sendo adaptável ao contexto, ou seja, pode ser ajustado às necessidades da situação a que é aplicada. Por outro lado, o guia está centrado nos riscos do projeto, o que significa que pretende aplicar toda a metodologia especificamente nos projetos (Vargas e Campos, 2023).

Podemos concluir, do ponto de vista do planeamento de projetos, que ambas as metodologias são semelhantes, mas no ponto de documentação do projeto e respetivo acompanhamento, o PMBOK está mais completo (Matos & Lopes, 2013).

2.3 Desenvolvimento de novos produtos: o caso da indústria de moldes

O desenvolvimento de novos produtos é um conjunto ordenado e determinado de tarefas e passos que descrevem o método pelo qual uma empresa converte repetidamente ideias não desenvolvidas em produtos ou serviços comerciais.

Estas categorias distintas de novos produtos segundo o Manual PDMA caracterizam-se por alguns produtos serem novos no mercado, outros são novos para a empresa e alguns são totalmente novos e criam mercados disruptivos. De outro ponto de vista, alguns conceitos de desenvolvimento de produtos associam-se a pequenas modificações de produtos existentes, enquanto alguns são completamente inovadores para a empresa.

Um novo produto pode ainda definir-se da perspetiva do cliente ou da empresa, o que origina conceitos diferentes. Do ponto de vista da empresa, um novo produto constitui qualquer acréscimo na carteira de produtos existente (Dias, 2019).

Do ponto de vista do cliente, novos produtos, além dos que não conhece por serem originais, são os que se adquire pela primeira vez, independentemente de já existirem no mercado ou, ainda, aqueles que identifica de forma diferente, em consequência de estratégias de reposicionamento de produtos no mercado.

2.3.1 Introdução do desenvolvimento de novos produtos

O desenvolvimento de produtos compreende um extenso conjunto de atividades através das quais uma especificação de produto e os seus processos de produção são definidos.

É crucial, uma vez que os novos produtos estão constantemente a ser exigidos para as empresas se manterem competitivas, tendo sido amplamente estabelecido que o desenvolvimento de novos produtos (DNP) é essencial para a sobrevivência e para o sucesso competitivo a longo prazo das empresas no mundo empresarial atual (Morgan & Anokhin, 2020), e ainda que estes sejam adequados às exigências dos clientes, a nível global. Tais processos de desenvolvimento dependem de práticas de gestão e pode ser melhorado entregando o produto com prazos mais reduzidos, com melhor qualidade e de acordo com as expectativas do cliente.

Existem diversos modelos de fases do desenvolvimento do produto, exemplos de modelos são analisados nos trabalhos de Ulrich & Eppinger (2016) e Cunha (2008).

Segundo a abordagem tradicional de Ulrich e Eppinger (2016), o processo de desenvolvimento de novos produtos resulta em ciclos de conceção prolongados, que ocorrem de forma isolada e sequencial, agregando seis fases:

- Produção
- Planeamento
- Desenvolvimento do conceito
- Design do sistema
- Detalhe de projeto
- Teste e melhorias

No entanto, este processo apresenta limitações e nesse seguimento foi desenvolvido o modelo *Stage-Gate* que consiste num processo de desenvolvimento de novos produtos baseado na otimização de recursos, estando este método dividido em cinco etapas individuais, as denominadas *Stage*, acompanhadas por cinco portas, *Gate* (Cooper, 2008).

Todas as etapas presentes são compostas por equipas multidisciplinares, responsáveis pelo incremento de um conjunto de tarefas (Marzi, 2022), estando a particularidade deste processo centrada nas gates presentes no final de cada uma das etapas. Estas correspondem a pontos de avaliação ou pontos de decisão, nos quais são analisados os resultados obtidos, o esforço previsto e gasto bem como, os riscos inerentes antes do início da etapa seguinte.

Ao longo dos anos, o modelo foi desenvolvido, passando a incluir flexibilidade, condições de continuidade, foco e fluidez de informação (Cooper, 2014).

2.3.2 *Setor dos moldes e processo de fabrico*

A Indústria de moldes em Portugal começou a aparecer em 1934, na Marinha Grande, com o iniciar de laboração de uma empresa de moldes para vidro, tendo a localização desta indústria sido fundamentada em 2 fatores predominantes: a sua proximidade com o litoral e praias, devido à areia constituir a matéria-prima fundamental para o fabrico do próprio vidro e a proximidade com o Pinhal de Leiria, extenso em lenha visto como combustível, que era usada de forma de acender os fornos.

No seguimento do crescimento do setor, duas regiões foram ganhando maior importância, sendo que a indústria portuguesa dos moldes está organizada segundo dois clusters, nomeadamente na Marinha Grande e Oliveira de Azeméis.

Atualmente, os moldes portugueses são vendidos para mais de 90 países, e apesar de a Europa continuar a ser o principal destino da exportação do setor, as empresas portuguesas procuram diversificar os seus mercados de exportação. Da mesma forma, e embora o setor automóvel seja o principal cliente dos moldes portugueses, a indústria tem procurado variar e chegar a novas áreas como a aeronáutica e os dispositivos médicos, a eletrónica e as embalagens, a energia, o ambiente, estando a sustentabilidade associada à tecnologia cada vez mais presente nestas novas áreas sendo que segundo Machado *et al.* (2020) a digitalização e a sustentabilidade são temas transversais a todas as partes da cadeia produtiva (Machado *et al.*, 2020), estando o desenvolvimento sustentável diretamente dependente da sua relação com o desenvolvimento tecnológico (Bashtannyk *et al.*, 2020).



Figura 1- Principais mercados de exportação da Indústria de Moldes Portuguesa

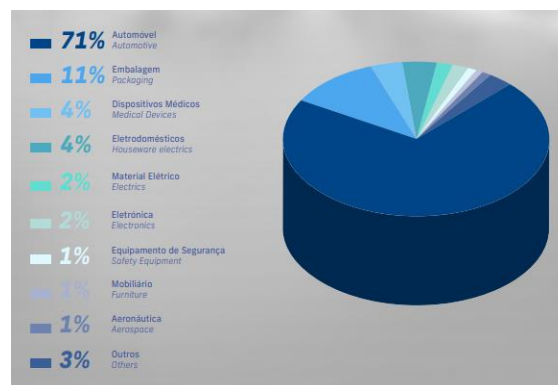


Figura 2 - Principais áreas da Indústria de Moldes Portuguesa

Fonte: CEFAMOL (2021)

O progresso e simultâneo sucesso desta indústria devem-se, para além da sólida experiência e Know-how, ao cumprimento dos prazos de entrega, ao rigoroso controlo de qualidade, à elevada experiência, à competitividade e elevada capacidade produtiva, apoiada em tecnologia de ponta e mão-de-obra especializada. Todos estes fatores asseguram a continuidade do fornecimento de moldes portugueses aos mercados mais exigentes no mundo.

O setor português de moldes traduz-se num leque de empresas com vocação e dimensão de PME's, sendo que estas se dedicam à conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais, nomeadamente na área dos moldes para injeção de plásticos.



Figura 3 - Comparação entre a produção/exportação da Indústria de Moldes Portuguesa

Fonte: CEFAMOL (2021)

É notório que a indústria portuguesa de moldes, tem vindo a crescer e atualmente conta com 536 empresas, dedicadas à conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais e emprega cerca de 11.200 trabalhadores, distribuídos pela Marinha Grande e Oliveira de Azeméis (Cefamol, 2021). Isto deve-se ao facto de ser muito solicitada a nível internacional, o que faz com que venha a consolidar uma posição e imagem de destaque, pois apresenta uma relação muito competitiva entre preço, qualidade e prazos de entrega. Assim, Portugal atualmente exporta cerca de 80% da sua produção total, sendo a restante para o consumo nacional. É possível afirmar então, que este setor tem uma forte vocação para a exportação. De facto, o setor português de moldes apresenta um excesso de capacidade, sendo esta escoada para os mercados externos, deste modo, as novas empresas surgem já com uma forte vocação internacional (Cefamol, 2021)

Portugal encontra-se entre os principais fabricantes de moldes a nível mundial, nomeadamente, na área da injeção de plásticos (8º no mundo, 3º na Europa), pelo que exporta cerca 85% da produção total (Cefamol, 2021).

Em 2020, a exportação atingiu um valor de cerca de 566 milhões de euros, sendo o valor total de produção estimado em 666 milhões de euros. As vendas foram efetuadas para 84 mercados/países distintos. É importante ressaltar que se tem vindo a notar um

crescimento nomeadamente de plásticos e componentes muitas vezes impulsionada pelo alargamento da cadeia de valor das empresas de moldes.

Já caracterizada a indústria de moldes no seu geral, é importante caracterizar o seu processo de fabrico.

O molde, segundo a Direção-Geral das Atividades Económicas, na Sinopse de 2018 sobre a indústria dos moldes, consiste num bloco oco que é preenchido com líquido ou material maleável, como por exemplo, plástico, vidro, metal e outros compósitos, onde o líquido endurece no interior do molde e adota a sua forma, tendo em conta que o processo de moldagem mais comum utiliza duas partes de moldagem, com a denominação de bucha e cavidade respetivamente, perfazendo o molde. Segundo Jong *et al.* (2020), aproximadamente, 30 a 40% dos componentes de um molde necessitam de passar por diversos processos de maquinação.

Os valores associados a cada molde refletem, principalmente, as dimensões do molde, onde se pode alcançar valores superiores a 100.000€, dependendo das especificidades envolvidas (Martínez-Mateo *et al.*, 2011). Apesar do valor, é expectável que a vida útil do molde deve ser superior a 100000 peças injetadas (Zabala *et al.*, 2019).

3. METODOLOGIA

3.1. Metodologia de investigação adotada

Neste capítulo serão descritos os procedimentos e as decisões no âmbito da identificação, seleção, processamento e análise das informações correlacionadas com a problemática estabelecida na presente dissertação.

3.1.1. Problemática e questões de investigação

Em virtude do exposto na revisão de literatura, surgiram então as questões iniciais que definem a problemática deste estudo:

- Com base na análise de risco, como selecionar o projeto mais vantajoso a desenvolver na Indústria de Moldes?
- Como resolver o problema da subjetividade inerente à perceção humana, na análise de risco?
- Como medir o impacto associado ao desenvolvimento de novos produtos, em cada um dos domínios de sustentabilidade de uma organização?

3.1.2. Estratégia de investigação adotada

A investigação engloba o trabalho criativo realizado numa base sistemática, de forma a aumentar o conhecimento e a utilizar este conhecimento para estabelecer ou confirmar factos, resolver problemas, desenvolver novas teorias e fornecer soluções inovadoras (Yannis & Nikolaos, 2018)

Deste modo, e para responder às questões apresentadas, foi desenvolvido um processo de análise e consulta da bibliografia existente. De seguida, foram desenvolvidos os conceitos-chave de forma a propor um modelo, com o propósito de responder à problemática suprarreferida. O mesmo modelo foi posteriormente validado, recorrendo para o efeito, à metodologia de estudo de caso.

Deste modo, esta investigação caracteriza-se como sendo do tipo exploratória, seguindo uma lógica dedutiva, uma vez que será fundamentada sobre a literatura existente e deduzidas proposições com recurso a um método que irá apresentar os resultados para suportar as proposições propostas (Ebneyamini & Sadeghi Moghadam, 2018)

Relativamente aos métodos de recolha de dados adotados, estes basearam-se no método por observação direta, bem como na análise documental (Saunders Mark N.K., 2019).

Na escolha da metodologia, o estudo realizado, caracteriza-se como sendo de carácter qualitativo, de forma a examinar a relação e a influência do risco sustentável no desenvolvimento de novos produtos, com recurso a dados qualitativos e quantitativos.

3.2. Descrição do modelo proposto

O setor dos moldes tem em Portugal uma história e tradição de várias décadas, tendo-se sempre caracterizado por uma aposta na inovação, na qualidade, na adaptação ao mercado e no cumprimento dos prazos das encomendas. Afirma-se hoje como uma indústria de futuro, posicionando o nosso país entre os líderes mundiais do setor.

Subsequentemente à elevada importância que a indústria de moldes tem vindo a apresentar no mercado português, sendo um dos sectores mais estruturantes e estratégicos para o desenvolvimento da economia nacional (Cefamol, 2021), surgiu a oportunidade de desenvolver um modelo que permita avaliar e relacionar o risco presente em diversas etapas do desenvolvimento de um novo produto (de acordo com um conjunto de

categorias de risco associados aos requisitos de um projeto), avaliando o impacto nas 3 dimensões da sustentabilidade consideradas.

Na vertente do risco da sustentabilidade serão utilizadas as dimensões económicas, sociais e ambientais, pois segundo a literatura, é necessário que todas as empresas atinjam um equilíbrio nas dimensões/questões económica, social e ambientais de forma a alcançar o sucesso (Sezen & Çankaya, 2019).

Expondo a premissa em estudo, foi necessário desenvolver um modelo que permita relacionar e quantificar o risco entre o desenvolvimento de um projeto n e os domínios de risco presentes na sustentabilidade, que irá representar um risco total do sistema (R_{TS}).

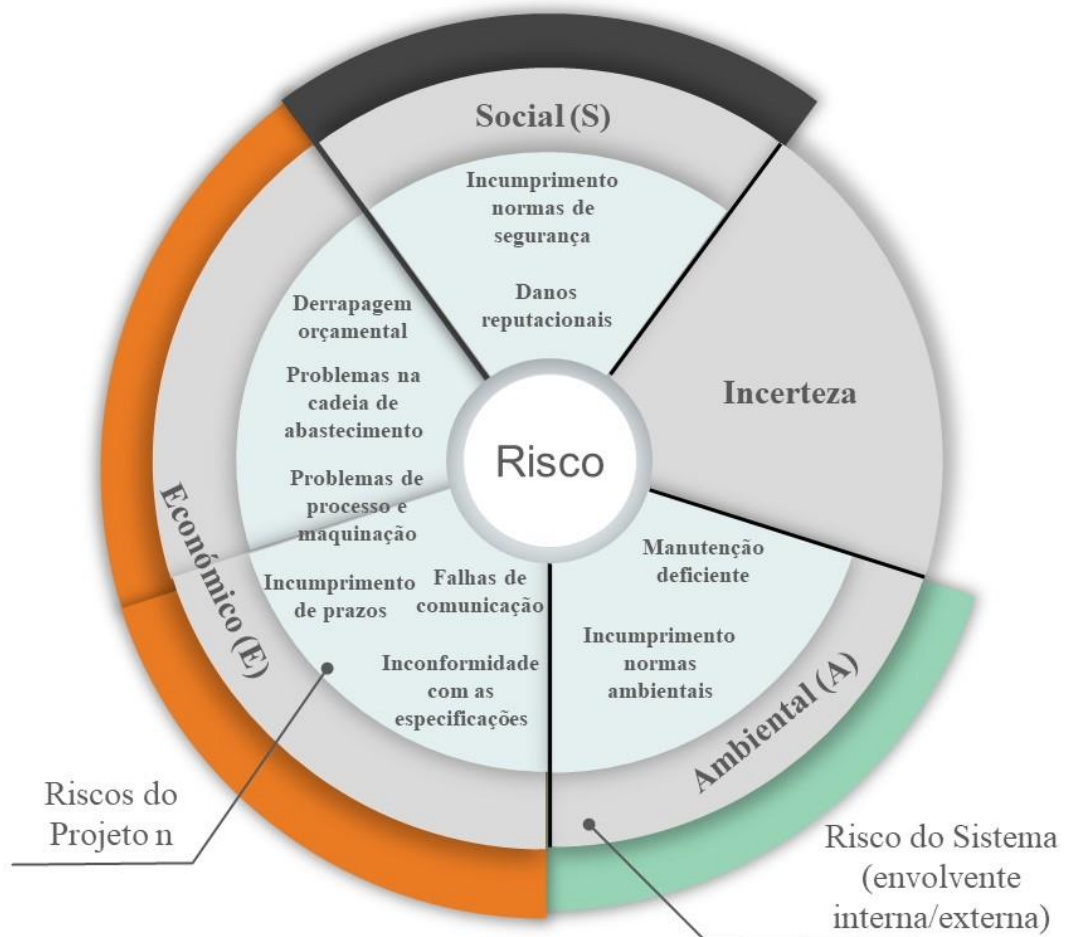


Figura 4 - Metodologia de Risco Adotada

Fonte: Elaboração Própria

Deste modo, o risco associado a cada requisito do projeto pode influenciar o nível de risco do sistema, nos seus diferentes domínios de sustentabilidade, nomeadamente: Económico, Social e Ambiental.

A análise de riscos ocupacionais é comumente focada na identificação dos perigos relacionados ao ambiente de trabalho. No contexto da segurança em processos industriais, seu objetivo principal é antecipar os riscos decorrentes de falhas, desvios ou erros nos sistemas industriais, bem como nas operações, que possam resultar em consequências indesejadas (Koivisto *et al.*, 2009).

Há uma variedade de técnicas de análise de riscos documentadas na literatura. Em relação às instalações industriais, Tixier *et al.* (2002) identificou um total de 62 metodologias distintas que podem ser aplicadas na avaliação de riscos nas organizações. É importante notar que as metodologias usadas para a avaliação de riscos na indústria não são padronizadas. No entanto, elas geralmente abrangem os seguintes elementos:

- Identificação de perigos: Este estágio visa a identificação das causas potenciais de acidentes e os cenários associados a esses perigos. Esses cenários podem incluir incêndios e explosões, que servem como base para a avaliação de riscos.
- Estimação da frequência: Aqui, busca-se determinar a probabilidade de ocorrência de cada cenário de risco, juntamente com a estimativa das consequências associadas a cada um.
- Cálculo do risco: O cálculo do risco envolve a combinação da estimativa da frequência e das consequências de cada cenário. Os resultados são então comparados com critérios de aceitação previamente definidos para determinar a aceitabilidade do risco.

Em suma, e segundo entrevista com um empresário do setor, os riscos dos requisitos do projeto foram categorizados da seguinte forma:

- Incumprimento das normas de segurança – Risco associado a emissões de poluentes pela maquinaria utilizada no processo de fabrico e proteção individual e segurança dos colaboradores.
- Manutenção deficiente – Risco associado a uma manutenção defeituosa das máquinas e ferramentas

- Inconformidade com especificações – Risco de não cumprir as especificações exigidas pelo cliente na área da Engenharia e Desenvolvimento.
- Derrapagem orçamental – Possibilidade de existir uma derrapagem orçamental, resultando em prejuízo.
- Falhas de comunicação - Risco associado a uma má compreensão dos requisitos do cliente por parte dos gestores de projeto. Sendo um molde um protótipo, toda a fase de fabrico é um processo de aprendizagem contínua para o fornecedor e cliente, não bastando o cumprimento das especificações para se ir ao encontro das expectativas do cliente.
- Incumprimento de prazos – Risco de não cumprir com os prazos estipulados no contrato com o cliente.
- Problemas de processo e maquinação – Risco associado a erros técnicos no fabrico do molde ou escolha incorreta da matéria-prima aplicada ao projeto.
- Problemas na cadeia de abastecimento – Risco associado à entrega de matéria-prima e respetivas ferramentas de trabalho.
- Incumprimento de Normas Ambientais - Risco associado ao manuseamento e armazenamento de óleos usados na produção, altamente poluentes.
- Danos reputacionais – Risco associado à imagem de qualidade e confiança do *player* dentro do mercado inserido.

Por fim, foram considerados os seguintes domínios de riscos inerentes à sustentabilidade do sistema:

- Ambiental – Esta dimensão centra-se na preocupação ambiental, onde os recursos naturais devem ser conservados e geridos, pelas empresas, de modo equilibrado e sustentável no tempo através modelos de produção e consumo responsáveis.
- Social - Esta dimensão integrada no conceito global de Sustentabilidade assenta diretamente numa preocupação constante com as pessoas e com as suas condições de vida, em setores como a educação, a saúde, a segurança ou o lazer.

- Económica – A dimensão económica é a terceira alavanca essencial no conceito holístico de sustentabilidade. Integra toda a rede de atividade empresarial, de modo eficaz, baseada nos bons princípios da gestão, gerando riqueza e garantindo uma sustentabilidade económica futura.

3.2.1. Referencial Teórico Lógica Fuzzy

A Teoria de Conjuntos *Fuzzy* surge como uma nova forma de abordar a teoria dos conjuntos clássica, esta teoria foi desenvolvida em 1965 por Lofti Asker Zadeh.

O conceito *fuzzy* pode ser aplicado em situações nas quais não podemos responder apenas sim ou não, como é feito na lógica booleana, que comparada à lógica *fuzzy* torna-se imprecisa, devido a não existir um meio termo. Esta ferramenta funciona através da aplicação de um conjunto de regras de inferência, que com base nos parâmetros previamente definidos, mapeia conjuntos *fuzzy* de entrada em conjuntos *fuzzy* de saída, permitindo representar o comportamento de sistemas complexos ou demasiado imprecisos, atribuindo um nível de risco a cada componente do sistema e ao sistema (Abreu *et al.*, 2018), tendo sido utilizada pela primeira vez na análise da fiabilidade de um sistema em 1983 (Taheri & Zarei, 2011).

Segundo Tanscheit (2004), na teoria clássica dos conjuntos, o conceito de pertença de um elemento a um conjunto fica bem definido através da aplicação da função característica. Por exemplo, considerando um conjunto A integrado num universo X , os elementos podem pertencer ou não ao respetivo conjunto, definido pela função $f_A(x)$.

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{sse } x \in A \\ 0 & \text{sse } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

No seguimento da função apresentada, Zadeh propôs uma caracterização mais ampla desta função, com o intuito de alargar o conjunto dos valores que esta poderia assumir. Desenvolveu a função característica de modo que ela pudesse assumir um número infinito de valores no intervalo $[0,1]$, conhecido como conjunto *Fuzzy*.

Deste modo, um $f(x)$, conjunto *Fuzzy* A pertencente a um universo X , pode ser definido pela função de pertença $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ e representado pelo conjunto de pares ordenados em que $\mu_A(x)$: representa o grau de pertença de um elemento x no conjunto A :

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \quad x \in X \quad (2)$$

Os conjuntos *Fuzzy* podem ser parametrizados em universos contínuos ou discretos:

- Num universo X classificado como discreto e finito, o conjunto *fuzzy* A é normalmente caracterizado por um vetor que contém os graus de pertinência no conjunto A , dos elementos correspondentes de X .

$$\sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \quad (3)$$

- Num universo X classificado como contínuo, o conjunto *Fuzzy* A irá ser representado por uma integral, que assume a mesma notação que o somatório do universo classificado como discreto.

$$\int \frac{\mu_A(x)}{x} dx \quad (4)$$

Em vez das variáveis expressarem valores numéricos, na lógica *Fuzzy* os termos linguísticos são frequentemente utilizados para expressar parâmetros qualitativos. Neste seguimento, uma variável linguística consiste numa variável, cujos valores são conjuntos *fuzzy*, sendo que diversos conceitos podem ser melhor definidos por palavras do que pela matemática, e a lógica *Fuzzy* e sua expressão nos conjuntos *Fuzzy* proporcionam uma instrumento que pode construir modelos mais adequados ao mundo real.

Em geral, os valores das variáveis linguísticas caracterizam-se por palavras associadas a uma linguagem específica, construídas através de termos primários, conectores frásicos, modificadores verbais ou sinais de pontuação (Tanscheit, 2004). Estas variáveis têm como principal função a caracterização sistemática de fenómenos imprecisos ou complexos através de modelos matemáticos convencionais.

Deste modo, as variáveis linguísticas podem ser interpretadas como conjuntos difusos, caracterizadas pelas respetivas funções de pertença, sendo a funções de pertinência definidas a partir da experiência e da intuição do utilizador, apesar de existirem funções de pertinência *standart*, como as de forma triangular, trapezoidal e *Gaussiana*.

Uma das características a ter em consideração durante definição de uma função de pertença é o contexto, variando com a intuição e a noção do observador, uma variável que pertence a um universo X , pode apresentar diferentes graus de pertença num determinado universo. Um exemplo prático passa por considerar diferentes nacionalidades, sendo que um escandinavo provavelmente utilizaria funções de pertinência diferentes daquelas escolhidas por um português, devido à oscilação da estatura média entre cada país.

Posteriormente às funções de pertença e variáveis linguísticas suprarreferidas, é gerado o sistema de interferência *fuzzy* como apresentado na Figura X.

O sistema de Inferência Fuzzy é responsável pelo processo de formulação e mapeamento de uma entrada não-*fuzzy* numa saída, usando para o efeito, a lógica *fuzzy*. A fuzzificação, caracteriza-se como a primeira etapa deste processo na qual é determinado o grau de pertença de cada entrada precisa ou conjuntos de valores, em relação a cada conjunto *fuzzy*.

Na segunda etapa são ativadas e combinadas as regras de inferência previamente definidas, de onde resultam as saídas *fuzzy*, posteriormente agrupadas num único conjunto *fuzzy*. Uma vez obtido o conjunto *fuzzy* de saída, fase de desfuzzificação, é efetuada uma interpretação dessa informação e de acordo com Santos *et al.* (2020) são interpretados os valores obtidos no contexto associado à problemática.

A relevância do conceito descrito prende-se pela capacidade de descrever e manipular informação imprecisa e vaga frequentemente influenciada pela percepção humana na sua análise, melhoria da precisão das ferramentas de análise de risco qualitativas tais como a Matriz de Risco (Probabilidade x Impacto) bem como, permitir a hierarquização dos riscos tendo como vantagem a criação de modelos versáteis e facilmente adaptáveis a diferentes contextos de análise devido à flexibilidade do sistema utilizado (Santos *et al.*, 2020).

3.3. Arquitetura do Modelo

O modelo refletido neste trabalho, caracteriza-se por uma abordagem abrangente que através da Lógica *Fuzzy* considera a ambiguidade e incerteza, relacionadas à percepção humana, na avaliação de risco de um portfólio de n projetos na indústria de moldes.

Na análise em causa, estão presentes 2 níveis de risco:

- Riscos associados aos requisitos de um projeto
- Risco do projeto n no sistema, em geral

Sendo que estes níveis de risco acima mencionadas são analisados qualitativamente e quantitativamente permitindo realizar a avaliação do risco associada ao projeto n , por dimensão de sustentabilidade e o risco total do projeto n .

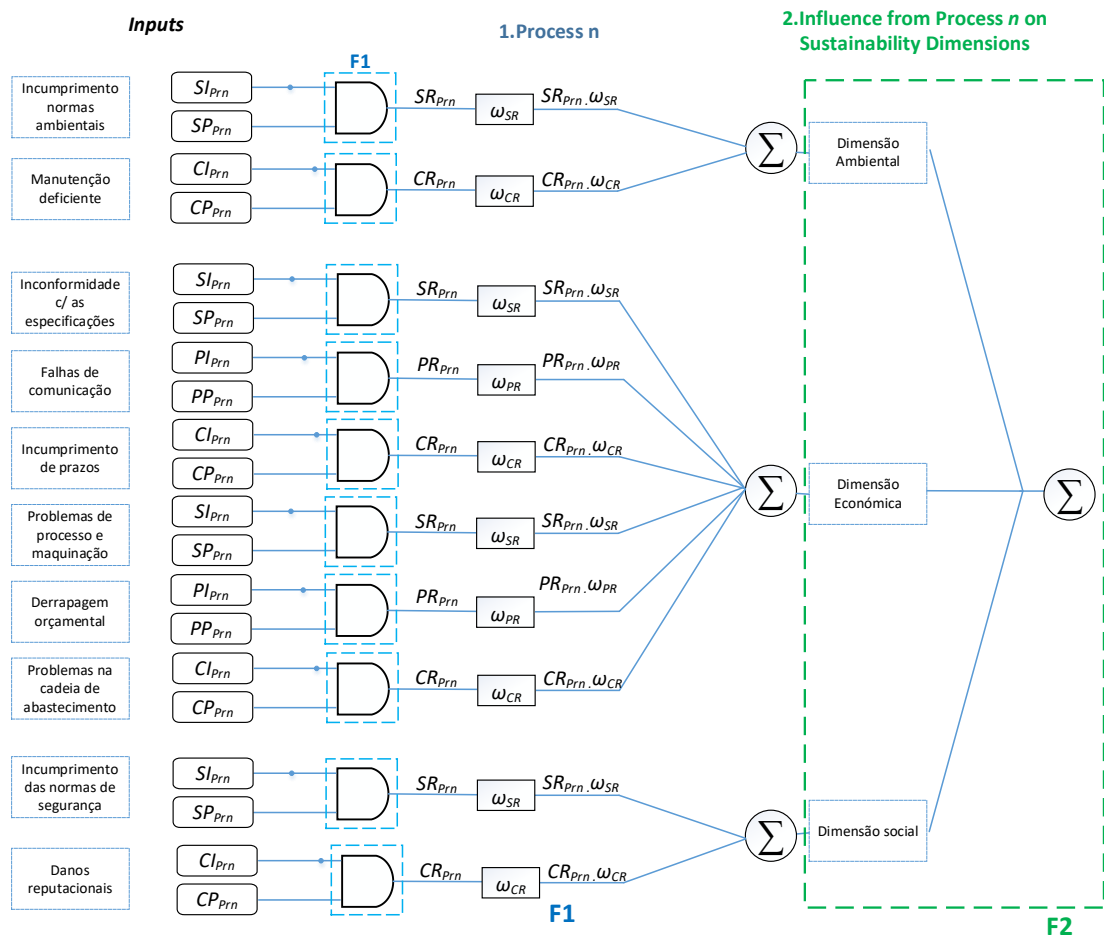


Figura 5 - Modelo Proposto em Visão

Fonte: Elaboração Própria

O primeiro nível de risco delineado pela cor azul, tem como objetivo avaliar o risco associado a diversos requisitos de um projeto n. Assim, para cada categoria de risco do projeto consideradas:

- Incumprimento das normas de segurança (INS);
- Manutenção deficiente (MD);
- Inconformidade com especificações (IS);
- Derrapagem orçamental (DO);
- Falhas de comunicação (FC);
- Incumprimento de prazos (IP);
- Problemas de processo e maquinação (PPM);
- Problemas na cadeia de abastecimento (PCA);

- Incumprimento de Normas Ambientais (INA);
- Danos reputacionais (DR)

Os requisitos do projeto irão ser associadas ao domínio de sustentabilidade pertencentes e irá ser calculado o risco individual de cada um (R), resultante do produto da probabilidade de ocorrência (P) e o impacte esperado da ocorrência (I).

$$R_{INS} = P_{INS} \cdot I_{INS} \quad (5)$$

$$R_{MD} = P_{MD} \cdot I_{MD} \quad (6)$$

$$R_{IS} = P_{IS} \cdot I_{IS} \quad (7)$$

$$R_{DO} = P_{DO} \cdot I_{DO} \quad (8)$$

$$R_{FC} = P_{FC} \cdot I_{FC} \quad (9)$$

$$R_{IP} = P_{IP} \cdot I_{IP} \quad (10)$$

$$R_{PPM} = P_{PPM} \cdot I_{PPM} \quad (11)$$

$$R_{PCA} = P_{PCA} \cdot I_{PCA} \quad (12)$$

$$R_{INA} = P_{INA} \cdot I_{INA} \quad (13)$$

$$R_{DO} = P_{DO} \cdot I_{DO} \quad (14)$$

Uma vez, que os requisitos do projeto n possuem pesos e relevâncias diferentes e estão associados a domínios da sustentabilidade distintos, após calculado o risco associado a cada requisito do projeto, calculou-se o risco associado a cada domínio de sustentabilidade.

$$R_{AMB} = R_{INA} \cdot W_{INA} + R_{MD} \cdot W_{MD} \quad (15)$$

$$R_{ECO} = R_{IS} \cdot W_{IS} + R_{FC} \cdot W_{FC} + R_{IP} \cdot W_{IP} + R_{PPM} \cdot W_{PPM} + R_{DO} \cdot W_{DO} + R_{PCA} \cdot W_{PCA} \quad (16)$$

$$R_{SOC} = R_{INS} \cdot W_{INS} + R_{DR} \cdot W_{DR} \quad (17)$$

Após a atribuição dos pesos a cada dimensão de sustentabilidade, procedemos à soma dos valores obtidos, que resulta no segundo nível de risco e no risco total do sistema.

$$R_{TS} = R_{AMB} \cdot W_{AMB} + R_{ECO} \cdot W_{ECO} + R_{SOC} \cdot W_{SOC} \quad (18)$$

$$1 = W_{AMB} + W_{ECO} + W_{SOC} \quad (19)$$

Os níveis de risco mencionados acima foram obtidos por meio de cada Sistema de Inferência *Fuzzy*, com base em um conjunto de regras de inferência condicionais do tipo " *IF- AND – THEN* ".

As tabelas 4, 5 e 6 representam os cinco níveis de risco para cada variável linguística, juntamente com suas respectivas funções de pertinência. Para a escolha das funções de pertinência a serem usadas, foram selecionadas funções triangulares, que são definidas pelos parâmetros a, b e c descritos nas tabelas.

Tabela 3 - Valores relativos à variável linguística "Probabilidade de ocorrência (P)" e funções de pertinência

Níveis de pertinência	Descrição	Parâmetros Fuzzy [a,b,c]
Raro	A probabilidade do evento ocorrer é ínfima	(0,0,0.2)
Baixo	Não é provável que o evento ocorra mas pode ocorrer	(0,0.2,0.4)
Médio	Existem algumas probabilidades do evento ocorrer	(0.2,0.4,0.6)
Elevado	É provável que o evento ocorra	(0.4,0.6,0.8)
Muito Elevado	É esperado que o evento ocorra.	(0.6,0.8,1)

Tabela 4 - Valores relativos à variável linguística "Nível de Risco (R)" e funções de pertinência

Níveis de pertinência	Descrição	Parâmetros Fuzzy [a,b,c]
Raro	O risco pode ser aceite pois não representa uma ameaça ao projeto/organização e deve ser monitorizado para garantir que o	(0,0,2)
Baixo	O risco pode ser aceite. O controle do risco deve ser realizado com base numa análise de custo-benefício.	(0,2,4)
Médio	O risco deve ser mitigado e a eficiência dos controles deve ser monitorizada.	(2,4,6)
Elevado	Devem ser feitos esforços para mitigar o risco o mais rapidamente possível.	(4,6,8)
Muito Elevado	Devem ser realizadas ações imediatas para mitigar o risco.	(6,8,10)

Tabela 5 - Valores relativos à variável linguística "Impacto Esperado (P)" e funções de pertinência

Níveis de pertinência	Descrição	Parâmetros Fuzzy [a,b,c]
Ínfimo	Impacto insignificante no orçamento do projeto (<2%).	(0,0,2)
Baixo	Baixo impacto no orçamento do projeto (2-5%).	(0,2,4)
Médio	Impacto moderado no orçamento inicial do projeto (5-10%).	(2,4,6)
Elevado	Elevado impacto no orçamento inicial do projeto (10-30%).	(4,6,8)
Muito Elevado	Elevado impacto no orçamento inicial do projeto, tornando o projeto não viável(>30%).	(6,8,10)

Além dos parâmetros apresentados nas Tabelas 3,4 e 5, através do conjunto de intervalos expostos na Tabela 6, será possível proceder à correspondência dos valores linguísticos em numéricos, o que irá permitir a realização de uma análise quantitativa dos resultados obtidos, referentes aos riscos dos requisitos do projeto e ao risco geral do sistema.

Tabela 6 - Tipo de variável utilizada: valores linguísticos e valores numéricos correspondentes

Tipo de variável					
Impacto do ocorrência		Probabilidade da ocorrência		Risco da ocorrência	
Níveis linguísticos	Correspondência numérica	Níveis linguísticos	Correspondência numérica	Níveis linguísticos	Correspondência numérica
Raro	[0,2]	Raro	[0,0,2]	Raro	[0,2]
Baixo	[2,4]	Baixo	[0,2,0,4]	Baixo	[2,4]
Médio	[4,6]	Médio	[0,4,0,6]	Médio	[4,6]
Elevado	[6,8]	Elevado	[0,6,0,8]	Elevado	[6,8]
Muito Elevado	[8,10]	Muito Elevado	[0,8,0,1]	Muito Elevado	[8,10]

Fonte: Elaboração Própria

3.4. Implementação em Software Matlab

Após a arquitetura do modelo demonstrada no ponto anterior, é possível simular o modelo de Inferência Fuzzy com recurso ao programa *MATLAB*®, e em específico à sua ferramenta, *Fuzzy Logic Toolbox™* (designada por *Fuzzy Logic Designer* na versão R2015a).

Este software será utilizado para efetuar o processamento do SIF, introduzindo os inputs associados e recolhendo o output considerado.

Este software apresenta dois sistemas de inferência com o objetivo de realizar a implementação da inferência difusa: *Mamdani* e *Sugeno*, sendo que o método *Mamdani* se caracteriza por ser intuitivo e mais bem-adaptado a inputs provenientes da perceção humana, tendo uma ampla aceitação na literatura (Santos *et al.*, 2020).

Assim, no *Fuzzy Logic Designer* foi implementado o sistema com o método suprarreferido através de funções triangulares, cujos parâmetro correspondem aos demonstrados no subcapítulo “Arquitetura do Modelo”, nas tabelas 4,5,6 e 7.

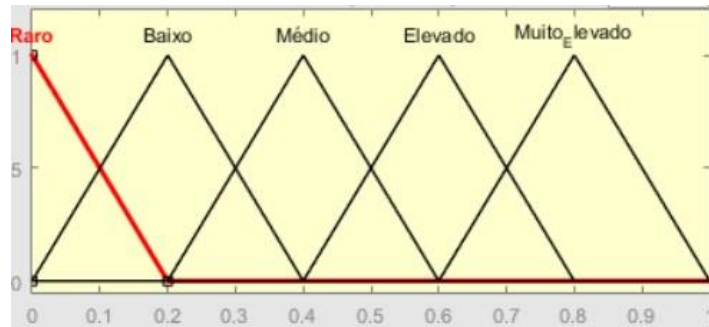


Figura 6 - Função Triangular para Probabilidade

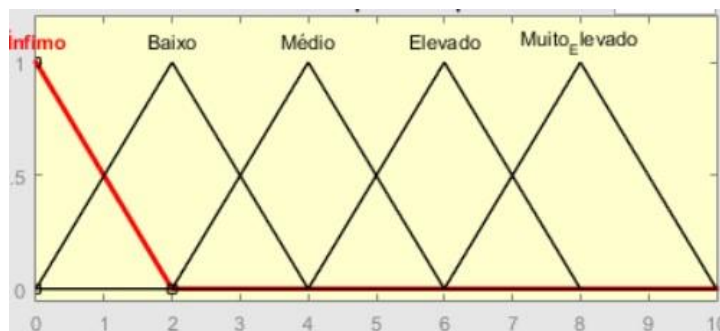


Figura 7 - Função Triangular para Impacto

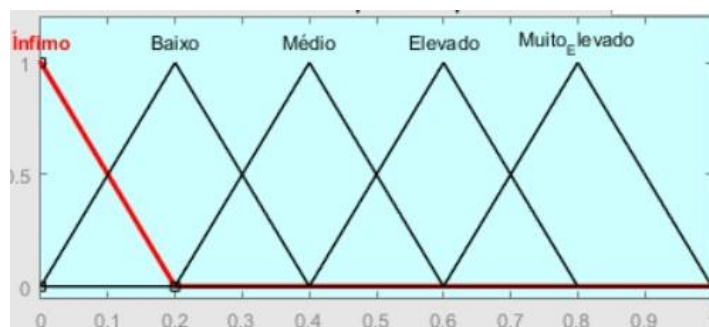


Figura 8 - Função Triangular para Nível de Risco

Relativamente ao sistema, este apresenta como inputs as variáveis linguísticas de probabilidade de ocorrência e o respetivo valor do impacto esperado, de onde resulta o nível de risco do componente.

Quanto ao método de desfuzificação usado, considerou-se o método centroide (*centroid*), por ser o mais usado, para aplicações do género (Abreu *et al.*, 2018). Posteriormente, através do *Membership Function Editor*, são introduzidas e caracterizadas as funções de pertença.

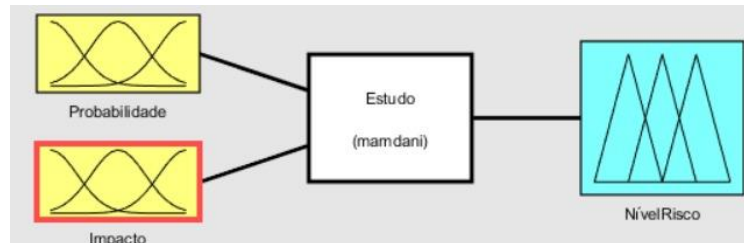


Figura 9 - Implementação em MATLAB

Por fim, e para caracterizar o sistema na íntegra, recorreu-se ao *Rule Editor* e introduz-se as regras de inferência no software.

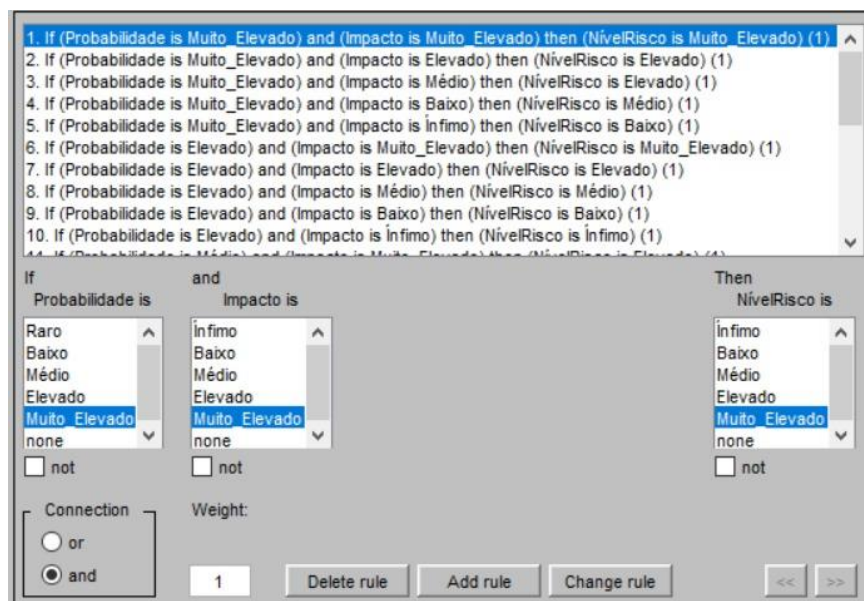


Figura 10 - Operação no Rule Editor do Fuzzy Logic Designer

Assim, e após completada a caracterização do sistema, usando a ferramenta *Surface Viewer*, é possível analisar graficamente os resultados através de superfícies, permitindo medir os diversos outputs resultantes da probabilidade de ocorrência e do seu impacto.

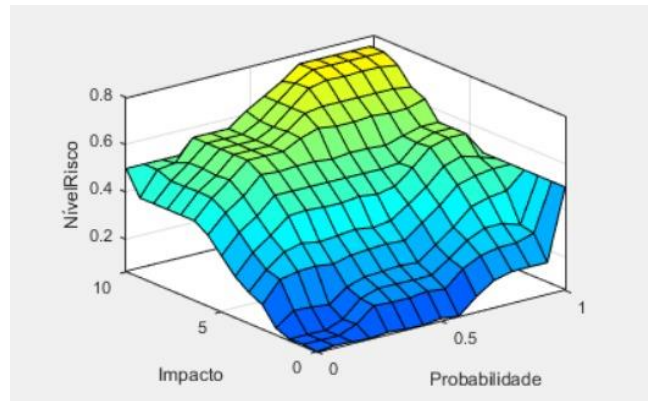


Figura 11 - Operação no Surface Viewer do Fuzzy Logic Designer

Através das superfícies, é possível, obter resultados específicos de uma situação particular, introduzindo os inputs seleccionados e os 5, na interface *Rule Viewer*.

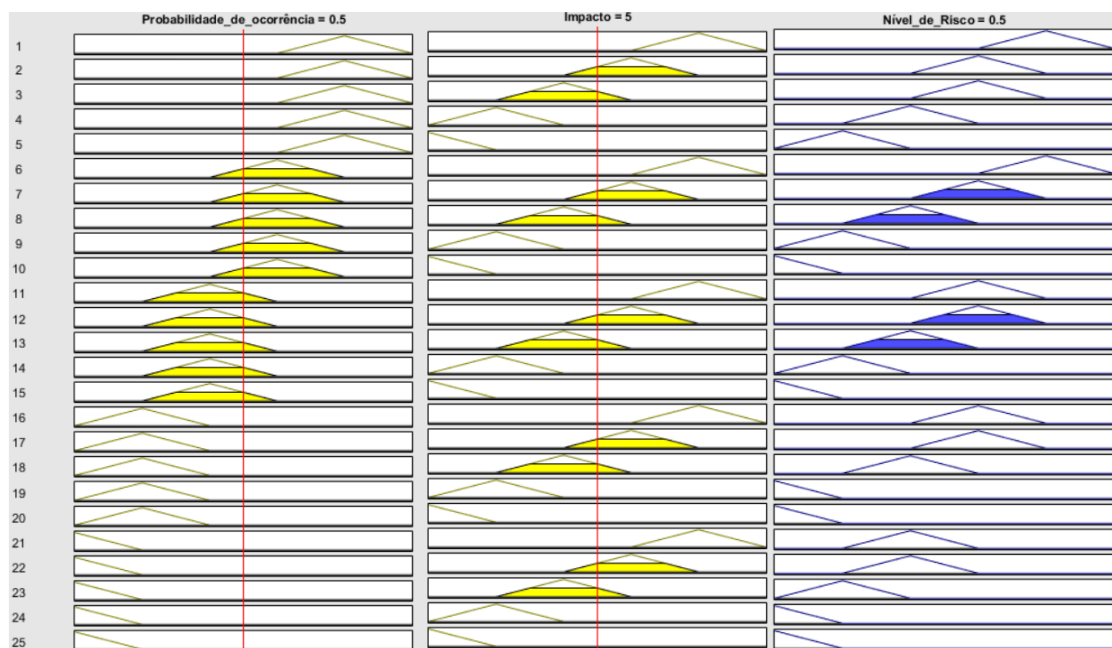


Figura 12 - Operação no Rule Viewer do Fuzzy Logic Designer

4. Apresentação e análise de resultados

A presente dissertação sintetiza a importância da gestão do risco na gestão de projetos na Indústria de Moldes. Tendo como objetivo a aplicabilidade do modelo supra apresentado, que permite que sejam tomadas as melhores decisões, avaliando o potencial risco de 9 projetos para a organização e a afetação que esse risco possui nas 3 dimensões de sustentabilidade consideradas. Tendo a consciência dos riscos e as consequências que

acarretam, mostra-se fulcral que os gestores possuam a informação o mais correta e fiável possível.

O modelo supra apresentado tem como objetivo constituir uma ferramenta de avaliação de risco, que permita ao gestor de projeto e outros envolvidos possuírem informação, caracterizada por variáveis numéricas e/ou linguísticas, com a característica de serem dados suscetíveis de serem integrados nos processos de gestão e no processo de tomada de decisão.

A utilização da Lógica difusa, é sustentada pela avaliação do risco ser um processo realizado pelo ser humano, em que decisões com diferentes graus de importância estão diretamente interligadas e dependentes da subjetividade humana, sendo, portanto, caracterizada pela incerteza e ambiguidade.

A empresa de moldes considerada no caso de estudo, caracteriza-se por uma empresa genérica que possui departamento financeiro, departamento comercial e marketing, departamento de engenharia e projeto, departamento de planeamento do controle, departamento de produção, departamento de exportação e departamento de recursos humanos e possui sinergias com os centros de Investigação, Desenvolvimento e universidades locais, com o objetivo de desenvolver um novo produto/projeto dentro do portfólio de projetos diversificado entre áreas da Indústria de Moldes e detido pela empresa. Este portfólio é apresentado na tabela 7.

Tabela 7 - Portfólio de Projetos

Portfólio	
Nº	Área
1	Automóvel
2	Embalagem
3	Dispositivos Médicos
4	Electrodomésticos
5	Material Elétrico
6	Eletrónica
7	Equipamento de Segurança
8	Mobiliário
9	Aeronáutica

Fonte: Elaboração Própria

O modelo a desenvolver consiste em 10 requisitos de projeto genéricos na Indústria de moldes presentes no desenvolvimento de um novo produto/projeto em qualquer uma das áreas supramencionadas, estando estes incorporados nas respetivas áreas de sustentabilidade, expostas na tabela 8.

Tabela 8 - Requisitos do projeto aplicados no modelo

Nº	Requisitos do projeto	Área de sustentabilidade
1	Inconformidade c/ as especificações	Económica
2	Falhas de comunicação	Económica
3	Incumprimento de prazos	Económica
4	Problemas de processo e maquinação	Económica
5	Derrapagem orçamental	Económica
6	Problemas na cadeia de abastecimento	Económica
7	Manutenção Deficiente	Ambiental
8	Incumprimento Normas Ambientais	Ambiental
9	Incumprimento Normas Segurança	Social
10	Danos Reputacionais	Social

Fonte: Elaboração Própria

O desenvolvimento de um novo produto acarreta conjuntos de risco relacionados com os requisitos do projeto suprarreferidos e com o objetivo de realizar uma análise minuciosa do risco do sistema, será alocado um gestor de risco ao projeto a desenvolver, que terá a responsabilidade de realizar a avaliação de 20 variáveis de entrada do modelo, identificadas nos 2 níveis de risco mencionados.

Recordando a arquitetura do modelo apresentada anteriormente, foi aplicado o sistema de inferência, através da ferramenta *Fuzzy Logic Toolbox™*, disponível no programa *Matlab*. Com o objetivo de simplificar a análise dos resultados, os diversos níveis de risco presentes, foram ilustrados numa tabela, com recurso a uma matriz de cores apresentada na tabela 9 e variáveis linguísticas correspondentes à tabela 6, na qual a intensidade de cor aumenta à medida que o nível de risco aumenta.

Tabela 9 - Matriz de cores do modelo

Matriz de Cores
Muito Elevado
Elevado
Médio
Baixo
Rara

Fonte: Elaboração Própria

O objetivo do primeiro nível de risco, conforme indicado pelo Sistema de Inferência, é avaliar o risco associado a cada requisito do projeto. Com esse objetivo, foi determinada a probabilidade de ocorrência e seu respetivo impacto para cada requisito do projeto, estando os valores qualitativos resultantes apresentados no Anexo I. Ao combinar

o impacto esperado com a probabilidade correspondente de ocorrência para cada categoria de risco, foi possível calcular o risco de cada requisito do projeto.

Analisando os resultados obtidos, verificou-se que o requisito *Incumprimento de Normas Ambientais* apresenta um nível de risco “*Médio*” para a totalidade do portfólio de projetos, no valor de 4 e 5, não sendo num requisito diferenciador, o requisito *Manutenção deficiente um nível de risco “Médio*”, com um risco ligeiramente superior no desenvolvimento de *Dispositivos Médicos, Eletrodomésticos, Material Elétrico e Eletrônica* que apresentam o valor de 6, o requisito *Inconformidade com as Especificações* apresenta um nível de risco “*Elevado*” nos projetos de desenvolvimento *Automóvel e Aeronáutica*, no valor de 8 devido às exigências da sua produção e as altas coimas aplicadas quando as especificações não são cumpridas e um nível de risco “*Médio*” para os restantes projetos presentes no portfólio, o requisito *Derrapagem Orçamental* apresenta um nível de risco “*Médio*”, suportado pela flexibilidade orçamental aplicada, já considerando a possibilidade de existirem alterações, o requisito *Falhas de Comunicação* apresenta um nível de risco “*Baixo*” para todo o portfólio de projetos, no valor de 3, à exceção do desenvolvimento de *Equipamentos de Segurança*, onde o nível de risco é “*Médio*” e possui o valor de 5, o requisito *Problemas de Processo e Maquinação* apresenta um nível de risco “*Elevado*” para todo o portfólio de projetos no valor de 7, à exceção do desenvolvimento de *Equipamento de Segurança e Mobiliário*, onde apresenta um nível de risco “*Médio*”, sendo um dos requisitos mais sensíveis apresentados, relacionado com a produção do molde, o requisito *Problemas na Cadeia de Abastecimento* apresenta um nível de risco “*Médio*” para todo o portfólio de projetos, no valor de 5, à exceção da *Aeronáutica* onde possui um nível de risco “*Baixo*” no valor de 2,73, o requisito *Incumprimento Normas de Segurança* apresenta um nível de risco “*Baixo*” para todo o espectro de projetos, no valor de 2,73, com exceção no desenvolvimento de *Equipamento de Segurança* onde apresenta um nível “*Médio*” e no *Mobiliário* onde apresenta um nível de risco “*Raro*”, no valor de 0,752, por fim, o requisito *Danos Reputacionais* apresenta um nível de risco “*Médio*” para o desenvolvimento *Automóvel e Aeronáutica*, com um risco de 6 e 5, respetivamente, um nível de risco “*Elevado*” para o desenvolvimento de *Embalagens, Dispositivos Médicos, Eletrodomésticos, Material Elétrico e Eletrônica*, no valor de 7 e um nível de risco

“Baixo” para o desenvolvimento de *Equipamento de Segurança e Mobiliário*, no valor de 2,73.

Paralelamente à informação recolhida, foi solicitado ao Gestor de Risco que atribuísse um nível de importância relativa para cada requisito do projeto, referente a cada domínio de sustentabilidade considerado, através da associação de pesos (W_{RP}) a cada requisito do projeto e respetiva associação às dimensões de sustentabilidade. No seguimento do pedido solicitado, observou-se que na dimensão económica os requisitos *Incumprimento de prazos e Problemas de Processo e Maquinação* foram caracterizados como os parâmetros com maior relevância, respetivamente com 40% e 30%. Ao requisito do projeto *Derrapagem Orçamental* foi atribuído uma importância de 17%, que realça uma relevância média e os requisitos *Inconformidade c/ as especificações, Falhas de comunicação e Problemas na cadeia de abastecimento* apresentaram uma importância diminuta, representando um peso de 5%, 5% e 3%, respetivamente.

Na dimensão Ambiental, os requisitos *Incumprimento de Normas Ambientais e Manutenção deficiente* foram caracterizados com o peso de 30% e 70%, respetivamente, na dimensão Social também se caracterizou os requisitos *Incumprimento de Normas Sociais e Risco Reputacionais*, com uma percentagem de 25% e 75%, respetivamente. Desta atribuição resultou o nível de risco de cada projeto segmentado pelas dimensões de sustentabilidade, onde se observou um risco na dimensão económica “Médio” para todos os projetos, com exceção do desenvolvimento de *Eletrodomésticos e Material Elétrico* que apresentam um risco “Elevado”, no valor de 6,35 em ambos os casos, na dimensão ambiental todos os projetos apresentam um nível de risco, de aproximadamente 5, o que reflete um risco “Médio” para todos os projetos presentes no portfólio, na dimensão social e última, observou-se um risco “Médio” para todos os projetos, à exceção do desenvolvimento de *Equipamento de Segurança, Mobiliário* onde o nível de risco apresentado foi “Baixo”, com valores de 3,3 e 2,2, respetivamente

No seguimento da informação solicitada ao Gestor de Risco, foi solicitado que atribuísse um nível de importância relativa a cada dimensão da sustentabilidade, com o objetivo de permitir o cálculo do risco total do projeto, com a maior precisão possível. Deste pedido resultou a composição do risco total do projeto, com uma importância relativa de 70% na dimensão económica, 20% na dimensão Social e 10% na Dimensão Ambiental. Esta atribuição permitiu a obtenção dos resultados presentes no Anexo II,

verificando-se que os projetos com maior risco, são por ordem decrescente: *Automóvel, Embalagem, Dispositivos Médicos, Eletrodomésticos, Material Elétrico, Eletrónica, Equipamento de Segurança, Mobiliário e Aeronáutica*.

Por fim, tendo em consideração todos os riscos dos componentes do sistema e respetiva importância relativa, foi possível avaliar o risco total dos produtos a desenvolver, cujo projeto com menor nível de risco foi a *Aeronáutica*, com um valor de 4,1 no risco total do projeto, o que corresponde a um nível “Médio” de risco, de acordo com a classificação de risco definido para o modelo e dadas as condições associadas ao estudo de caso, aplicado no presente trabalho e os projetos com maior risco foram o desenvolvimento *Automóvel e Embalagem*, com um valor de 6,2 de risco, que corresponde a um nível de risco “Elevado”.

Além disso, foi observado que há uma oportunidade de aprimoramento no projeto de desenvolvimento de automóveis. Como responsável pela gestão de riscos, é crucial abordar os centros de pesquisa e desenvolvimento, aproveitando a colaboração com outras empresas associadas ao cluster de Moldes. O objetivo é compreender as razões associadas ao aumento do risco, especialmente o risco econômico, em uma área que desempenha um papel significativo na indústria de Moldes em Portugal.

Resumidamente, com base nos dados apresentados, cabe ao Gestor de Risco identificar os elementos que apresentam maior risco, determinar a origem desse risco e identificar os parceiros envolvidos. A ideia é estudar maneiras inovadoras de reduzir esse risco, que podem incluir a revisão dos parceiros envolvidos, a prevenção de desvios nos orçamentos ou cronogramas, inclusive antes de iniciar o processo de desenvolvimento de um novo produto.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHO FUTURO

Esta dissertação enfatiza a relevância da gestão de risco no contexto da gestão de projetos de desenvolvimento na Indústria de Moldes. Reconhecendo a necessidade de tomar as melhores decisões, diante de possíveis situações de risco, torna-se crucial que todas as partes envolvidas possuam informação o mais precisa e exata possível sobre os riscos e suas consequências. A consciência detalhada dos riscos associados ao projeto é fundamental para orientar escolhas informadas e estratégias eficazes, proporcionando

uma base sólida para a gestão eficiente de projetos de desenvolvimento, particularmente na Indústria de Moldes

Com o objetivo de responder à primeira e terceira questão apresentada na problemática inicial - " Com base na análise de risco, como selecionar o projeto mais vantajoso a desenvolver na Indústria de Moldes?" e "Como medir o impacto associado ao desenvolvimento de novos produtos, em cada um dos domínios de sustentabilidade de uma organização?", respetivamente – procedeu-se à criação de um modelo que permite realizar uma análise abrangente, tanto quantitativa quanto qualitativa, dos riscos inerentes a cada requisito do projeto ou dos riscos associados ao desenvolvimento de um projeto no contexto de uma empresa de Moldes e ajudar à escolha de um projeto dentro de um portfólio conhecido. Além disso, o modelo desenvolvido permitiu estimar o risco correspondente nas 3 dimensões da sustentabilidade e resolver o desafio da subjetividade humana que está intrinsecamente ligado à perceção da análise de risco.

Respondendo à segunda questão presente na metodologia, "Como resolver o problema da subjetividade inerente à perceção humana, na análise de risco?". Os métodos convencionais de avaliação de riscos são construídos a partir da análise da probabilidade de ocorrência e do impacto associado ao produto em desenvolvimento. Geralmente, esses dados são obtidos por meio de pesquisas e inquéritos. No entanto, para minimizar a subjetividade intrínseca à perceção humana, uma abordagem alternativa foi adotada, que utiliza técnicas fundamentadas em lógica difusa (*Fuzzy*) e inteligência artificial. Dessa forma, a análise de riscos é realizada de maneira mais objetiva e precisa, utilizando métodos avançados para lidar com a complexidade das variáveis envolvidas.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de incorporar no modelo desenvolvido não apenas os riscos inerentes às ameaças, mas também a possibilidade de surgirem oportunidades significativas, adaptados à dimensão da empresa. Por exemplo, isso poderia incluir o surgimento de novas tecnologias que possibilitam melhorias no desempenho de um determinado requisito do projeto nas PME's. Integrar essa perspectiva de oportunidades por dimensão da empresa no modelo de análise de risco permitiria uma abordagem mais holística e abrangente na gestão de projetos de desenvolvimento, possibilitando que as organizações estejam preparadas não apenas para enfrentar desafios, mas também para capitalizar com novas e promissoras possibilidades que possam surgir durante a execução do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A., Martins, J. D. M., & Calado, J. M. F. (2018). Fuzzy logic model to support risk assessment in innovation ecosystems. *13th APCA International Conference on Control and Soft Computing, CONTROLO 2018 - Proceedings*, 104–109. <https://doi.org/10.1109/CONTROLO.2018.8514281>
- Andersen, T. J., Sax, J., & Giannozzi, A. (2022). Conjoint effects of interacting strategy-making processes and lines of defense practices in strategic Risk Management: An empirical study. *Long Range Planning*, 55(6). <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102164>
- ANSI. (2020). *ISO 21502:2020 - Project, programme and portfolio management — Guidance on project management*.
- Armenia, S., Rosa Pompei, D., Nonino, F., & Pompei, A. (2019). Sustainable Project Management: A Conceptualization-Oriented Review and a Framework Proposal for Future Studies. *Sustainability*. <https://sci-hub.mkxa.top/10.3390/su11092664#>
- Bashannyk, V., Buryk, Z., Kokhan, M., Vlasenko, T., & Skryl, V. (2020). Financial, economic and sustainable development of states within the conditions of industry 4.0. *International Journal of Management*, 11(4), 406–413. <https://doi.org/10.34218/IJM.11.4.2020.040>
- Bhanot, N., Rao, P. V., & Deshmukh, S. G. (2017). An integrated approach for analysing the enablers and barriers of sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4412–4439. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.123>
- Boakye, D. J., Tingbani, I., Ahinful, G. S., & Nsor-Ambala, R. (2021). The relationship between environmental management performance and financial performance of firms listed in the Alternative Investment Market (AIM) in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124034>
- Bonnal, P., Gourc, D., & Lacoste, G. (2002). The Life Cycle of Technical Projects. *Project Management Journal*, 33(1), 12–19. <https://doi.org/10.1177/875697280203300104>
- Carvalho, A., Mimoso, A. F., Mendes, A. N., & Matos, H. A. (2014). From a literature review to a framework for environmental process impact assessment index. *Journal of Cleaner Production*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.010>
- CEFAMOL. (2021). *Indústria Portuguesa de Moldes - Relatório de 2021*.
- Chapman, C., & Ward, S. (2003). Project Risk Management: Processes, Techniques, and Insights. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 49, Issue 7). <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600022>

- Chawla, V. K., Chanda, A. K., Angra, S., & Chawla, G. R. (2018). Sustainable project management: A review and future possibilities. *Journal of Project Management*, 3. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2018.2.001>
- Choi, J., Kim, B., Han, C. H., Hahn, H., Park, H., Yoo, J., & Jeong, M. K. (2021). Methodology for assessing the contribution of knowledge services during the new product development process to business performance. *Expert Systems with Applications*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113860>
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate Idea-to-Launch Process – Update, What’s New and NexGen Systems Product Innovation Best Practices Series Perspective: The Stage-Gate Idea-to-Launch Process – Update, What’s New and NexGen Systems. *J. Product Innovation Management*, 25(3), 213–232.
- Cooper, R. G. (2014). What’s next? After stage-gate. *Research Technology Management*, 57(1), 20–31. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>
- Corrêa, R. de S., de Oliveira, U. R., Abdalla, M. M., & Fernandes, V. A. (2022). Systematic literature review on sustainable products: Impact on organizations, research opportunities and future perspectives. *Cleaner Waste Systems*, 1(March). <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100003>
- Cunha, G. D. (2008). A Evolução dos Modos de Gestão do Desenvolvimento de Produtos. *Produto & Produção*, 9(2). <https://doi.org/10.22456/1983-8026.4346>
- Demartini, M., Evans, S., & Tonelli, F. (2019). Digitalization technologies for industrial sustainability. *Procedia Manufacturing*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.032>
- Dias, A. (2019). Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos: Metodologias e Ferramentas. In *Coleção Caminhos do Conhecimento* (Vol. 7)
- Ebneyamini, S., & Sadeghi Moghadam, M. R. (2018). Toward Developing a Framework for Conducting Case Study Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1177/1609406918817954>
- Económica, D.G. (2018). Sinopse Indústria de Moldes. In 2018.
- Enyoghasi, C., & Badurdeen, F. (2021). Industry 4.0 for sustainable manufacturing: Opportunities at the product, process, and system levels. *Resources, Conservation and Recycling*, 166(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105362>
- Gharajeh, M. S., & Jond, H. B. (2020). Hybrid Global Positioning System Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System based autonomous mobile robot navigation. *Robotics and Autonomous Systems*, 134, 103669. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103669>

- Gomes, J., & Romão, M. (2016). Improving Project Success: A Case Study Using Benefits and Project Management. *Procedia Computer Science*, 100, 489–497. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.187>
- Gupta, S., Dangayach, G. S., Singh, A. K., & Rao, P. N. (2015). Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Evaluating Sustainable Manufacturing Practices in Indian Electrical Panel Industries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 189, 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.03.216>
- Habibi, F., Taghipour Birgani, O., Koppelaar, H., & Radenović, S. (2018). Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT). *Journal of Project Management*, 3. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2018.4.002>
- Hyväri, I. (2016). Roles of Top Management and Organizational Project Management in the Effective Company Strategy Implementation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, October 2015. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.168>
- Jayaraman, V., Singh, R., & Anandnarayan, A. (2012). Impact of sustainable manufacturing practices on consumer perception and revenue growth: An emerging economy perspective. *International Journal of Production Research*, 50(5), 1395–1410. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.571939>
- Jong, W. R., Chen, H. T., Lin, Y. H., Chen, Y. W., & Li, T. C. (2020). The multi-layered job-shop automatic scheduling system of mould manufacturing for Industry 3.5. *Computers and Industrial Engineering*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106797>
- Kabeyi, J. M. B. (2019). Evolution of Project Management, Monitoring and Evaluation, with Historical Events and Projects that Have Shaped. *Article in International Journal of Science and Research*, 8(12). <https://www.researchgate.net/publication/337744504>
- Kabir, S., & Papadopoulos, Y. (2018). A review of applications of fuzzy sets to safety and reliability engineering. *International Journal of Approximate Reasoning*, 100, 29–55. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2018.05.005>
- Karl T. Ulrich, & Steven D.Eppinger. (2016). Product design and development. In *PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT*. https://doi.org/10.2166/9781789061840_0019
- Kerzner, H. (2010). Project Management - A Systems approach to planning, scheduling and control. In *Patent Project Management*. <https://doi.org/10.1115/1.859643>
- Khodadadzadeh, T. (2016). Green building project management: obstacles and solutions for sustainable development. *Journal of Project Management*, 1(10), 21–26. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2017.1.003>

- Koivisto, R., Wessberg, N., Eerola, A., Ahlqvist, T., Kivisaari, S., Myllyoja, J., & Halonen, M. (2009). Integrating future-oriented technology analysis and risk assessment methodologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(9), 1163–1176. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.07.012>
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 508–517. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>
- Machado, C. G., Winroth, M. P., & Ribeiro da Silva, E. H. D. (2020). Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1462–1484. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
- Marcelino-Sádaba, S., González-Jaen, L. F., & Pérez-Ezcurdia, A. (2015). Using project management as a way to sustainability. from a comprehensive review to a framework definition. *Journal of Cleaner Production*, 99, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.020>
- Martínez-Mateo, I., Carrión-Vilches, F. J., Sanes, J., & Bermúdez, M. D. (2011). Surface damage of mold steel and its influence on surface roughness of injection molded plastic parts. *Wear*, 271(9–10), 2512–2516. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2010.11.054>
- Marzi, G. (2022). On the nature, origins and outcomes of Over Featuring in the new product development process. *Journal of Engineering and Technology Management*, 64(December 2021). <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2022.101685>
- Mat Aron, N. S., Khoo, K. S., Chew, K. W., Show, P. L., Chen, W. H., & Nguyen, T. H. P. (2020). Sustainability of the four generations of biofuels – A review. *International Journal of Energy Research*, 44(12). <https://doi.org/10.1002/er.5557>
- MathWorks. (2014). *Statistics Toolbox™ User's Guide R 2018 a* (p. 5700). www.mathworks.com
- Matos, S., & Lopes, E. (2013). Prince2 or PMBOK – A Question of Choice. *Procedia Technology*, 9, 787–794. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.087>
- Millar, H. H., & Russell, S. N. (2011). The adoption of sustainable manufacturing practices in the Caribbean. *Business Strategy and the Environment*, 20(8), 512–526. <https://doi.org/10.1002/bse.707>
- Morgan, T., & Anokhin, S. A. (2020). The joint impact of entrepreneurial orientation and market orientation in new product development: Studying firm and environmental contingencies. *Journal of Business Research*, 113(July 2019), 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.019>

- Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/su10010247>
- Nordin, N., Ashari, H., & Rajemi, M. F. (2014). A Case Study of Sustainable Manufacturing Practices. *Journal of Advanced Management Science*, 2(1). <https://doi.org/10.12720/joams.2.1.12-16>
- Papke-Shields, K. E., & Boyer-Wright, K. M. (2017). Strategic planning characteristics applied to project management. *International Journal of Project Management*, 35(2), 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.015>
- Parente, T. C., & Fischer, A. L. (2014). Humanos e sustentabilidade como tema emergente: Uma análise bibliométrica - Revista ALCANCE - Disponível em: Tobias Coutinho Parente e André Luiz Fischer. *Revista Alcance*.
- PMBOK® Guide. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK Guide Seventh Edition and The Standard for Project Management. In *Project Management Institute, Inc.*
- Rocha, J., Oliveira, S., & Capinha, C. (2020). Risk Management and Assessment. In *Risk Management and Assessment*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83256>
- Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. (2012). Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs. *Sustainability*, 4(2), 154–174. <https://doi.org/10.3390/su4020154>
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>
- Salvado, M. F., Azevedo, S. G., Matias, J. C. O., & Ferreira, L. M. (2015). Proposal of a sustainability index for the automotive industry. *Sustainability (Switzerland)*, 7(2), 2113–2144. <https://doi.org/10.3390/su7022113>
- Santos R., Abreu A., Calado, J. M. F., Soares J. M., Martins J. D. M., & Anes V. (2021). A Fuzzy Based Model to Assess the Influence of Project Risk on Corporate Behavior. In Gonçalves J. A., Braz-César M., & Coelho J. P. (Eds.), *CONTROLO 2020. Lecture Notes in Electrical Engineering*, Vol. 695 (pp. 383- 393). Berlin: Springer.
- Santos, R., Abreu, A., Dias, A., Calado, J. M. F., Anes, V., & Soares, J. (2020). A framework for risk assessment in collaborative networks to promote sustainable systems in innovation ecosystems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/su12156218>

- Santos, R., Abreu, A., Calado, J. M. F., & Anes, V. (2019). An Approach Based on Fuzzy Logic, to Improve Quality Management on Research and Development Centres. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3387168.3387232>
- Sartal, A., Bellas, R., Mejías, A. M., & García-Collado, A. (2020). The sustainable manufacturing concept, evolution, and opportunities within Industry 4.0: A literature review. *Advances in Mechanical Engineering*, 12(5). <https://doi.org/10.1177/1687814020925232>
- Saunders, M., Thornhill, A., & Lewis, P. (2019). Research Methods For Business Students. In *Pearson*. <https://doi.org/10.1093/oed/7394538181>
- Saxena, P., Stavropoulos, P., Kechagias, J., & Salonitis, K. (2020). Sustainability assessment for manufacturing operations. *Energies*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/en13112730>
- Serpella, A. F., Ferrada, X., Howard, R., & Rubio, L. (2014). Risk Management in Construction Projects: A Knowledge-based Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 653–662. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.073>
- Sezen, B., & Çankaya, S. (2019). Effects of green supply chain management practices on sustainability performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 98–121. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0099>
- Shankar, K. M., Kumar, P. U., & Kannan, D. (2016). Analyzing the drivers of advanced sustainable manufacturing systems using AHP approach. *Sustainability*, 8(8), 1–10. <https://doi.org/10.3390/su8080824>
- Shibani, A., Hasan, D., Saaifan, J., Sabboubbeh, H., Eltaip, M., Saidani, M., & Gherbal, N. (2022). Financial risk management in construction projects. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.05.001>
- Silvius, A. J. G., & Schipper, R. P. J. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social Business*, 4(1), 63–96. <https://doi.org/10.1362/204440814x13948909253866>
- Sony, M., & Naik, S. (2019). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213–2232.
- Taheri, S. M., & Zarei, R. (2011). Bayesian system reliability assessment under the vague environment. *Applied Soft Computing Journal*, 11(2), 1614–1622. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.04.021>

- Tanscheit, R. (2004). Sistemas Fuzzy. In *Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia, Universidade Católica do Rio de Janeiro*.
<https://doi.org/10.1093/carcin/12.7.1319>
- Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D (2002). Review of sixty two risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 15 (4), 291-303
- Vargas, D. B., & Campos, L. (2023). *Risk Management: A Parallel Between ISO 31000 and the PMBOK Guide (2017)*. 2018, 1474–1483.
<https://doi.org/10.46254/an12.20220285>
- Vargas, L. M. (2016). Gestão Ágil de Projetos em Desenvolvimento de Software: Um Estudo Comparativo sobre a Aplicabilidade do Scrum em Conjunto com PMBOK e/ou PRINCE2. *Revista de Gestão e Projetos*, 07(03), 48–60.
- Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F., & Verbruggen, A. (2014). Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability*, 6(9), 5512–5534.
<https://doi.org/10.3390/su6095512>
- Yannis, P., & Nikolaos, B. (2018). Quantitative and Qualitative Research in Business Technology: Justifying a Suitable Research Methodology. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 7(1), 91–105.
- Zabala, B., Fernandez, X., Rodriguez, J. C., López-Ortega, A., Fuentes, E., Bayón, R., Igartua, A., & Girot, F. (2019). Mechanism-based wear models for plastic injection moulds. *Wear*, 440–441. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2019.203105>

Anexos

Anexo I – Resultados obtidos da aplicação do Sistema de Inferência Fuzzy

Entradas	Portfólio	P _{INA}	I _{INA}	P _{MD}	I _{MD}	P _{IS}	I _{IS}	P _{DO}	I _{DO}	P _{FC}	I _{FC}	P _{IP}	I _{IP}	P _{PPM}	I _{PPM}	P _{PCA}	I _{PCA}	P _{INS}	I _{INS}	P _{DR}	I _{DR}
		1	Automóvel	Green	Red	Yellow	Orange	Red	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow
2	Embalagem	Green	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Red
3	Dispositivos Médicos	Green	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Red
4	Electrodomésticos	Green	Orange	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Red
5	Material Elétrico	Green	Orange	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Red
6	Eletrónica	Green	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Red
7	Equipamento de Segurança	Green	Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Red	Yellow	Yellow
8	Mobiliário	Green	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow
9	Aeronáutica	Green	Red	Green	Orange	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange

Saídas	Portfólio	R _{INA}	R _{MD}	R _{IS}	R _{DO}	R _{FC}	R _{IP}	R _{PPM}	R _{PCA}	R _{INS}	R _{DR}
		1	Automóvel	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange
2	Embalagem	Orange	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Red
3	Dispositivos Médicos	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Red
4	Electrodomésticos	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Red
5	Material Elétrico	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Red
6	Eletrónica	Orange	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Red
7	Equipamento de Segurança	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow
8	Mobiliário	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Yellow
9	Aeronáutica	Orange	Orange	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Orange

Anexo II – Riscos obtidos da aplicação do Sistema de Inferência Fuzzy

Portfólio	30,0%	70,0%	5,0%	17,0%	5,0%	40,0%	30,0%	3,0%	25,0%	75,0%	70,0%	10,0%	20,0%	R _T
	R _{INA}	R _{MD}	R _{IS}	R _{DO}	R _{FC}	R _{IP}	R _{PPM}	R _{PCA}	R _{INS}	R _{DR}	R _{ECO}	R _{AMB}	R _{SOC}	
1	5	5	8	5	3	5	7	5	2,73	6	5,65	5	5,1825	5,4915
2	5	6	5	5	3	2,73	7	5	2,73	7	4,59	5,7	5,9325	4,9709
3	5	6	5	5	3	2,73	7	5	2,73	7	4,59	5,7	5,9325	4,9709
4	4	6	6	5	3	7	7	5	2,73	7	6,35	5,4	5,9325	6,1715
5	4	6	6	5	3	7	7	5	2,73	7	6,35	5,4	5,9325	6,1715
6	5	6	5	5	3	2,73	7	5	2,73	7	4,59	5,7	5,9325	4,9709
7	5	4	5	5	5	5	4	5	5	2,73	4,70	4,3	3,2975	4,3795
8	5	4	5	5	2,73	5	4	5	0,752	2,73	4,59	4,3	2,2355	4,08765
9	5	4	8	4	3	5	7	2,73	2,73	5	5,41	4,3	4,4325	5,10483

Anexo III – Regras de Inferência

1. If (Probabilidade_de_ocorrência is Muito_Elevado) and (Impacto is Muito_Elevado) then (Nível_de_Risco is Muito_Elevado) (1)
2. If (Probabilidade_de_ocorrência is Muito_Elevado) and (Impacto is Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
3. If (Probabilidade_de_ocorrência is Muito_Elevado) and (Impacto is Médio) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
4. If (Probabilidade_de_ocorrência is Muito_Elevado) and (Impacto is Baixo) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
5. If (Probabilidade_de_ocorrência is Muito_Elevado) and (Impacto is Ínfimo) then (Nível_de_Risco is Baixo) (1)
6. If (Probabilidade_de_ocorrência is Elevado) and (Impacto is Muito_Elevado) then (Nível_de_Risco is Muito_Elevado) (1)
7. If (Probabilidade_de_ocorrência is Elevado) and (Impacto is Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
8. If (Probabilidade_de_ocorrência is Elevado) and (Impacto is Médio) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
9. If (Probabilidade_de_ocorrência is Elevado) and (Impacto is Baixo) then (Nível_de_Risco is Baixo) (1)
10. If (Probabilidade_de_ocorrência is Elevado) and (Impacto is Ínfimo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)
11. If (Probabilidade_de_ocorrência is Médio) and (Impacto is Muito_Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
12. If (Probabilidade_de_ocorrência is Médio) and (Impacto is Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
13. If (Probabilidade_de_ocorrência is Médio) and (Impacto is Médio) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
14. If (Probabilidade_de_ocorrência is Médio) and (Impacto is Baixo) then (Nível_de_Risco is Baixo) (1)
15. If (Probabilidade_de_ocorrência is Médio) and (Impacto is Ínfimo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)
16. If (Probabilidade_de_ocorrência is Baixo) and (Impacto is Muito_Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)

17. If (Probabilidade_de_ocorrência is Baixo) and (Impacto is Elevado) then (Nível_de_Risco is Elevado) (1)
18. If (Probabilidade_de_ocorrência is Baixo) and (Impacto is Médio) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
19. If (Probabilidade_de_ocorrência is Baixo) and (Impacto is Baixo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)
20. If (Probabilidade_de_ocorrência is Baixo) and (Impacto is Ínfimo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)
21. If (Probabilidade_de_ocorrência is Raro) and (Impacto is Muito_Elevado) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
22. If (Probabilidade_de_ocorrência is Raro) and (Impacto is Elevado) then (Nível_de_Risco is Médio) (1)
23. If (Probabilidade_de_ocorrência is Raro) and (Impacto is Médio) then (Nível_de_Risco is Baixo) (1)
24. If (Probabilidade_de_ocorrência is Raro) and (Impacto is Baixo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)
25. If (Probabilidade_de_ocorrência is Raro) and (Impacto is Ínfimo) then (Nível_de_Risco is Ínfimo) (1)

Anexo IV – Errata

Página	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
10	23	organizações e sociedade (Marcelino-Sádaba <i>et al.</i> , 2015) e na eficiência dos processos	organizações, sociedade e na eficiência dos processos (Marcelino-Sádaba <i>et al.</i> , 2015)
17	8	técnicas de gestão atividades	técnicas de gestão
24	9	80%	85%
28	14	estágio	estado
28	18	busca-se	procura-se
31	14	uma	um
35	2	Fuzzy	<i>Fuzzy</i>
39	2	inputs selecionados e os 5	inputs selecionados
44	16	econômico	económico