

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Desenvolvimento de um Modelo de Avaliação de Fornecedores na Indústria da Construção

MAFALDA SOFIA ASSUNÇÃO GUEDES DE BRITO CARREIRA

(Licenciada em Engenharia de Construção e Reabilitação)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia de Gestão Industrial

Orientador:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor Vitor Manuel Rodrigues Anes

Vogais:

Doutor Duarte Nuno Caldeira Cordeiro Dinis

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Junho de 2024



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica

Desenvolvimento de um Modelo de Avaliação de Fornecedores na Indústria da Construção

MAFALDA SOFIA ASSUNÇÃO GUEDES DE BRITO CARREIRA
(Licenciada em Engenharia de Construção e Reabilitação)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia de Gestão Industrial

Orientador:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor Vitor Manuel Rodrigues Anes

Vogais:

Doutor Duarte Nuno Caldeira Cordeiro Dinis

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Junho de 2024

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha imensa gratidão à minha mãe, que foi meu apoio constante ao longo desse percurso, apoiando-me incondicionalmente e incentivando-me com sua dedicação incomparável. Às minhas filhas, que demonstraram grande paciência diante das minhas ausências enquanto estudante, e não posso deixar de agradecer ao meu padrasto por sua dedicação e compreensão, que tornaram possível a conclusão desta etapa.

Meu pai, minha estrela-guia que sempre me acompanha de longe, é responsável por grande parte do que sou e da paixão que tenho pela minha profissão.

Agradeço também ao meu orientador e professor, Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu, por seu apoio próximo, dedicação incansável e por sempre me deixar tomar minhas próprias decisões, sendo um verdadeiro impulsionador deste trabalho.

Da mesma forma, gostaria de expressar minha gratidão a todos os Professores do ISEL que lecionaram neste curso de mestrado, cujas contribuições e os conhecimentos partilhados serão, sem dúvida, de grande utilidade para o desenvolvimento da minha carreira profissional.

Aos meus amigos e colegas, agradeço pela amizade, carinho, companheirismo e apoio que me proporcionaram ao longo destes anos.

Por fim, mas não menos importante, expresso minha profunda gratidão à empresa CCivil Construção Civil, LDA, um dos melhores empregadores que conheço, por seu constante apoio, estímulo e compreensão diante das minhas ausências. Igualmente a todos os colegas que me ajudaram e motivaram para que alcançasse os meus objetivos. Esta ajuda foi fundamental no meu percurso.

A todos, meu sincero obrigado e minha eterna gratidão.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro que esta(e) dissertação / trabalho de projeto / relatório de estágio é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes listadas nas referências bibliográficas foram consultadas e estão devidamente mencionadas no texto. Mais declaro que todas as referências científicas e técnicas relevantes para o desenvolvimento do trabalho estão devidamente citadas e constam das referências bibliográficas.

O autor

Lisboa, junho de 2024

RESUMO

Desenvolvimento de um Modelo de Avaliação de Fornecedores na Indústria da Construção

A seleção de fornecedores é uma das atividades mais importantes no âmbito do processo de estratégia de aquisição, tendo como objetivo principal promover a eficiência no processo de seleção dos futuros fornecedores. A gestão de fornecedores na Indústria da Construção Civil ao longo dos anos tornou-se num elemento fundamental para o desempenho das empresas neste setor, o qual se apresenta cada vez mais competitivo e extremamente agressivo nas suas negociações. Assim, torna-se fundamental a realização de um processo eficaz na seleção de fornecedores e parceiros de negócio. À sua complexidade de requisitos e à extensa cadeia de fornecedores existentes, soma-se a necessidade de competitividade em termos de custos, qualidade e prazos.

Esta dissertação tem como objetivo selecionar um modelo de avaliação de fornecedores, capaz de dar resposta às necessidades desta indústria, baseando-se nos principais critérios identificados nas literaturas ao longo dos anos. Os métodos a serem desenvolvidos incorporam as principais abordagens historicamente utilizadas, além da argumentação teórica e dos critérios identificados como essenciais

É também apresentada nesta dissertação uma visão geral da tomada de decisão, assim como os processos inerentes e de multicritério. Os critérios de avaliação utilizados para a seleção de fornecedores serão relacionados com os principais problemas de seleção identificados nas literaturas, com base nos métodos e critérios utilizados ao longo dos anos.

No final, os modelos serão aplicados a um caso real na indústria da construção civil, com base no estudo efetuado sobre métodos, critérios e níveis de importância identificados, permitindo assim retirar contributos importantes na aplicação dos mesmos, tendo como objetivo principal obter o melhor resultado na seleção do fornecedor

Palavras-Chave:

Estratégia de Aquisição, Avaliação de Fornecedores, Critérios de Avaliação, Tomada de decisão, AHP, PROMETHEE I e II

ABSTRACT

Development of a Supplier Assessment Model in the Construction Industry

Supplier selection is one of the most crucial activities within the scope of the Procurement Strategy process, aiming primarily to enhance efficiency in the selection of future suppliers. Supplier management in the Construction Industry has become a fundamental element for the performance of companies in this sector over the years, which is increasingly competitive and extremely aggressive in its negotiations. Therefore, the implementation of an effective process in the selection of suppliers and business partners becomes essential. In addition to the complexity of requirements and the extensive existing supplier chain, there is the need for competitiveness in terms of costs, quality, and deadlines.

This dissertation aims to choose a supplier evaluation model capable of addressing the needs of this industry, based on the key criteria identified in the literature over the years. The methods to be developed incorporate the main historically used approaches, along with theoretical argumentation and identified essential criteria.

This dissertation also provides an overview of decision-making, as well as the inherent and multicriteria processes. The evaluation criteria used for supplier selection will be related to the main selection problems identified in the literature, based on the methods and criteria used over the years.

In the end, the models will be applied to a real case in the construction industry, based on the study conducted on identified methods, criteria, and levels of importance. This allows for extracting significant contributions in their application, with the primary goal of achieving the best result in supplier selection.

Keywords

Procurement Strategy, Procurement, Supplier Evaluation, Evaluation Criteria, Decision Making, AHP (Analytic Hierarchy Process), PROMETHEE I and II

ACRÓNIMOS

ACV – Análise da Cadeira de Valor

AHP – *Analytic Hierarchy Process* - Processo de hierarquia analítica

ANP - *Analytic Network Process* - Processo de Rede Analítica

DEMATEL – *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* - Laboratório de ensaio e avaliação para tomada de decisões

ELECTRE – *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* - Eliminação e escolha traduzindo a realidade

IC – Índice de Consistência

IR – Índice de Consistência Aleatório

MCDA – *Multicritério Decision Analysis* - Análise de Decisão Multicritério

MCDM – *Multicritério Decision Making* - Tomada de Decisão Multicritério

PROMETHEE – *Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation* - Método de organização de classificação de preferência para avaliação de enriquecimento

RC – Rácio de Consistência

SMART – *Simple Multi-Attribute Rating Technique* - Técnica simples de classificação multiatributos

SSP – Supplier Selection Problem - Problema de seleção de fornecedores

TOPSIS – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* - Técnica para preferência de pedido por similaridade com a solução ideal

TQM - *Total Quality Management* - Gestão de Qualidade Total

VIKOR – *Višekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Rješenje* - Solução de otimização e compromisso multicritério

INDICE

AGRADECIMENTOS	I
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ACRÓNIMOS	IX
INDICE.....	XI
ÍNDICE FIGURAS	XIII
ÍNDICE TABELAS.....	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – Contextualização	1
1.2 – Objetivos	3
1.3 – Organização da Dissertação	3
2. ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO.....	5
2.1 – Modelos, Organização e Tipologias de Produção.....	6
2.2 – Produção por Projeto	11
2.3 – Definição de Projeto e a sua Organização.....	13
2.4 – Contextualização com a Indústria de Construção Civil	17
3. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE FORNECEDORES	23
3.1 – Estratégia de Aquisição	23
3.2 – Processo de Compra ou Aquisição.....	27
3.3 – Processos de Seleção e Avaliação de Fornecedores.....	29
3.4 – Critérios de Avaliação Fornecedores	32
3.5 – Critérios de Avaliação Fornecedores na Construção Civil	37
3.6 – Atribuição de Níveis de Importância dos Critérios Avaliação.....	39
3.7 – Processo de Tomada de Decisão	40

3.8	– Métodos de Decisão Multicritério (MCDM)	45
3.9	– Método AHP	50
3.10	– Método PROMETHEE I e II.....	57
4.	CASO DE ESTUDO	65
4.1	– Enquadramento Geral.....	65
4.2	– Aplicação do Método AHP	69
4.3	– Aplicação do Método PROMETHEE	78
4.4	– Aplicação Combinada do Método AHP e PROMETHEE.....	86
4.5	– Análise de Resultados	89
5.	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	95
	BIBLIOGRAFIA	99

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1- Revoluções Industriais (Fonte: MédiaLab-Mundo Digital).....	5
Figura 2.2 - Exemplos de Projetos (Adaptado de: (PMBOK, 2017)).....	14
Figura 2.3 - Ciclo de Vida de um Projeto (Fonte: Adaptado de (PMBOK, 2017)).....	16
Figura 2.4 - Triângulo das condições para Sucesso do Projeto (Fonte: Adaptado de (PMBOK, 2017)).....	19
Figura 3.1 - Áreas de conhecimento da Gestão Projetos (Adaptado de: (PMBOK, 2004))	24
Figura 3.2- Estratégia de Aquisição e Aquisição Operacional (Adaptado de: (Henk Zijm, 2019))	26
Figura 3.3 - Sequência das Fases de Compras (Adaptado de (P.Robinson, 1967))	28
Figura 3.4 - Etapas dos MDMC na seleção de Fornecedores (Adaptado de (Le Boer, 2001))	31
Figura 3.5 - Critérios para alcançar relações eficientes entre o contratante e fornecedor (Adaptado de (Frodell, 2011)).....	35
Figura 3.6- Sequência do Processo Tomada de Decisão (Adaptado de (Baker, Bridges, Hunter, & Johnson, 2021))	42
Figura 3.7 –Métodos de Decisão Multicritério mais utilizados (Fonte: Própria).....	46
Figura 3.8 - Exemplo de decomposição Hierarquia de um Problema (Adaptado de (Saaty T. L., 1980)).....	51
Figura 3.9 - Forma Matricial de Comparações (Fonte: (Granemann & Garnet, 2010)).	53
Figura 3.10 - Índices de Consistência Aleatória (Adaptado de: (Saaty T. L., 1990)).....	56
Figura 3.11 - Evolução do Método PROMETHEE (Adaptado de (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005)).....	57
Figura 3.12- Representação Gráfica da Função de Preferência (Adaptado de (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005)).....	59

Figura 3.13- Representação dos Tipos de Funções de Preferências (Fonte: (Brans & Smet, 2016).....	60
Figura 4.1 – Hierarquia de Critérios (Fonte: própria)	69
Figura 4.2 – Gráfico percentual dos Pesos para cada Critério (Fonte: própria)	72
Figura 4.3 - Resultados Obtidos das Comparações- Análise PROMETHEE I (Fonte: própria)	85

ÍNDICE TABELAS

Tabela 3.1 - Características dos Métodos de decisão Multicritério (Fonte: própria)	47
Tabela 3.2 - Escala Fundamental de Saaty (Adaptado de (Saaty T. L., 1980)).....	52
Tabela 4.1 - Tabela de Informações da Avaliação dos Fornecedores (Fonte: própria)..	68
Tabela 4.2 - Matriz de Comparações dos Critérios (Fonte: própria).....	70
Tabela 4.3 - Matriz Critérios Normalizada (Fonte: própria)	71
Tabela 4.4 - Matriz Normalizada com o Respetivo Peso para cada Critério (Fonte: própria)	71
Tabela 4.5 - Peso próprio dos Critérios (Fonte: própria).....	73
Tabela 4.6 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em Relação ao Critério “Preço” (Fonte: própria).....	74
Tabela 4.7 - Matriz Normalizada e respetivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Preço” (Fonte: própria)	74
Tabela 4.8 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “Prazo Entrega” (Fonte: própria).....	75
Tabela 4.9 - Matriz Normalizada e respetivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Prazo Entrega” (Fonte: própria)	75
Tabela 4.10 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “Garantia/Qualidade” (Fonte: própria).....	76
Tabela 4.11 - Matriz Normalizada e respetivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Garantia/Qualidade” (Fonte: própria)	76
Tabela 4.12- Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “Condições de Pagamento” (Fonte: própria)	77
Tabela 4.13 - Matriz Normalizada e respetivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Condições de Pagamento” (Fonte: própria).....	77
Tabela 4.14 - Resultado da Avaliação Fornecedores - Ranking Final (Fonte: própria) .	78
Tabela 4.15 –Pesos W atribuídos a cada Critério (Fonte: própria)	79

Tabela 4.16 - Informações dos Fornecedores e respectivos Pesos dos critérios (Fonte: própria)	79
Tabela 4.17 - Valores Normalizados em Função dos Critérios Benefício /Não Benefício (Fonte: própria).....	80
Tabela 4.18 - Matriz Normalizada e calculo dos diferenciais dos Fornecedores (Fonte: própria)	80
Tabela 4.19 - Calculo da Função Preferencial $P_j(a,b)$ (Fonte: própria)	82
Tabela 4.20 - Cálculo dos Pesos W_j para construção da Matriz de Decisão (Fonte: própria)	83
Tabela 4.21 - Matriz de Decisão das Comparações entre os Fornecedores (Fonte: própria)	84
Tabela 4.22 - Resumos do Somatório dos Fluxos de cada Fornecedor (Fonte: própria)	84
Tabela 4.23 - Resultado do Cálculo Ranking das Alternativas (Fonte: própria).....	86
Tabela 4.24 - Matriz das Comparações efetuados com Método AHP com respectivos pesos de cada Critério (Fonte: própria)	87
Tabela 4.25 - Cálculo dos Pesos W_j para Construção da Matriz de Decisão com os valores W_n obtidos no Método AHP (Fonte: própria).....	87
Tabela 4.26 - Matriz de Decisão das Comparações entre os Fornecedores com utilização dos Métodos AHP + PROMETHEE II (Fonte: própria)	88
Tabela 4.27 - Apresentação do Ranking Final resultante da Combinação dos Métodos AHP + PROMETHEE II (Fonte: própria).....	89
Tabela 4.28 - Resultados do Pesos dos critérios em ambos os Métodos (Fonte: própria)	92
Tabela 4.29 - Rankings Finais de ambos os Métodos (Fonte: própria).....	92

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Contextualização

A gestão da cadeia de fornecedores é uma área que nas últimas décadas tem vindo a ganhar grande importância para as organizações, em função de diversos fatores. A globalização e a internacionalização dos mercados requerem que as organizações procurem cada vez mais serem competitivas conseguindo atender às suas necessidades. Neste cenário, as empresas dedicam-se continuamente a reduzir os custos em suas operações, eliminando desperdícios e ineficiências e priorizando a melhoria das atividades que impulsionam sua vantagem competitiva. Ao mesmo tempo, elas descontinuam as práticas em que o desempenho não atinge os padrões desejados. Com a especialização das atividades, observa-se um aumento no número de fornecedores, resultando em uma maior dependência do desempenho deles para alcançar os objetivos globais da cadeia de abastecimento.

A semelhança da outra indústrias, a Indústria da Construção Civil tem se deparado ao longo do tempo com a necessidade de fidelizar fornecedores e parceiros de negócio com grande fiabilidade que permitem garantir o e desenvolvimento da produção sem atrasos ou quebras que ocorrem em elevados prejuízos para as suas organizações. Esta indústria sempre esteve atrás de outros setores industriais em relação aos processos de gestão fornecedores, utilizando-se das inovações introduzidas pelos outros setores através de adaptações (Elfving & Ballard, 2011), (Kumaraswamy & Palaneeswaran, 2000).

Nesta indústria, a complexidade do produto é uma característica distintiva. A relação entre a construtora e os seus fornecedores de materiais e serviços é crucial para o sucesso da execução dos projetos e estratégica para a organização como um todo. Os custos dos aprovisionamentos representam uma parte significativa dos custos totais da construção, situando-se entre 60% e 65%. Isso realça o potencial de rentabilidade que pode ser alcançado ao implementar uma gestão estratégica de fornecimentos no setor da construção civil (Denicol & Cassel, 2013).

A abordagem frequentemente adotada na seleção de fornecedores neste contexto é baseada principalmente no critério do menor preço, o que, desde o início, exclui muitos parceiros que poderiam contribuir positivamente para o desenvolvimento do projeto. No entanto, é amplamente reconhecido que uma seleção eficaz de fornecedores deve levar

em consideração tanto os aspetos quantitativos quanto os qualitativos. Isto permite uma análise abrangente do desempenho dos fornecedores, visando mitigar os riscos associados à sua incapacidade de cumprir os requisitos contratados. Devido à natureza dos processos construtivos, nos quais muitas atividades estão interligadas e dependem da conclusão das etapas anteriores, qualquer falha no fornecimento ou na qualidade dos produtos pode resultar em uma interrupção na cadeia de atividades, acarretando prejuízos financeiros significativos para os contratantes. Desta forma, torna-se necessário realizar uma seleção de fornecedores na indústria da construção civil mais eficiente e estruturada para mitigar os riscos no provisionamento de materiais.

Sendo a seleção de fornecedores é um problema de decisão multicritério (Karimi, 2014), a gestão de fornecedores é um desafio que, exige grandes esforços por parte das construtoras, devido ao volume de documentos/registos a ser analisados e devidamente controlados nas adjudicações de um material e durante a realização de uma obra, por questões essenciais como, os custos, a qualidade e prazo entrega.

Nas operações que englobam elevadas verbas de investimento/negociação, esse tipo de relação exige cuidados especiais, quer pela quantidade de eventuais parceiros que as obras em construção assim o exigem, mas também pela necessidade de especificar exatamente todas as obrigações e os direitos de cada um deles. A gestão do departamento de provisionamentos de uma empresa deverá ter por base o número e tipo de fornecedores, bem como a natureza das relações que com eles estabelece (SPI, 1999).

Determinar os fornecedores adequados na cadeia de abastecimento tornou-se uma consideração estratégica necessária (Chen, Lin, & Huang, 2006), sendo que para selecionar fornecedores é necessário definir critérios, que devido a sua diversidade tornam a tomada de decisão um processo de extrema complexidade. Para dar resposta a este problema foram se desenvolvendo ao longo do tempo métodos de seleção de fornecedores, cuja sua finalidade é a correta combinação destes critérios com a finalidade de obter o fornecedor mais indicado para o produto/serviço em necessidade. Neste trabalho é efetuada uma revisão sistemática da literatura para entender quais os métodos que estão aplicados para seleção e avaliação de fornecedores na construção civil. Desta forma este estudo visa responder duas questões: quais critérios para a seleção

fornecedores, a sua importância e a seleção de um modelo de seleção de fornecedores, que auxilie a definição de estratégias de relacionamento e gestão.

1.2 – Objetivos

O objetivo é desenvolver um modelo de avaliação de fornecedores na Indústria da Construção, recorrendo aos métodos de seleção multicritério existentes para a seleção de fornecedores, aplicando num caso real e efetuando uma análise crítica. A necessidade de uma gestão adequada de fornecedores impulsiona a necessidade de identificar qual o modelo mais eficaz, capaz de selecionar fornecedores de forma a atender as diretrizes específicas deste setor. Com o intuito de alcançar uma gestão eficaz dos critérios estabelecidos, cada um deles será abordado para otimizar recursos e aprimorar processos. Para esse efeito, serão analisados métodos e critérios amplamente utilizados na seleção de fornecedores, identificados ao longo dos anos. Esta dissertação visa, assim, organizar de maneira eficaz o planeamento do processo de Seleção de Fornecedores, critérios a ter em conta e selecionar o melhor método.

1.3 – Organização da Dissertação

Considerando que o objetivo desta dissertação têm como foco principal o desenvolvimento de um modelo para auxiliar no processo de avaliação de fornecedores, foi fundamental recorrer a uma análise profunda dos conceitos referentes a esta temática. Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do trabalho, com a contextualização da dissertação e o enquadramento na Indústria da Construção Civil. São definidos os objetivos de toda esta pesquisa assim como a sua organização.

No segundo capítulo são analisadas as estratégias de produção com diferentes tipos de organização da produção industrial, assim como as suas definições. Neste contexto, com o intuito de identificar as necessidades essenciais para a avaliação dos fornecedores durante

o processo de tomada de decisão é estabelecida uma abordagem á Indústria da Construção Civil e seus desafios específicos, assim como, a importância da seleção de fornecedores. No terceiro capítulo é realizada uma revisão bibliográfica para explorar os diversos conteúdos relacionados à avaliação e seleção de fornecedores, critérios de avaliação e a relevância desses critérios. Além disso, são analisados os métodos mais utilizados nesse processo, cujas informações bibliográficas são apresentadas, subdividido em itens para facilitar a compreensão. Neste capítulo, também são abordados os estágios finais do processo de seleção de fornecedores, detalhando o processo de tomada de decisão e suas fases.

Procedeu-se posteriormente aplicação destes métodos num caso real, no quarto capítulo, simulando a necessidade da seleção de um fornecedor para o provisionamento de um material nesta indústria. Procedeu-se ainda á junção de dois métodos para otimizar os resultados obtidos, onde foi possível tirar conclusões referentes a sua utilização.

No quinto capítulo são efetuadas algumas considerações finais, resultantes do estudo efetuado e dos resultados obtidos da aplicação dos métodos, selecionando o método preferencial para a temática em estudo e onde se propõe, para trabalhos futuros possíveis desenvolvimentos.

2. ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO

A produção industrial é o processo através do qual as matérias-primas são transformadas em produtos acabados ou semiacabados, utilizando uma série de operações e etapas específicas. Quando falamos de produção industrial, referimo-nos a um "sistema de produção", cuja definição assenta num conjunto de atividades e operações inter-relacionadas referentes à fabricação de bens (no caso das indústrias) ou serviços. Este conjunto é composto por pessoas, departamentos, processos e máquinas presentes numa indústria, todos a trabalhar em conjunto com um objetivo comum. Estes sistemas abrangem os processos desde a entrada de matéria-prima na indústria até à saída de produtos ou serviços, incluindo todo o processo de transformação. Os processos que resultam num produto final são denominados de processos de conversão, destacando a ideia de que a matéria-prima foi completamente transformada num produto diferente (Moreira, 2012).

Este conceito surgiu através das sucessivas revoluções Industriais, nas quais ocorreram grandes transformações tecnológicas, sociais e econômicas, de acordo com a sequência representada na Figura 2.1 . A primeira revolução teve início no século XVIII na Inglaterra, que deu início às transformações dos países da Europa e da América do Norte, fazendo grandes mudanças no modo de produzir bens e materiais.



Figura 2.1- Revoluções Industriais (Fonte: MédiaLab-Mundo Digital)

Com o desenvolvimento Industrial surge a necessidade procurar maneiras para controlar os gastos, a produtividade, o trabalhador, o retorno financeiro e também a necessidade de definir modelos e sistemas de produção industrial, organizando-os e adaptando-os a cada sector em função dos produtos ou bens produzidos.

2.1 – Modelos, Organização e Tipologias de Produção

Os modelos de produção referem-se aos sistemas e métodos pelos quais os bens e serviços são fabricados. Existem vários modelos de produção, cada um com suas próprias características e aplicabilidades, tais como:

- **Produção Artesanal:** este é um modelo de produção manual, onde os produtos são feitos à mão, muitas vezes por um artesão individual. Cada item é único e pode exigir habilidades especializadas;

- **Produção em Massa:** neste modelo, os produtos são fabricados em grandes quantidades em uma linha de montagem, geralmente com o uso de máquinas e processos padronizados. A produção em massa é eficiente em termos de custo e tempo;

- **Produção em Lote:** neste modelo, os produtos são fabricados em lotes, em vez de continuamente em uma linha de montagem. Isso permite alguma flexibilidade na produção e pode ser útil para acomodar variações nas encomendas;

- **Produção Sob Encomenda:** neste modelo, os produtos são fabricados de acordo com as especificações do cliente. Cada produto pode ser único e feito sob medida para atender às necessidades específicas do cliente;

- **Produção *Just-in-Time* (JIT):** neste modelo, os produtos são fabricados apenas quando são solicitados pelo cliente, minimizando assim o stock e os custos associados a ele. O *JIT* requer uma gestão eficiente da cadeia de suprimentos;

- **Produção Lean:** Este modelo visa minimizar o desperdício em todas as áreas da produção, incluindo materiais, tempo e esforço humano. A produção Lean focada na eficiência e na entrega de valor ao cliente;

- **Produção Celular:** neste modelo, a produção é organizada em células de trabalho autônomas, cada uma responsável por uma parte específica do processo de produção. Isso pode aumentar a eficiência e a flexibilidade.

Cada modelo de produção tem suas próprias vantagens e desvantagens, e a escolha do modelo adequado depende das necessidades, dos recursos disponíveis e dos objetivos da empresa. Muitas empresas podem adotar uma combinação de diferentes modelos de produção para atender às suas necessidades específicas (Slack, Brandon-Jones, & Johnston, 2020).

Na organização da produção encontramos uma definição de estrutura e métodos pelos quais uma empresa coordena e gere os seus recursos, para fabricar produtos ou fornecer serviços. Existem várias formas de organizar a produção, na pesquisa efetuada encontramos algumas das principais formas de organização, sendo que, cada uma delas apresenta características distintas, assim como vantagens e desvantagens. Destas formas podemos classificar a organização da produção da seguinte forma:

- **Produção em Série:** organizada em uma linha de montagem, onde os produtos passam por diferentes etapas sequenciais. **Vantagens:** alta eficiência na produção em grande escala, a redução de custos unitários e a facilidade de monitoramento e controle de qualidade. **Desvantagens:** pouca flexibilidade para acomodar mudanças nos produtos, pode resultar em produtos padronizados e menos personalizados e apresenta um alto investimento em equipamentos e infraestrutura.

- **Produção por Encomenda:** os produtos são fabricados de acordo com as especificações do cliente. **Vantagens:** alta customização atendimentos das necessidades específicas dos clientes, o baixo risco de stock excessivo e o potencial para preços mais altos devido à customização. **Desvantagens:** pode ser mais demorada e exigir mais recursos, existe maior complexidade na gestão da cadeia de aprovisionamentos e produção e apresenta uma menor eficiência em comparação com a produção em série.

- **Produção Just-in-Time (JIT):** Os produtos são fabricados apenas quando são necessários, minimizando a existência de Stocks. **Vantagens:** redução de custos de stocks e de espaço de armazenamento, melhoria na eficiência da produção com a redução de desperdícios e uma resposta rápida às mudanças nas alterações. **Desvantagens:** elevada dependência de uma cadeia de aprovisionamentos mais eficiente, existência do risco de interrupções na produção se houver problemas na cadeia de fornecimento e apresenta mais dificuldades na implementação pois requer um sistema de produção altamente coordenado.

- **Produção Lean:** direcionada para a eliminação de desperdícios em todos os aspetos da produção. **Vantagens:** redução de desperdícios e aumento da eficiência, a melhoria contínua dos processos de produção e uma maior flexibilidade para responder às mudanças nas solicitações do mercado. **Desvantagens:** pode exigir mudanças culturais significativas na empresa devido aos métodos de trabalho atuais, a sua implementação é demorada, requer um grande investimento em formação dos trabalhadores e necessita de um compromisso a longo prazo com melhoria continua.

A escolha da forma de organização da produção depende de vários fatores, como tipo de produto, exigências do mercado, recursos disponíveis e objetivos estratégicos da empresa. Cada modelo tem suas próprias vantagens e desvantagens, e cabe à empresa determinar qual é o mais adequado para suas necessidades específicas (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2001).

Para uma melhor organização da produção surge a sectorização industrial que é o processo de dividir as indústrias em diferentes setores ou segmentos com base em características comuns, como tipo de produto, processo de produção, mercado-alvo e localização geográfica. Essa segmentação ajuda a entender e organizar melhor as atividades industriais, facilitando a análise, planeamento e na gestão das empresas. Este conceito é amplamente utilizado em estudos económicos, análises de mercado, políticas industriais e planeamento estratégico, pois permite uma compreensão mais detalhada da estrutura da indústria e das interações entre seus diferentes componentes.

Podemos dividir a produção industrial em três sectores:

- **Setor Primário:** Inclui indústrias que extraem e produzem matérias-primas, como agricultura, mineração, pesca e extração de recursos naturais.

- **Setor Secundário:** Compreende indústrias que transformam matérias-primas em produtos acabados ou semiacabados, como manufatura, construção civil e indústrias de processamento.

- **Setor Terciário:** Engloba indústrias de serviços, que prestam serviços em vez de produzir bens tangíveis, como transporte, finanças, educação e saúde.

Os vários tipos de indústrias envolvem as mais variadas classificações dos sistemas industriais e estão relacionadas segundo a atuação e produção de cada uma delas (Antonelli & Quatraro, 2008).

Um sistema de produção industrial, é visto como um processo e caracterizado por fluxos (canais de movimento), quer seja o fluxo físico de materiais, trabalho nas fases intermédias de fabricação (trabalho em processo), como bens acabados, quer seja o fluxo de informação que acompanha e transporta o fluxo físico. Estes fluxos estão sujeitos às limitações da capacidade do sistema de produção, o que igualmente restringe a sua

capacidade de satisfazer as expectativas de produção (Petrick, Maitland, & Pogrebnyakov, 2016).

De acordo com a análise de fluxos, existem necessariamente diferentes tipos de produção, cuja sua classificação é definida pelas características dos produtos, da forma como se relacionam com Stocks e da interação com clientes. Segundo (Moreira, 2012) destacam-se assim três principais tipos de produção:

1. Produção Contínua: É o modelo de sistema de produção mais frequentemente observado numa indústria. A produção contínua caracteriza-se por um fluxo em linha que visa gerar a quantidade máxima de produtos no menor tempo possível, sem pausas e interrupções. Normalmente, este tipo de processo é executado de forma padronizada, o que é essencial para garantir um desempenho eficiente, sendo comum nas indústrias automóvel ou de embalagens, por exemplo.

2. Produção Intermitente ou por Lotes: Neste sistema específico, a produção ocorre em lotes, podendo ser personalizada por encomenda (produtos únicos ou diferenciados) ou em resposta à procura de vendas. No caso da produção em lotes, logo após a conclusão de um produto na linha de produção, outra unidade é imediatamente fabricada nas mesmas máquinas que produziram o item recém-finalizado. Por outro lado, quando a produção é feita por encomenda, a empresa segue o processo de fabrico de acordo com as especificações solicitadas pelo cliente.

3. Produção por Projetos: Este tipo de produção é geralmente adotado quando o projeto resulta num produto único. Assim, todos os esforços concentram-se nas técnicas de fabrico e montagem do projeto. Dado tratar-se de uma produção personalizada de elevado nível e não padronizada, este tipo de sistema costuma acarretar custos muito elevados.

O sistema de produção para grandes projetos destaca-se significativamente dos tipos anteriores, pelo facto de que cada projeto é único, não existindo, estritamente falando, um fluxo contínuo do produto. Neste caso, deparamo-nos com uma sequência de tarefas ao longo do tempo, geralmente de longa duração e com pouca ou nenhuma repetição. Uma

característica distintiva dos projetos é a sua elevada complexidade e o desafio gerência associado ao planeamento e controlo. Exemplos de projetos englobam a produção de navios, aviões, Edificações, grandes estruturas, etc.

Embora a capacidade do sistema seja crucial para determinar se as expectativas de produção podem ser atendidas, a qualidade também deve ser vista como um fator limitante. A avaliação da qualidade de um produto, em conformidade com padrões objetivos, engloba aspetos como a aparência, desempenho, durabilidade, capacidade de serviço, bem como outras características físicas, como pontualidade, segurança e qualidade da entrega.

A produção sempre teve um papel central em todas as atividades organizacionais, sobretudo nas empresas. Num contexto de competição intensa, como o atual, a produção exige a convergência eficiente de recursos e esforços, sublinhando a importância da plena utilização das competências organizacionais. Isto é crucial para proporcionar produtos de elevada qualidade a preços competitivos. Importa salientar que produzir e produzir com excelência não são exatamente sinónimos. O segredo está na excelência operacional, que diferencia as organizações bem-sucedidas daquelas que simplesmente tentam. Realizar com maestria todo o processo produtivo, desde a receção do pedido e a gestão da cadeia de fornecimento até à entrega dos produtos finais ou serviços ao mercado, exige a capacidade de integrar harmoniosamente todas as etapas, levando em conta cada detalhe e a complexidade do processo como um todo (Chiavenato, 2014).

A produção por projeto apresenta uma maior dificuldade na gestão de fornecedores por ter características distintas na forma de produzir. Este sistema de produção apresenta diferentes ordens de produção, sendo que, todas elas convergem para um produto final, de acordo com a exigências dos clientes.

2.2 – Produção por Projeto

É um sistema de produção em que a fabricação do produto tem início somente após a receção do pedido do cliente. Esse tipo de produção é altamente flexível e personalizado,

podendo ser ajustado rapidamente para atender a uma variedade de especificações do produto. É adequado para empresas em que as quantidades a produzir por produto são reduzidas ou com produtos altamente personalizados e complexos. Este método de produção é característico para produtos únicos, sendo frequentemente encontrado em indústrias especializadas como a construção, náutica, aviação, entre outras. Esse modelo organizacional é essencial para lidar com produtos não padronizados. (Pillet, Martin-Bonnefous, & Courtois, 2007)

Este sistema de produção por projeto pode ser subdividido de acordo com a regularidade das ordens de produção em:

- **Projeto Exclusivo:** É direcionado à produção de componentes particulares. Requer um encontro entre a equipe de engenharia da empresa e o cliente, onde são discutidas as especificações e tolerâncias permitidas para o item a ser fabricado. Posteriormente, a empresa deve realizar o planejamento dos materiais, dos processos e determinar a quantidade de mão de obra necessária após receber o pedido de fabricação do cliente.

- **Projetos irregulares:** O cliente realiza pedidos de fabricação esporadicamente. O fabricante mantém registros de pedidos anteriores, o que possibilita o conhecimento das especificações do produto e dos requisitos essenciais para o planejamento da produção.

- **Projetos regulares:** É possível prever as datas e quantidades dos pedidos que serão feitos pelo cliente.

Uma das características distintivas da produção por projeto é a sua natureza temporária. Cada projeto tem um início e um fim claramente definidos, e a equipe de projeto é formada e dissolvida conforme necessário para atender aos requisitos do projeto em questão. Isso permite uma maior flexibilidade e capacidade de adaptação às mudanças nas condições do mercado e nas preferências dos clientes. Para além disso, a produção por projeto necessita de uma gestão eficaz do âmbito, prazo, custo e qualidade. O sucesso

de cada projeto depende da capacidade da equipa de projeto em planear, executar e controlar todas as fases do projeto de forma eficiente e eficaz (Pinto, 2019).

As características mencionadas anteriormente definem o modelo de produção por projeto, no entanto, como discutido anteriormente, existem outros tipos de produção que não seguem esse modelo, como exemplo as linhas de montagem para fabricação em série de produtos padronizados, como a produção de têxtil, a preparação de refeições, entre outros exemplos. Embora cada uma dessas atividades possa ter alguma singularidade, não é isso que as define, já que todas seguem rotinas padronizadas com tarefas repetitivas. Por outro lado, em um modelo de produção por projeto, cada projeto é singular, como mencionado anteriormente, e, portanto, não pode ser gerido pelas mesmas rotinas aplicadas em trabalhos repetitivos.

(Fusco & Sacomano, 2007) Definem que neste método de produção, os recursos devem ser adaptados aos produtos, e cada unidade é elaborada levando em conta sua singularidade. Isso resulta em sistemas que são difíceis de automatizar.

Estes projetos operam dentro de limites financeiros definidos, que incluem a alocação de recursos para pessoal, materiais, equipamentos e outros. Frequentemente, o orçamento do projeto não apresenta os detalhes específicos, o que dificulta a distribuição apropriada dos fundos necessários para cada atividade, gerando desafios na gestão adequada do projeto e potencialmente contribuindo para o insucesso do mesmo (Meredith & Samuel J. Mantel, 2018).

Neste tipo de produção esta intrínseca uma gestão eficaz e eficiente do projeto, de forma conseguir otimizar todos os recursos disponíveis, atendendo as alterações que surgem em função das necessidades do consumidor cliente.

2.3 – Definição de Projeto e a sua Organização

Um projeto é uma iniciativa temporária com o propósito de desenvolver um produto, serviço ou resultado único. Essas ações são realizadas com o intuito de alcançar metas específicas, guiadas por uma estratégia ou propósito definido. No final do processo, um projeto se materializa na criação de um produto ou na oferta de um serviço conforme o

planeamento e os objetivos estabelecidos. Cada produto possui uma entrega designada, que decorre da sua capacidade única e mensurável de ser produzido para concluir o processo, a fase ou até mesmo o projeto. Certas atividades e entregas de projetos podem envolver elementos repetitivos, no entanto, essa repetição não modifica as características fundamentais e distintas do trabalho do projeto. Como exemplo, os prédios de habitacionais podem ser construídos com materiais idênticos ou similares, por equipes semelhantes ou diferentes, contudo, cada projeto de construção é singular em relação a suas características-chave, como localização, design, ambiente, contexto onde está inserido e as pessoas envolvidas (PMBOK, 2017).

Desta forma sabemos que trabalho contínuo é geralmente um processo repetitivo porque segue os procedimentos existentes dentro de uma organização. No entanto, devido a natureza exclusiva dos projetos, pode haver incertezas quantos aos produtos, serviços ou resultados gerados pelo projeto. Desta forma podem surgir novas tarefas para a equipa do projeto, o que resulta num trabalho mais dedicado e não rotineiro.

Na Figura 2.2 esta representados alguns exemplos de projetos, no entanto existe uma variedade infinita, impossibilitando a sua referenciação.

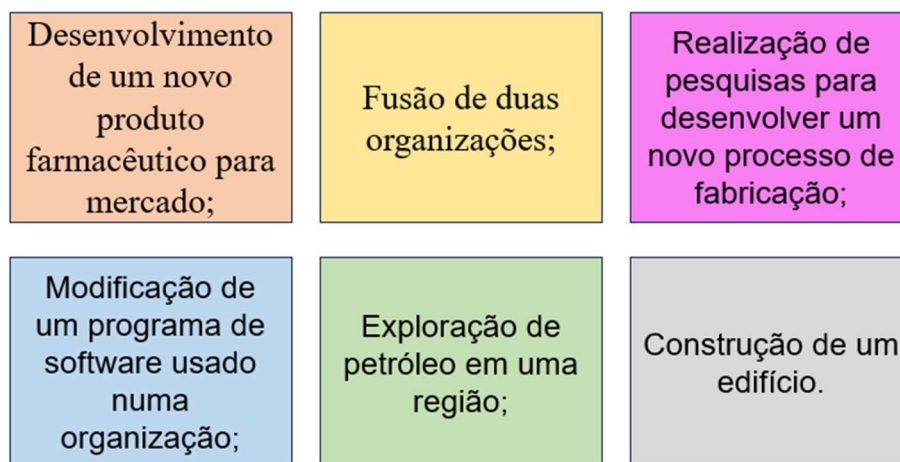


Figura 2.2 - Exemplos de Projetos (Adaptado de: (PMBOK, 2017))

Os projetos são realizados em todos os níveis de uma organização, podendo ser liderados por um único indivíduo ou por um grupo e envolver várias unidades organizacionais de diferentes entidades. Sendo um projeto uma iniciativa organizada, planeada e com o

objetivo de alcançar um fim específico, obedece a uma definição clara das etapas a seguir, dos recursos necessários e do cronograma para alcançar um resultado predeterminado. As etapas fundamentais para desenvolvimento de um projeto são:

1. **Iniciação do Projeto:** é a fase mais importante de todo o processo, onde são definidos claramente os objetivos e âmbito do projeto. É necessário identificar todas as partes interessadas (*stakeholders*) e das suas expectativas. É realizada uma análise preliminar de viabilidade e a consequente nomeação do gestor de projeto, que indicará também nesta fase a sua equipa de trabalho.
2. **Planeamento do Projeto:** procede-se ao desenvolvimento um plano de trabalho relativo ao projeto definido anteriormente, devidamente detalhado com a inclusão do cronograma de trabalhos, o orçamento, os recursos necessários, os riscos identificados e as estratégias de gestão de riscos (incluindo alternativas para possíveis caminhos críticos que possam surgir durante o desenvolvimento do projeto). Será elaborado um plano de comunicação que definirá como as informações serão partilhadas entre as partes interessadas. Para assegurar a qualidade, será necessário efetuar um plano de qualidade onde serão definidos os padrões e os processos para garantir a qualidade do produto ou serviço.
3. **Execução do Projeto:** depois de executadas a etapa anterior é agora necessário proceder a implementação dos projetos, que obedece a primeira etapa do planeamento já definido anteriormente. São atribuídas tarefas e atribuição de responsabilidades aos membros da equipa dentro dos processos. Nesta fase é também necessário mobilizar e garantir a correta gestão de recursos para a execução do projeto. Estes recursos podem ser geridos através da criação de um departamento de aprovisionamentos no caso de recursos materiais e para os recursos humanos, um departamento específico para a contratação direta de mão-de obra necessária e adequada ao projeto a executar.

Devem ser agendadas de reuniões de acompanhamento para garantir que o projeto esteja a progredir conforme o planeado.

4. **Monitorização e Controlo do Projeto:** para garantir que o acompanhamento do progresso do projeto em relação ao cronograma, orçamento e qualidade. Assim é possível ter correta identificação e gestão dos desvios do plano original, que permite por sua vez a implementação de medidas corretivas quando necessário para manter o projeto no caminho definido. Estabelece a comunicação regular com as partes interessadas sobre o estado do projeto.
5. **Encerramento do Projeto:** com a conclusão de todas as atividades do projeto, culminando com a entrega do produto final ou serviço ao cliente. Deve ser efetuada uma avaliação do desempenho do projeto em relação aos objetivos definidos, so desta forma conseguimos verificar se o que foi definido na primeira etapa deste processo foi efetivamente alcançado. É essencial registar todas as lições aprendidas durante a execução do projeto para aplicação em projetos futuros. O encerramento formal do projeto, incluindo o arquivamento de documentos e a liberação de recursos da equipa.

Estas etapas formam um ciclo de vida básico do projeto que pode ser adaptado para atender às necessidades específicas de cada projeto. Na Figura 2.3 é possível verificar a sequência de cada uma das atividades e a sua interligação no decorrer projeto, até a sua finalização.

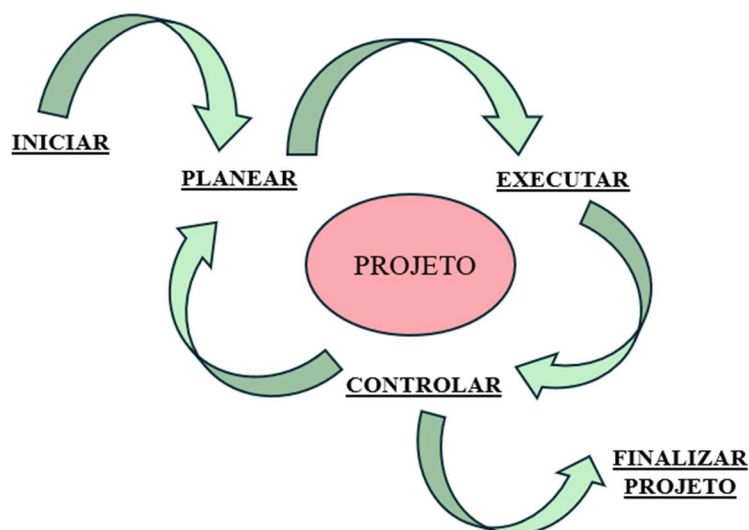


Figura 2.3 - Ciclo de Vida de um Projeto (Fonte: Adaptado de (PMBOK, 2017))

Após a implementação do projeto e o início da execução, torna-se evidente que as fases de planejamento e execução estão estreitamente entrelaçadas e não seguem uma sequência rígida. A monitorização e o controlo desempenham um papel crucial na ligação entre essas duas fases. Isso ocorre porque, sempre que surge a necessidade de ajustar algum elemento do projeto ou são identificadas falhas essenciais para o seu desenvolvimento, é imperativo recorrer à fase de planejamento para realizar as correções necessárias. Essas adaptações não envolvem apenas considerações de tempo, mas também requerem avaliação dos recursos disponíveis (materiais, humanos e financeiros). Posteriormente, essas alterações são implementadas durante a fase de execução, para que o projeto possa se adequar à nova realidade de forma eficaz. A gestão de projetos é um processo iterativo, e ajustes podem ser feitos ao longo do caminho à medida que novas informações se tornam disponíveis ou em função das mudanças das circunstâncias.

Os Projetos podem ter diferentes dimensões e níveis de complexidade, e são utilizados em várias áreas, como construção, administração empresarial, investigação científica, entre outros contextos. Ao afirmar que um projeto é temporário está implícito uma delimitação de tempo, com o início e término estabelecidos, resultando em entregas parciais e finais, algumas previstas e outras não. Neste cenário, há uma sequência de atividades que progridem em fases mais ou menos lógicas e constantemente em desenvolvimento, sendo que, geralmente, um projeto enfrenta limitações e riscos relacionados a custos, cronograma e resultados de desempenho (Campos, 2012).

2.4 – Contextualização com a Indústria de Construção Civil

De acordo com a sectorização industrial, a indústria da Construção civil é caracterizada como um setor de produção secundário, dentro das indústrias que transformam matérias-primas em produtos acabados ou semiacabados. Este tipo de indústria é uma atividade econômica com características distintas, marcada por uma ampla diversidade. Esta diversidade abrange uma variedade de clientes, desde entidades governamentais até a particulares que desejam construir por conta própria. Esta indústria compreende todas as atividades relacionadas à conceção, planejamento, execução, manutenção de edifícios, infraestrutura e outras estruturas civis, onde inclui também uma ampla gama de setores,

desde a construção de residências e edifícios comerciais até obras de infraestrutura, como estradas, pontes, barragens e outros equipamentos sociais. Esta indústria desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico de um país, pois está intimamente ligada ao crescimento urbano, ao investimento em infraestrutura e à geração de empregos. Além disso, influencia diretamente outros setores da economia, como o mercado imobiliário, o setor financeiro, a indústria de materiais de construção e serviços relacionados.

A complexidade da indústria da construção civil envolve diversos fatores, incluindo aspectos técnicos, regulatórios, ambientais, econômicos e sociais. As empresas desse setor enfrentam desafios específicos, como a gestão de projetos, controle de custos, garantia de qualidade, segurança no trabalho, sustentabilidade e inovação tecnológica (Baganha, Marques, & Gois, 2002). A indústria de construção civil é claramente um caso de produção industrial por projeto, pois verificamos que cada projeto é único e representado por elementos distintos. Por exemplo, dois projetos de construção não são iguais, embora seja evidente que os projetos de construção tendam a seguir padrões mais comuns. A customização de tarefas é uma característica desses projetos, embora seu nível de diferenciação signifique que, por natureza, os projetos não podem ser totalmente padronizados (Meredith & Samuel J. Mantel, 2018).

Na indústria da construção, observa-se uma marcante especialização entre os intervenientes, o que resulta numa significativa segmentação e numa maior interação entre os diversos elos da cadeia. Neste cenário, o empreiteiro principal assume um papel crucial ao coordenar os fluxos de capital, informações e logística. Cabe a ele contratar subempreiteiros e fornecedores de materiais e serviços, mantendo uma estreita colaboração com a equipa de arquitetos e satisfazendo as exigências do cliente (Beach, Webster, & Campbell, 2005).

Dada a sua diversidade, esta indústria opera dentro de uma vasta cadeia produtiva, que inclui fornecedores, serviços de comercialização e manutenção. Isso resulta em relações entre empresas que são uma realidade no setor e que têm impacto direto no desempenho das empresas envolvidas. Por isso, é fundamental que os gestores tenham pleno entendimento dos diferentes arranjos empresariais possíveis e da estrutura desses relacionamentos. É cada vez mais evidente que uma seleção mais inteligente é de facto muito importante no processo de múltiplas fases questões de seleção, relacionadas com a

aquisição de produtos de construção, sejam para edifícios ou infraestruturas de engenharia civil. O impacto do Sector da Construção no produto faz-se sentir de várias maneiras. Por um lado, influencia as empresas que fornecem materiais e equipamentos de construção, como máquinas diversas, cimento, aço, vidro, tintas, plástico, janelas, portas, cabos, aparelhos de aquecimento e ventilação, entre outros, e também as empresas prestadoras de serviços, como consultoria, arquitetura, engenharia, transporte, entre outros. Por outro lado, afeta as empresas que fornecem

equipamentos, como móveis, eletrodomésticos e material de escritório, e serviços, como energia, manutenção, decoração, seguros e serviços jurídicos.

Aspetos gerais da gestão da cadeia de aprovisionamento refletem a crescente especialização das empresas em mercados específicos e de alto valor agregado, como a indústria da construção. Para manterem a competitividade, e o sucesso dos seus projetos, as empresas enfrentam desafios constantes para reduzir os prazos de entrega, a qualidade dos produtos obtendo garantias e certificações, para diminuir os custos. Estes desafios devem ser adequadamente enfrentados com mudanças internas nas organizações através do melhoramento no processo de seleção de fornecedores.



Figura 2.4 - Triângulo das condições para Sucesso do Projeto (Fonte: Adaptado de (PMBOK, 2017))

A semelhança de outras indústrias, o triângulo representado na Figura 2.4 representa uma condição necessária para este negócio sobreviver e prosperar nos dias de hoje. O aprovisionamento atempado de materiais é de extrema importância para o sucesso de projetos nesta indústria, para conseguir que os seus projetos atinjam os seguintes objetivos:

- **Cumprimento dos Prazos:** O aprovisionamento atempado garante que os materiais necessários estejam disponíveis quando são necessários, o que é essencial para manter os prazos do projeto. Atrasos na entrega de materiais podem resultar em atrasos na conclusão do projeto, causando impactos financeiros e prejudicando a reputação da empresa.

- **Eficiência Operacional:** Com um aprovisionamento atempado, as equipas de trabalho podem executar suas tarefas sem interrupções, mantendo um fluxo de trabalho constante e eficiente. Isso ajuda a maximizar a produtividade e a utilizar eficazmente os recursos disponíveis.

- **Redução de Custos:** A entrega tardia de materiais pode levar a custos adicionais, como pagamento de horas extras para equipas de trabalho ou armazenamento temporário de materiais. O aprovisionamento atempado ajuda a evitar esses custos extras e a manter o controle financeiro do projeto.

- **Gestão de Riscos:** A falta de materiais no momento certo pode representar um risco significativo para o projeto, especialmente se os materiais forem necessários para tarefas críticas. Um aprovisionamento atempado ajuda a reduzir esse risco, garantindo que os materiais estejam disponíveis conforme necessário.

- **Satisfação do Cliente:** Entregar projetos dentro do prazo e dentro do orçamento é fundamental para a satisfação do cliente. O aprovisionamento atempado de materiais

contribui para esse objetivo, permitindo que a empresa cumpra seus compromissos e entregue um trabalho de alta qualidade dentro das expectativas do cliente.

O provisionamento atempado assume um papel fundamental para o bom funcionamento e o sucesso de projetos na construção civil. Garante a eficiência operacional, reduz custos, gerencia riscos e promove a satisfação do cliente, ajudando a empresa a alcançar seus objetivos de forma eficaz e competitiva (Pryke, 2009).

3. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE FORNECEDORES

3.1 – Estratégia de Aquisição

A estratégia de aquisição é uma função da gestão de negócios que garante a identificação, o abastecimento, o acesso e a gestão dos recursos externos, dos quais uma organização necessita ou poderá precisar, de modo a alcançar os objetivos estratégicos traçados. Explorar oportunidades de mercado, bem como implementar estratégias que oferecem a melhor oferta possível para a organização, acionistas e clientes é a função principal do departamento de aprovisionamentos (Kidd, 2013).

A estratégia de aprovisionamentos refere-se a um plano de longo prazo para adquirir de forma rentável os aprovisionamentos necessários para o desenvolvimento do negócio. Pressupõem por isso uma lista de fornecedores eficientes capazes de conjugar uma série de fatores como a qualidade imposta, no prazo indicado, e com o menor custo possível, respeitando todos os requisitos da compra. A gestão de compras, representa uma atividade estratégica para o desempenho eficaz e eficiente dos negócios, interligadas diretamente com os departamentos de produção e financeiro.

As organizações tentam assegurar a quantidade e variedade necessária de matérias-primas para garantir o cumprimento do plano de produção que executam. O departamento de compras de uma empresa, além de controlar os aprovisionamentos, deve ter preocupação em obter sempre melhorias para este setor, juntando a satisfação e eficácia aos resultados. Para este autor os objetivos de compra podem ser definidos como: comprar com qualidade, o material de forma certa, no tempo certo, na quantidade exata, da fonte certa, e com o preço adequado (Baily, Farmer, Jessop, & Jones, 1999).

A gestão das aquisições está igualmente presente na gestão de projetos em que são aplicados todos os conhecimentos, aptidões, ferramentas e técnicas referentes às atividades de um projeto, para satisfazer os requisitos necessários à sua execução, conforme na Figura 3.1.

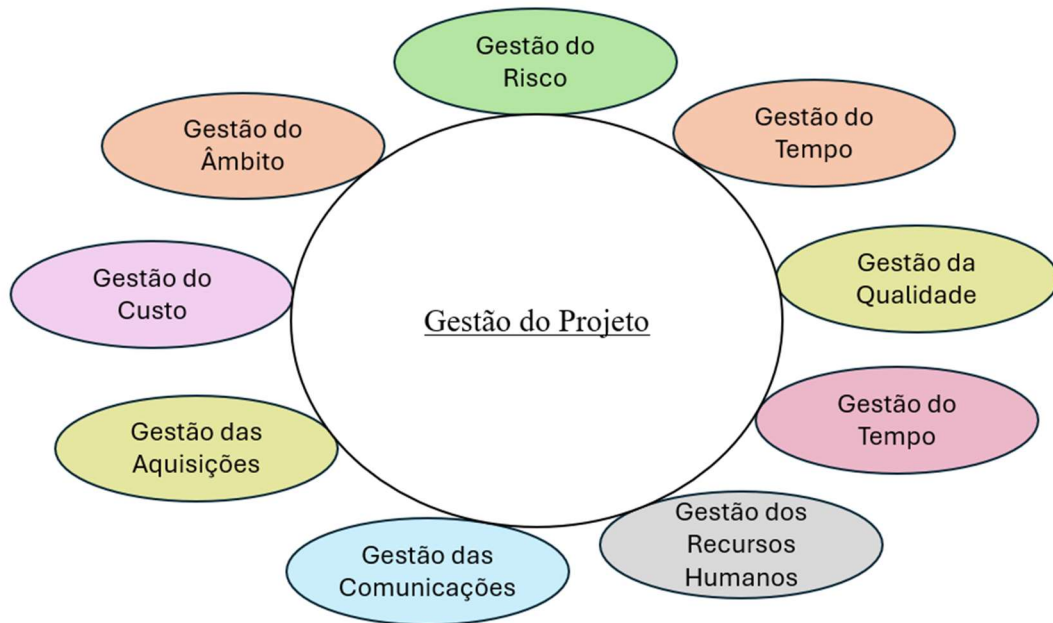


Figura 3.1 - Áreas de conhecimento da Gestão Projetos (Adaptado de: (PMBOK, 2004))

Dentro das várias áreas de conhecimento que estão contempladas nesta gestão, temos a área de Gestão das Aquisições, composta por um número de processos sequenciados (PMBOK, 2004):

- ✓ - Planear as aquisições – Determinar o que comprar, quando e como;
- ✓ - Planear as contratações – Documentar requisitos do produto, serviços e resultados e identificar potenciais fornecedores;
- ✓ - Pedir propostas a fornecedores – Obter informação, cotação ou propostas;
- ✓ -Selecionar os fornecedores – Rever ofertas, escolher fornecedores e negociar contratos escritos;
- ✓ - Gerir os contratos – Gerir o contracto e a relação com o fornecedor;
- Encerrar os contratos – Concluir e encerrar cada contrato, incluindo a resolução de questões em aberto.

Uma estratégia na gestão das aquisições depende de uma série de fatores, como o planeamento de compras, periodicidade de aquisição, o orçamento disponível, a

qualidade dos produtos, o prazo entrega dos fornecedores, que obedece naturalmente á necessidade de correta seleção dos fornecedores capazes de satisfazer estes requisitos.

Um departamento de compras eficiente pode trazer uma maior agilidade nas operações efetuadas pelas organizações, traduzindo-se na elevada qualidade das aquisições, o que para a empresa é um diferencial extremamente competitivo e positivo no mercado. Existem inúmeras definições de Compras, na Europa e na América do Norte de forma muito distinta e para dificultar, estas definições também mudaram ao longo do tempo.

No entanto, verificou-se o desenvolvimento em particular e de grande importância neste contexto, que foi dividir a função de compra em uma estratégia orientada para um conjunto de atividades em torno da seleção e contratação de fornecedores e atividades mais orientadas para o lado operacional em que a finalidade seria garantir a execução do pedido da encomenda e a sua entrega, quer fosse de materiais ou serviços (Henk Zijm, 2019).

A razão de existir esta divisão dentro do mesmo departamento, esta relacionada com a necessidade de desenvolver operações de nível estratégico e de nível operacional, que se estiverem agrupadas num único trabalho, podem fazer com que as atividades diárias impeçam a correta execução das atividades que obedecem mais a estratégia de aquisição a longo prazo.

Verificamos também que estas atividades em separado exigem diferentes níveis de competências para a sua execução, tornando este departamento mais cooperativo e completo.

Na Figura 3.2 podemos ver a distinção destas atividades dentro do mesmo departamento e a forma como são agrupadas e distinguidas em os dois grupos.

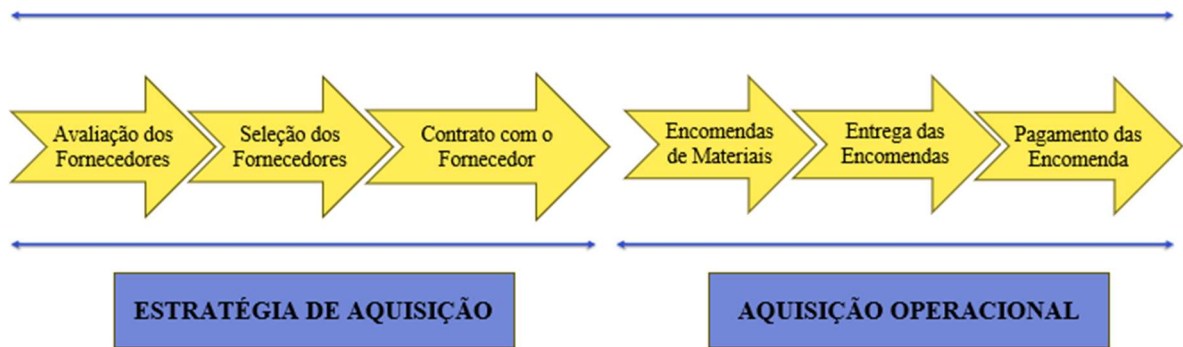


Figura 3.2- Estratégia de Aquisição e Aquisição Operacional (Adaptado de: (Henk Zijm, 2019))

A estratégia de aquisição, engloba o processo de planeamento do abastecimento, incluindo a seleção de fornecedores e a sua contratação para estabelecer a relação potencial de fornecimentos.

A aquisição operacional, compreende-se pela execução da encomenda de materiais e serviços, assegurando a sua entrega, ativando os meios de pagamento e executando assim a ordem.

Em resumo o aprovisionamento estratégico e as aquisições operacionais representam, conjuntamente as compras. Desta forma os departamentos de compras são responsáveis pelas atividades operacionais e estratégicas. O estratégico está relacionado com o processo de planeamento do fornecimento, seleção do fornecedor e suas relações, o operativo de abastecer uma organização com materiais e serviços provenientes de fontes externas a essa organização.

A gestão da cadeia de abastecimento tem como objetivo planejar, desenvolver, controlar, informar e o acompanhamento das ações entre os vários elos da cadeia de abastecimento, de modo que o resultado do processo de fornecimento integrado cumpra os objetivos estratégicos gerais (Kidd, 2013) .

Para (Leendrs M.R. & H.E, 2006) os objetivos da gestão de compras podem ser definidos nas seguintes alíneas:

- a) Melhorar a posição competitiva da organização;
- b) Garantir fluxo ininterrupto de materiais, aprovisionamentos materiais e serviços necessários para a operação da organização;

- c) Minimizar o investimento e as perdas;
- d) Manter e melhorar a qualidade;
- e) Encontrar ou desenvolver fornecedores que sejam os melhores do setor;
- f) Padronizar, quando possível, os itens comprados e o processo utilizado para prospecção do mercado;
- g) Comprar materiais e serviços solicitados ao menor custo total de aquisição;
- h) Garantir todos os objetivos apresentados ao menor custo operacional possível;

Verificamos mais uma vez que pela descrição destes objetivos estamos perante objetivos que podem ser agrupados na gestão de compras por dois grandes grupos:

- Objetivos de contribuição estratégica de compras;
- Objetivos de a contribuição operacional da área;

3.2 – Processo de Compra ou Aquisição

Este termo de compra pode ser definido como a aquisição onerosa de uma coisa ou de um direito, pelo qual se paga determinado preço. A gestão de compras é uma atividade fundamental para uma boa gestão das empresas/negócios que influencia diretamente no relacionamento com os clientes, estando também relacionada com a competitividade e o sucesso da organização.

O processo de compra engloba uma serie de fatores de elevada complexidade, sendo composto no total por uma sequência de oito fases. Estas fases traduzem-se na identificação das necessidades, definição das características e da quantidade dos produtos e serviços necessários, desenvolvimento das especificações de compra, procura e qualificação de fontes potenciais de abastecimento, solicitação e análise de propostas, avaliação de propostas e seleção de fornecedores, especificação da encomenda e respetiva frequência e avaliação de desempenho dos fornecedores, conforme se pode observar na Figura 3.3 .Caso não seja uma compra nova, ou seja, uma situação em que a compra é recorrente de um produto ou serviço, o número de fases de compra é inferior, procedendo-

se nesses casos a uma repetição de processos referentes a compras anteriores (P.Robinson, 1967) .

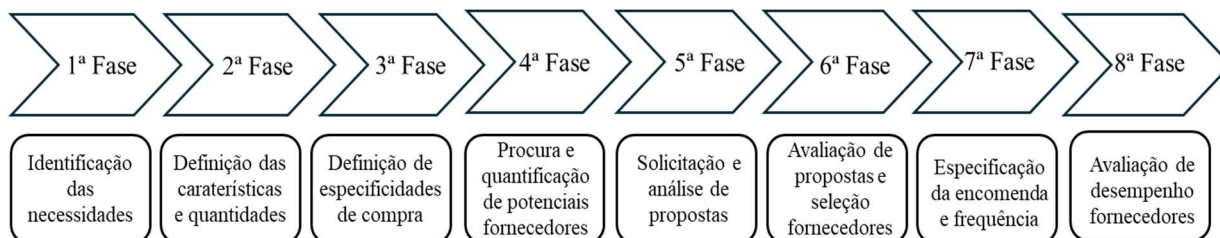


Figura 3.3 - Sequência das Fases de Compras (Adaptado de (P.Robinson, 1967))

No entanto, o processo de compras implica tempo e recursos financeiros para a organização associado a um elevado grau de risco para a mesma. Desta forma, a estratégia implementada pela organização nas compras pode influenciar fortemente o desempenho das mesmas (Padhi, 2012).

Uma vez que a influencia deste departamento se reflete diretamente na produção da empresa, a importância assenta no cumprimento dos prazos de entrega de maneira rígida, garantindo assim o cumprimento do mesmo, quer na chegada dos recursos, quer no termino os prazos que devem ser cumpridos em execução. Segundo (Arnold, 2012), esta função pode ser dividida em sete categorias:

1. Conseguir o produto / serviço no lugar certo nas quantidades certas, garantindo a sua qualidade ao menor custo possível;
2. Desenvolver serviços e produtos que dão a uma empresa uma vantagem competitiva;
3. Ter o menor Stock possível;

4. Conseguir os melhores tempos entre os ciclos das cadeiras de abastecimento (selecionando estrategicamente e atempadamente os fornecedores necessários para as necessidades apresentadas);
5. Estabelecer e melhorar os relacionamentos com clientes e fornecedores;
6. Garantir o melhor serviço possível e disponibilidade de entrega por parte do fornecedor;
7. Reduzir custos, aumentar a eficiência, e ampliar os lucros

3.3 – Processos de Seleção e Avaliação de Fornecedores

Após a pesquisa efetuada conseguimos verificar que o melhor fornecedor não é necessariamente o que apresenta melhor preço. O processo de seleção de fornecedores contempla vários fatores para se conseguir selecionar os melhores potenciais fornecedores. Alguns autores analisam a importância da seleção de fornecedores e salientam que parte dessa importância advém do facto da mesma poder comprometer os recursos da organização, influenciando diretamente a produção, o planeamento, a tesouraria e a qualidade do produto final. (Ha & Krishnan, 2008).

O processo de seleção de fornecedores tem sido abordado como um processo de decisão multicritério com um único objetivo, selecionar o fornecedor certo para a empresa que compra o produto ou serviço com a qualidade desejada, preço justo e no tempo certo. É necessário proceder a conjugação de todas as informações reunidas dos fornecedores para a avaliação dos mesmos, e por isso, ao longo dos tempos tem se recorrido frequentemente as técnicas multicritérios. Para a evolução desses processos, existem dois métodos de avaliação disponíveis, fundamentados em dados quantitativos e qualitativos. Os dados qualitativos podem abranger ferramentas de visualização e análise, aprimorando a compreensão para a tomada de decisões em situações problemáticas, com recursos para a gerar ideias sobre as soluções alternativas por meio da técnica *brainstorming* – chuva

de ideias, muito utilizada para alcançar ideias de forma rápida e livre, estimulando a criatividade e a participação de todos os membros de um grupo ou equipa.

Na análise dos métodos quantitativos temos uma ampla variedade de abordagens, as quais se podem diferenciar do seguinte modo:

- ✓ - As técnicas que recorrem ao tratamento de dados podem ser usadas para analisar decisões semelhantes efetuadas no passado, baseadas numa base de dados construída com as experiências realizadas e originando padrões gerais de regras de decisão que podem subsequentemente ser usadas para melhorar a eficiência e eficácia das decisões futuras.
- ✓ - As técnicas de otimização como programação linear, podem ajudar um tomador de decisão a encontrar soluções para problemas que podem ser descritos com a minimização de uma função de custo.
- ✓ - Nas análises de decisão multicritério as técnicas auxiliam o tomador de decisão a avaliar sistematicamente um conjunto de alternativas em vários critérios que podem ser todos de natureza diferente. sobre um método ou técnica que visa especificamente. A Figura 3.4 mostra uma possível sequencia de etapas dos processos que podemos encontrar (Le Boer, 2001).

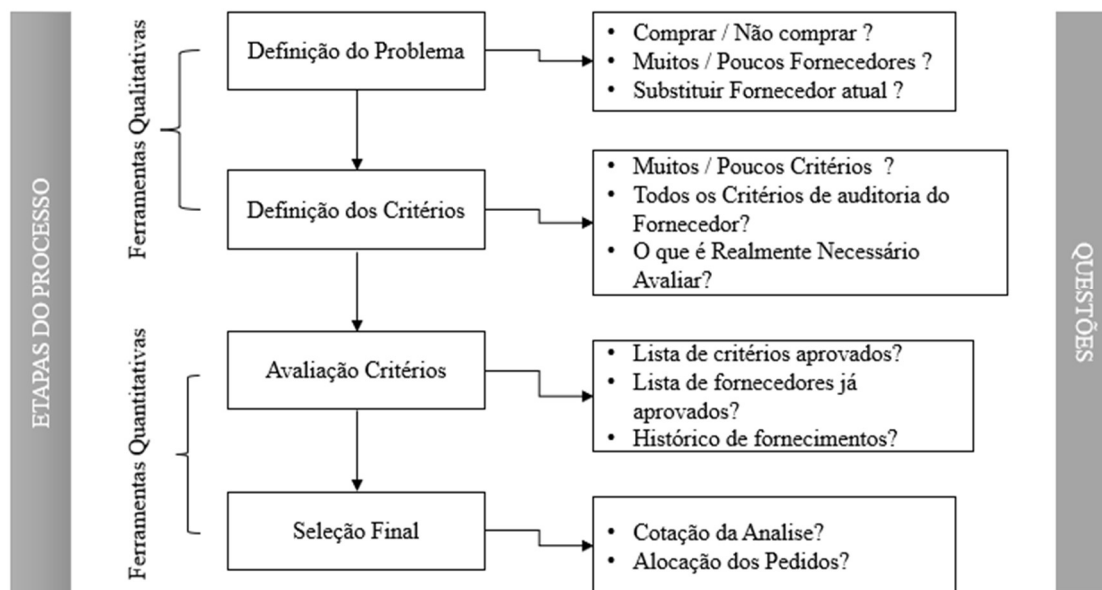


Figura 3.4 - Etapas dos MDMC na seleção de Fornecedores (Adaptado de (Le Boer, 2001))

- **Definição do problema:** para dar início ao processo é necessário questionar-se sobre o que exatamente se pretende alcançar com a seleção de fornecedores. As empresas são geridas de forma distinta, pois existem empresas que procuram frequentemente novos fornecedores devido a necessidade de atualização dos seus produtos e também a variedade dos mesmos. Outras empresas optam pela criação de ambientes com relacionamentos próximos com fornecedores, desenvolvendo parcerias e contratos de longo prazo. Assim a tomada de decisão depara-se com diferentes situações que devem conduzir a diferentes decisões. Para conseguir fazer a escolha certa, o processo de compras deve inicialmente definir claramente quais os objetivos do processo de seleção;

- **Definição dos critérios:** para esta etapa, a organização que vai comprar deve reunir esforços para conseguir expressar claramente na definição dos critérios de decisão os seus requisitos e necessidades, desde o nível operacional ao nível estratégico. A grande dificuldade nesta etapa é a conversão das necessidades em critérios utilizáveis, porque normalmente estas são expressas em conceitos qualitativos;

- **Avaliação dos Critérios:** esta avaliação consiste em reduzir o conjunto de todos fornecedores para um conjunto que possa ser avaliado mais detalhadamente durante a escolha final. Esta avaliação pode ser efetuada em um ou vários passos, recorrendo a diferentes métodos de eliminação que podem ser aplicados quando uma alternativa não satisfaça alguma regra de seleção;

- **Seleção final:** nesta última etapa os fornecedores avaliados anteriormente são ordenados pela pontuação que adquiriram e podendo ser selecionado um ou mais fornecedores. Se mais de um fornecedor for selecionado, nesta fase efetua-se a alocação de pedidos entre os selecionados, considerando a possibilidade de alocar um fornecedor para um produto ou para um grupo de produtos em uma só vez.

Segundo (Castro, Gomez, & Franco, 2009) os principais aspetos que influenciam a elaboração desta estratégia e o processo de decisão estão diretamente relacionados com natureza e a diversidade dos produtos e serviços adquiridos e também com as oscilações dos critérios quantitativos e qualitativos na forma como são geridas as encomendas. É para isso necessário efetuar uma análise contextual para conseguir determinar a dimensão base do fornecedor (fornecedor para um produto único ou fornecedores de diversos produtos), a relação que se tem com os fornecedores (aquisições simples ou parcerias estratégicas a longo prazo) e os tipos de aquisição (primeira compra, compra rotineira, compra diferente do habitual). São estes aspetos que determinam as múltiplas fases necessárias no processo de seleção, influenciando a sua complexidade face a necessidade encontrada.

3.4 – Critérios de Avaliação Fornecedores

De acordo com a literatura, muitos dos critérios de seleção de fornecedores variam consoante as situações, e os especialistas concordam que não há uma única melhor maneira de avaliar, os fornecedores são selecionados pelas organizações usando uma variedade de diferentes abordagens nos seus processos de avaliação. Na pesquisa

efetuada para os critérios de seleção de fornecedores identificamos dezenas de critérios de natureza quantitativa e qualitativa que podem ser considerados durante a seleção de fornecedores (Ha & Krishnan, 2008).

(Cengiz & Ufuk, 2014) propõem uma categorização dos critérios para seleção de fornecedores que os subdivide em critérios relativos à: reputação dos fornecedores, desempenho de produtos fornecidos, desempenho de serviços e, por último, desempenho associado a custos.

Para conseguir obter os melhores critérios capazes de avaliar corretamente o fornecedor indicado para o fornecimento do produto ou serviço necessário, devemos ter em consideração a colaboração de vários departamentos dentro da organização, dos quais se destacam as compras, produção, engenharia e planeamento. A contribuição obtida através destes departamentos deve continuar mesmo após a aquisição de materiais, permitindo posteriormente efetuar uma avaliação de desempenho dos fornecedores. Estes contributos podem permitir que a empresa consiga estabelecer relações a longo prazo com os fornecedores e até mesmo promover o desenvolvimento de uma cadeia de aprovisionamentos eficiente (Chopra & Meindl, 2003).

Os critérios que devem ser desenvolvidos para medir aspetos importantes do negócio dos fornecedores são: a solidez financeira, a sua capacidade de produção, capacidades técnicas, recursos tecnológicos e qualidade. O fornecedor selecionado deve sobretudo ter uma sólida situação financeira, sendo este um dos indicadores principais de estabilidade a longo prazo. A confiança no fornecedor e na sua capacidade de administração também representa um elemento fundamental e esta relacionada também com a capacidade técnica que este tem para o desenvolvimento dos produtos. A produção, recursos tecnológicos e qualidade estão diretamente relacionados com a empresa ter capacidade de cumprir planeamentos através dos prazos estipulados e custos (Cengiz & Ufuk, 2014).

(Dickon, 1966) realizou um estudo onde pesquisou os critérios que os compradores consideram essenciais na execução dos contratos com os seus fornecedores, envolvendo a participação de 170 profissionais de compras. Deste estudo resultou uma lista de 23 critérios a verificar em cada fornecedor:

1. O preço líquido (incluindo descontos e transporte);

2. A capacidade que o fornecedor tem para atender às especificações de qualidade exigidas;
3. O serviço de garantia;
4. A capacidade do fornecedor de cumprir os cronogramas de entrega especificado;
5. A localização geográfica;
6. A posição financeira e classificação de crédito;
7. As instalações de produção e a sua capacidade;
8. A quantidade de negócios que já foram feitas;
9. A capacidade técnica (incluindo instalações de pesquisa e desenvolvimento);
10. A gestão e organização;
11. A necessidade de compras futuras a este fornecedor;
12. O sistema de comunicação (com informações sobre os dados de andamento dos pedidos);
13. O controlo operacional (incluindo relatórios, controle de qualidade e inventário sistemas de controle);
14. A posição na indústria (incluindo liderança e reputação do produto);
15. O registo das relações de trabalho (relações do trabalho com a mão-de-obra);
16. A atitude de cada fornecedor em relação à sua organização;
17. O desejo pelo seu negócio demonstrado;
18. As garantias e políticas de reclamações;
19. A capacidade de cada fornecedor de atender aos requisitos da embalagem para os seus Produtos;
20. A impressão que se tem de cada fornecedor, avaliada em contatos pessoais;
21. A disponibilidade de ajuda e realização de testes e guias de uso do Produto;
22. Conformidade ou probabilidade de conformidade com seus procedimentos (tanto licitação e operacional);

23. O histórico de desempenho de cada fornecedor.

Deste estudo efetuado concluiu 23 fatores dos quais a qualidade, prazo entrega e histórico de desempenho e as garantias são os critérios mais importantes. Nesta altura era pratica comum que os métodos de avaliação fornecedores considerassem como fator principal na tomada de decisão as condições financeiras.

Existe também um estudo realizado por (Weber, J.R, & Benton, 1991) onde conseguimos encontrar critérios chave que se pensava afetar decisões de seleção de fornecedores. Estes foram retirados de 74 artigos relacionados que apareceram desde o conhecido estudo de Dickson. Desta análise abrangente, resumiram que o “preço” era o fator mais bem classificado, seguido por “entrega” e posteriormente a “qualidade”.

Constatou ainda que os critérios que costumam receber mais atenção estão associados primeiramente ao “custo”, seguidos por “competências-chave”, “complacência” e “capacidade para colaboração e desenvolvimento”, onde se verifica já uma tendência para o aumento da importância de critérios relacionados a parcerias e colaboração em redes de aprovisionamentos.

Por outro lado (Frodell, 2011) efetuou o seu estudo com base na participação de 12 profissionais do departamento de compras, organizando-os da seguinte forma na Figura 3.5 :

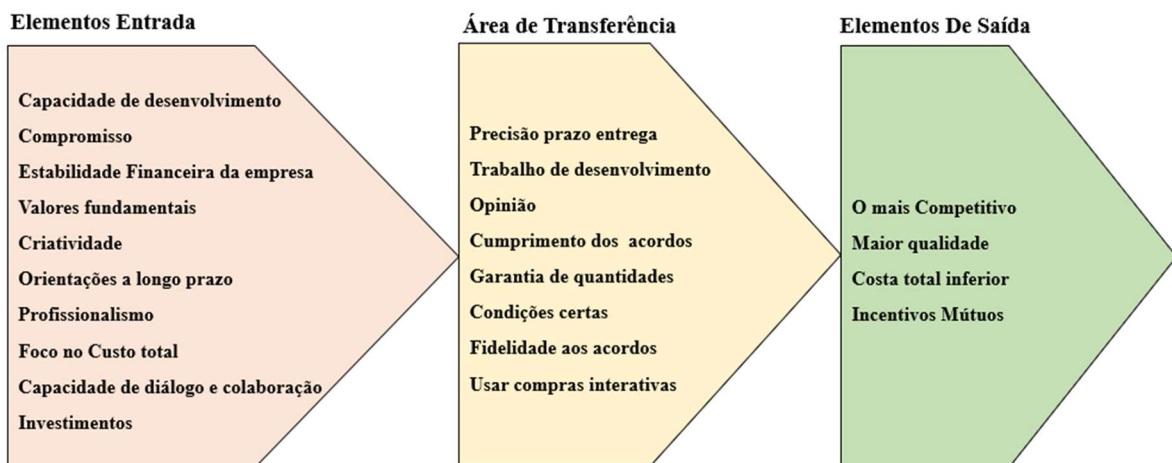


Figura 3.5 - Critérios para alcançar relações eficientes entre o contratante e fornecedor (Adaptado de (Frodell, 2011))

No decorrer das entrevistas realizadas o seu foco foi os critérios de entrada, devido a necessidade de obter os critérios essenciais aos quais os fornecedores deveriam cumprir. Foi criada uma área de transferência que permite a ligação entre os critérios de entrada e os de saída do fornecedor. Verificamos por isso que a saída potencial e desejada da relação com um fornecedor é fácil de ver, mas como esta saída esta dependente dos processos operacionais e estratégicos realizados no decorrer dos trabalhos, muitas vezes é mais difícil para a empresa adjudicatária constatar este facto.

Um processo difícil de avaliar na relação com o fornecedor é fazer a correspondência entre as variáveis de entrada mais discretas, como os valores centrais, criatividade e comprometimento e a avaliação final do fornecedor, porque podem não estar bem visíveis os seus efeitos na eficiência da relação com esse fornecedor. Constatou que os critérios que costumam receber mais atenção estão associados primeiramente ao “custo”, seguidos por “competências-chave”, “complacência” e “capacidade para colaboração e desenvolvimento”, onde se verifica já uma tendência para o aumento da importância de critérios relacionados a parcerias e colaboração em redes de aprovisionamentos.

Conforme já foi referido os critérios podem possuir natureza quantitativa, tais como custo, prazo de entrega ou qualitativa, como comunicação com o fornecedor, confiança e capacidade de comprometimento. Nesta pesquisa verificamos também que segundo (Humphreys, Wong, & Chan, 2003) os aspetos ambientais têm vindo a ganhar importância nas organizações, no sentido de um pensamento virado para a sustentabilidade do nosso planeta. Constatou-se que é preocupação de algumas organizações tentar desenvolver produtos e serviços que utilizem menos embalagens, reduzam a poluição ou consumam menos energia de fabrico, podendo ainda tornar-se esse esforço mais eficaz ao ligá-lo às atividades das compras. Logo, devemos considerar como critério ao selecionar fornecedores, os que tem esta preocupação com o ambiente, representando assim um passo importante para que todas as organizações se tornem consciente da importância destes fatores nos seus processos produtivos. Com base nesta consideração, justifica-se a inclusão de uma componente ambiental nos critérios de seleção de fornecedores.

3.5 – Critérios de Avaliação Fornecedores na Construção Civil

Tradicionalmente, a seleção e avaliação de fornecedores nesta indústria, focava-se apenas na escolha do fornecedor com o preço mais baixo, ignorando outras fontes significativas de custos indiretos associados aos fornecedores. No entanto, observou-se que atualmente existe uma ênfase crescente na incorporação de diversos critérios de avaliação de fornecedores na tomada de decisão, em que, o critério mais comum utilizado para avaliar o desempenho dos fornecedores é a qualidade, seguida pelo prazo entrega, preço ou custo, entre outros. Esta constatação demonstra que a abordagem tradicional de um único critério baseado no menor custo não é suficientemente sólida e abrangente na gestão contemporânea de abastecimento. A ênfase exclusiva nos custos não garante que o fornecedor selecionado seja o ideal globalmente, uma vez que critérios voltados para a satisfação do cliente, como qualidade e pontualidade na entrega, são fundamentais para o sucesso do fornecimento (Aretoulis, Kalfakakou, & Striagka, 2009).

Para selecionar fornecedores na Indústria da Construção Civil, é importante considerar uma série de critérios para garantir a qualidade dos materiais, o cumprimento dos prazos e a eficiência geral de todo o processo. Alguns dos critérios existentes para a seleção de fornecedores abordados anteriormente, são igualmente aplicados nesta indústria:

- ✓ - **Qualidade dos Materiais:** Os materiais fornecidos devem atender aos padrões de qualidade e especificações técnicas exigidos para o projeto de construção.
- ✓ - **Preço Competitivo:** Comparar os preços dos materiais oferecidos pelo fornecedor com outros no mercado, garantindo uma relação custo-benefício favorável.
- ✓ - **Prazos de Entrega:** Avaliar a capacidade do fornecedor de cumprir prazos de entrega acordados, evitando atrasos no cronograma da obra.

- ✓ - **Confiabilidade do Fornecedor:** Avaliar a reputação e a confiabilidade do fornecedor no mercado, incluindo sua experiência e histórico de entrega de materiais de qualidade e assistência técnica/garantias.

- ✓ - **Localização e Logística:** A proximidade do fornecedor em relação ao local da obra e sua eficiência logística também são aspectos importantes a serem considerados para reduzir custos e prazos de entrega.

Para uma gestão eficaz de fornecedores, é fundamental avaliar diversos critérios, sejam eles diretos ou indiretos. Numa indústria extremamente competitiva como a da construção civil, com orçamentos cada vez mais baixos e com margens de lucro mais reduzidas, não podemos descorar nunca a qualidade das materiais, mantendo uma relação direta com o custo. É necessário garantir assim a aquisição de produtos e/ou serviços de qualidade e isto implica verificar se os fornecedores cumprem as exigências legais e normas técnicas, assim como as certificações que possuem. Optar por materiais de qualidade inferior pode comprometer a segurança da obra, incorrendo em sérios problemas para os proprietários e afetando a reputação da empresa construtora.

Outro fator indireto que pode desencadear um aumento no custo é por exemplo, falhas com a entrega de materiais fora do prazo estabelecido, podem causar atrasos na construção, aumentando os custos operacionais e a insatisfação do cliente final, que terá de esperar mais tempo pela finalização do seu projeto. (Cengiza, ytekinb, Ozdemirb, Kusanb, & Cabuka, 2017). Neste caso á que avaliar a capacidade de produção do fornecedor, para satisfazer a necessidade de abastecimento da obra.

A estabilidade financeira do fornecedor é igualmente importante para o cumprimento dos critérios anteriores, impactando com a qualidade, capacidade de produção, custo e condições de pagamento disponíveis para o fornecimento do material.

Existem muitos outros critérios ligados a esta indústria que ainda não são tão valorizados, nomeadamente os que estão relacionados com a sustentabilidade dos produtos e de questões ecológicas relacionadas com o meio ambiente. Porém estes critérios estão em

grande desenvolvimento e a curto prazo alcançaram uma importância muito relevante na tomada de decisão aquando da aquisição dos materiais.

Com base nos resultados desta pesquisa, os critérios mais frequentemente citados como de extrema importância, são efetivamente o custo, a qualidade, o prazo de entrega, assistência técnica/garantias e a capacidade financeiro (condições de pagamento impostas) (Aretoulis, Kalfakakou, & Striagka, 2009).

3.6 – Atribuição de Níveis de Importância dos Critérios Avaliação

Depois de uma longa pesquisa bibliográfica sobre os critérios de avaliação de fornecedores para a correta seleção de fornecedores, importa agora realçar os níveis de importância para cada critério, já que a ponderação dos critérios e a qualificação das propostas parece ser a fase mais complexa do processo por envolver diversos cálculos.

Os métodos de decisão que consideram mais de um critério são definidos como métodos de decisão multicritério (métodos MCDM). Nesses métodos, algumas alternativas são avaliadas segundo um número de critérios definidos, sendo que cada critério induz a uma ordenação particular das alternativas, fazendo com que seja necessária a adoção de algum mecanismo capaz de construir uma ordenação geral de preferências, também chamada de ranking ou classificação (Kahraman, 2008).

Para construir um modelo de decisão devemos contar com vários pontos de decisão, utilizando vários critérios durante essa avaliação. Esses pontos decisórios são responsáveis por definir os valores de decisão e os atributos necessários, tais como os pesos dos critérios (nível de importância). Em modelos de ponderação linear, os pesos são dados aos critérios, o maior peso indicando a maior importância. As classificações nos critérios são multiplicadas por seus pesos e somados de forma a obter um único "valor para cada fornecedor. O fornecedor com a classificação geral mais alta pode então ser selecionado.

A atribuição dos níveis de importância, bem como a sua ponderação, deve estar de acordo com o do produto e diretamente relacionada com o tipo de indústria. Estes tributos podem variar de um projeto para outro, o que torna por vezes a avaliação difícil, originando a

comparação de muitos fatores. Deve-se recorrer ao maior número de informação possível, recolhendo informações de todos os intervenientes conhecedores dos produtos, do projeto e da sua importância. Só assim será possível obter avaliações criteriosas e capazes de atribuir os níveis de importância exatos para cada critério de avaliação, definidos anteriormente para os fornecedores.

3.7 – Processo de Tomada de Decisão

A tomada de decisão está presente em todo o nosso cotidiano e podemos verificar o seu significado direto no dicionário de língua portuguesa, sendo que a palavra decisão advém da palavra “decidir”: determinar o que deve ser feito; tomar uma decisão (sobre). Está intrínseca a escolha de alternativas que necessariamente englobam um processo bastante abrangente para a sua escolha.

Dentro de uma organização a tomada de decisão consiste em fazer uma escolha importante para ampliar os seus resultados e melhorar a performance da empresa. Quando falamos em tomar uma decisão estamos perante a necessidade da resolução de um determinado “problema” e os gestores decidem em função das informações que lhes são fornecidas ou que os mesmos consigam obter sobre o tema que envolve esse problema. O Somatório dessas ações pode desencadear consequências para o futuro do negócio, dos seus colaboradores e clientes (John M. Ivancevich, 2011).

A decisão deve ser racional e baseada nos fatos disponíveis, selecionados previamente com o recuso aos métodos para auxiliar, que já abordados nos capítulos anteriores, e de acordo com as expectativas futuras da organização. Estas decisões devem sempre estar alinhadas comum planeamento estratégico subjacente á tomada de decisão, para que o gestor consiga selecionar a melhor alternativa para o problema. Quando é necessário tomar uma decisão devemos ter em mente três essenciais perguntas: Qual é a minha meta/objetivo? - O que isso envolve? - Até onde posso planear agora? (Kondalkar, 2007) e (Gilbson, J.L, J.M., Donnelly, & Konopaske, 2011) defendem que o processo de tomada de decisão é sequencial e obedece a uma sequência de regras que pretendem eliminar possíveis falhas neste processo, apresentadas da seguinte forma:

- ✓ - Definição de metas e objetivos organizacionais específicos e avaliação dos resultados;
- ✓ - Identificação dos problemas existentes em alcançar essas metas e objetivos definidos;
- ✓ - Análise e desenvolvimento de possíveis soluções para esses problemas;
- ✓ - Seleção das alternativas com maior probabilidade de otimização dos objetivos;
- ✓ - Implementação da decisão recorrendo ao uso dos melhores métodos de comunicação;
- ✓ - Controle e avaliação desta decisão após a sua implementação, verificando os resultados obtidos;

Antes de iniciar qualquer processo de tomada de decisão é necessário definir em primeiro lugar quem é o responsável pela tomada de decisão e conhecer os objetivos das partes interessadas. Identificar o(s) tomador(es) de decisão no início do processo reduz o desacordo sobre a definição do problema, requisitos, metas e critérios. Embora estes não estejam implicados no processo de avaliação, é essencial conseguir obter as seguintes informações para executar uma correta avaliação: a definição do problema, os requisitos, metas e objetivos e o desenvolvimento dos critérios de avaliação (Baker, Bridges, Hunter, & Johnson, 2021).

Tudo isto com o objetivo de que todo o processo de avaliação corresponda exatamente a necessidade encontrada e possa representar uma possível solução para a resolução da mesma.

Na Figura 3.6 podemos observar uma sequência de 8 passos do processo de Tomada de Decisão, de acordo com a ordem definida, podendo o mesmo ser interrompido e voltar a etapa anterior sempre que sejam facultadas novas informações ou descobertas necessidades que até então não tinham sido detetadas.

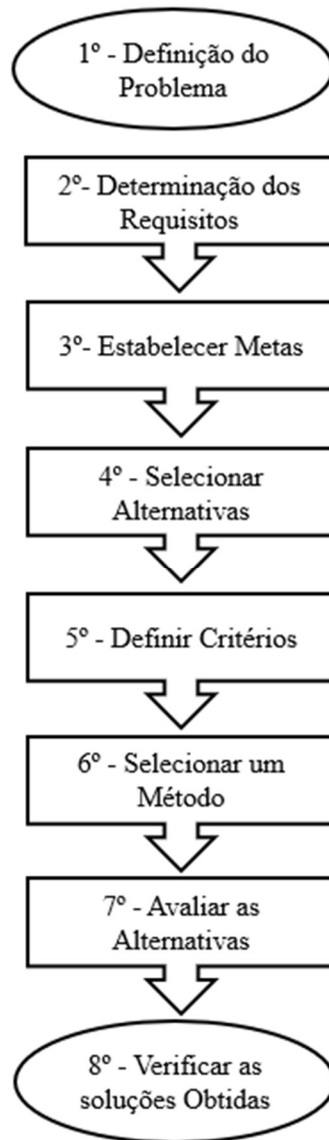


Figura 3.6- Sequência do Processo Tomada de Decisão (Adaptado de (Baker, Bridges, Hunter, & Johnson, 2021))

1º Passo – A definição do problema: consiste na identificação da necessidade detetada, expressando as causas e criando seus limites para evitar sobreposições. Deve ainda ser o mais detalhada possível para ser conseguir obter uma correta análise nos passos seguintes. Para obter esta definição devem ser colocadas questões exatas às partes interessadas dentro das organizações;

2º Passo – Determinação dos Requisitos: condições que qualquer solução que possa ser aceita deve reunir face ao problema. Estes devem ter por base também as informações retiradas dos vários departamentos da organização, dos especialistas e de todos intervenientes do processo. Os requisitos devem explicitar o que a solução do problema deve fazer, do ponto de vista matemático estes representam as restrições que definem o conjunto de soluções admissíveis do problema de decisão;

3º Passo – Estabelecer Metas: devem estabelecer as barreiras limite com a definição das intenções desejáveis tal como os objetivos, os seus reais conhecimentos permitem a uma correta seleção de alternativas. É também durante este processo de estabelecimento de metas podem sugerir requisitos ou requisitos novos para a seleção;

4º Passo – Selecionar Alternativas: as alternativas devem oferecer diferentes abordagens para em função dos objetivos e metas definidos. Quem esta responsável pela decisão avalia os requisitos e os objetivos, selecionando as alternativas que visam satisfazer na totalidade os mesmos tanto quanto possível;

5º Passo – Definir Critérios: dificilmente encontraremos uma alternativa que cumpra todos objetivos, exigindo que se efetue uma comparação entre as alternativas existentes. A escolha da alternativa será baseada na que consegue reunir mais os objetivos. As definições dos critérios de decisão devem ser baseadas nos objetivos definidos, em que cada critério deve quantificar algo importante e não depender de outro critério. O número de critérios vai depender dos objetivos definidos e incluir todos, ser operacionais e não redundantes para facilitar a tomada de decisão.

6º Passo – Selecionar um método para a tomada de decisão: esta fase é também uma das mais importantes e complexas, sendo que alguns métodos podem ser complicados e difíceis de aplicar, dependendo do tipo de problema que estamos a abordar. A seleção do método deve estar diretamente relacionada com a complexidade do problema e com a

experiência do decisor. Regra geral, quando mais acessível for o método, melhor será a sua interpretação, impedindo assim atrasos nas decisões necessárias.

7º Passo - Avaliar as Alternativas: as mesmas podem ser avaliadas por métodos qualitativos, quantitativos ou a conjugação de ambos. Os critérios devem ser ponderados e usados para avaliar as mesmas, recorrendo a uma análise de sensibilidade para melhorar a seleção.

8º Passo - Verificar as soluções obtidas com base na definição do problema: no final do processo de avaliação e após a seleção de uma solução, deve ser verificada se a mesma garante a resolução do problema identificado. Tem de ser necessariamente efetuada uma comparação entre o problema inicial, os objetivos e o cumprimento dos requisitos.

Assim que estas soluções forem validadas, passam a servir de suporte à tomada de decisão do responsável, servindo de base à decisão final. O processo de decisão, termina com a recomendação da solução final que resolva o problema identificado.

Embora se encontre muita literatura que tenta explorar este tema, considerado um dos mais importantes na gestão das organizações, o desenvolvimento de um método perfeito para a tomada de decisão na vida real continua a ser uma meta difícil de alcançar. A contradição entre a dimensão do estudo sobre este assunto e a indefinição da sua aplicabilidade na vida real constitui ainda um verdadeiro paradoxo da tomada de decisão (Triantaphyllou, 2000).

Com base no estudo já efetuado, verificamos que estes passos de tomada de decisão estão intrínsecos no processo de seleção do fornecedor, em que podemos entender como “Avaliação de Alternativas” a avaliação dos fornecedores em estudo, previamente selecionados com base nos critérios primeiramente definidos em função da necessidade detetada para a aquisição de um produto ou serviço. No passo seguinte, “Verificar as soluções Obtidas” entende-se como o resultado obtido destas avaliações, podendo de seguida selecionar o melhor fornecedor que se enquadra para a aquisição do

produto/serviço em análise, capaz de cumprir todos os requisitos, satisfazendo todas as necessidades.

3.8 – Métodos de Decisão Multicritério (MCDM)

Os métodos de decisão Multicritério surgem nos anos 60 como um instrumento de auxílio á tomada de decisão, que permitem auxiliar as organizações nas decisões que melhor sirvam as suas necessidades, considerando inúmeros critérios, a Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão (MCDM do inglês *Multi-criteria Decision Making* ou MCDA – *Multi-criteria Decision Analysis*) apresenta um conjunto de métodos (Carmo, Neto, & Dutra, 2011), que permitem a organização geral das suas preferências, definidas através dos níveis de importância e classificações.

Estas metodologias permitem que os responsáveis pela seleção de fornecedores tenham em consideração um elevado número de critérios, dando origem a que as suas decisões sejam tomadas numa relação a longo prazo. Servem igualmente para auxiliar o responsável pelas compras a sustentar melhor a sua decisão, devido à existência de fatores intangíveis, como por exemplo o risco, na comparação entre alternativas. O recurso a estas metodologias permite uma análise mais rápida da informação relevante sobre a tomada de decisão, por exemplo, através da facilidade de integração de dados de diversos fornecedores. Por outro lado, permitem um armazenamento da informação mais eficiente, sendo mais fácil justificar as decisões tomadas com a utilização de estruturas de critérios que permitam o acesso à informação em casos futuros.

Neste contexto existem diferentes métodos de decisão que podem ser adotados, considerando os diversos aspetos de adequação de um ou mais métodos para as decisões em seleção de fornecedores. Com o objetivo de identificar os modelos de seleção de fornecedores que consideram múltiplos atributos, foi efetuada uma pesquisa que se baseou-se na análise de artigos científicos disponíveis. Ao longo do processo de pesquisa, deparamo-nos com revisões bibliográficas realizadas ao longo de vários anos, com várias atualizações e desenvolvimento dos modelos. Na Figura 3.7 podemos ver os métodos

mais encontrados ao longo desta revisão bibliográfica, capazes de auxiliar a tomada de decisão para este tipo e problemas.

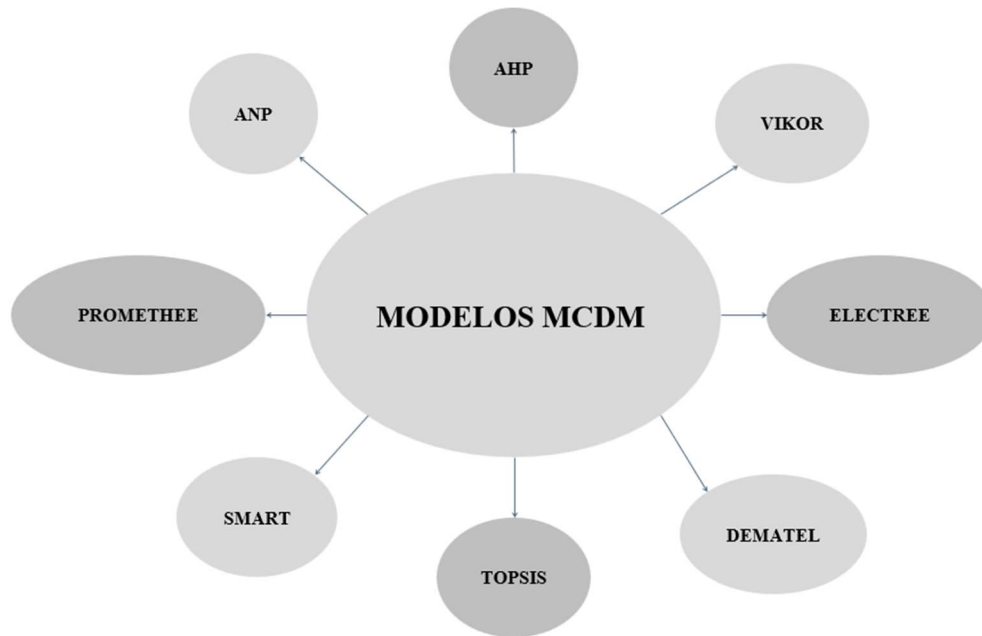


Figura 3.7 –Métodos de Decisão Multicritério mais utilizados (Fonte: Própria)

Conforme podemos verificar nos métodos de seleção de fornecedores podemos encontrar modelos simples, baseados em formulações matemáticas, estatísticos ou de inteligência artificial e os modelos combinados que resultam da combinação de modelos matemáticos. Estes modelos eliminam critérios e alternativas redundantes no processo de avaliação, como por exemplo o recurso a programas de auditorias. Permitem também uma comunicação mais fácil das diferenças entre as alternativas, tornando as decisões mais claras caso sejam necessárias explicações futuras (Le Boer, 2001).

Na Tabela 3.1 podemos ver as características principais de cada um destes métodos, assim como a sua formulação e aplicação. Todos tem princípios distintos, sendo que, a diferença principal esta na abordagem que é feita aos critérios, pesos dos critérios e forma com são efetuadas as medições das comparações entre as alternativas.

Tabela 3.1 - Características dos Métodos de decisão Multicritério (Fonte: própria)

<u>MÉTODO</u>		<u>FORMULAÇÃO/APLICAÇÃO</u>
AHP e ANP	→	Atribuir valores a cada alternativa e obter o grau de preferência por meio de uma tabela de classificação (ranking). Efetuam comparações de pares das alternativas
ELECTRE e PROMETHEE	→	Métodos que estabelecem conexões entre os critérios de decisão. Os pesos atribuídos aos critérios são unicamente da responsabilidade do decisor. Efetuam a comparação par-a-par de cada alternativa, medindo a sua diferença.
TOPSIS e o VIKOR	→	Efetua-se comparações das alternativas em conjunto através da identificação de pesos para cada critério e procedem à normalização das pontuações individuais para medição das distâncias geométrica entre cada alternativa e a alternativa ideal
DEMATEL	→	Analisa as relações de influência entre critérios de avaliações complexas. Tem uma abordagem para as interações entre diferentes elementos de um sistema e identifica a importância relativa de cada critério.

Os métodos preponderantes na seleção de fornecedores incluem o Processo Hierárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process - AHP) e o Processo de Rede Analítico (Analytic Network Process - ANP). A finalidade principal desses métodos é atribuir valores a cada alternativa, refletindo o grau de preferência por meio de uma tabela de classificação (ranking). Enquanto o AHP emprega comparações de pares e julgamentos de especialistas para lidar com a avaliação de atributos qualitativos ou intangíveis, o ANP se apresenta como uma extensão do AHP (Chai, Liu, & Ngai, 2013).

ELECTRE e o PROMETHEE, são métodos que estabelecem conexões entre os critérios de decisão, levando em consideração as preferências do tomador de decisão, a qualidade das ações decididas e a natureza do problema. Assim, o decisor pode escolher o critério mais apropriado às suas necessidades mediante essa análise. Os pesos que são atribuídos aos critérios são unicamente da responsabilidade do decisor, realçando a importância de

cada um em função da necessidade para a resolução do problema (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005).

Os métodos TOPSIS e o VIKOR, são conhecidos como métodos de compromisso, porque realizam comparações entre um conjunto de alternativas através da identificação de pesos para cada critério, normalizando pontuações individuais para calcular a distância geométrica entre cada alternativa e a alternativa ideal. Esses métodos identificam o melhor resultado em cada critério. Estes dois métodos aplicam diferentes técnicas de normalização para eliminar as unidades das funções de critério: o método VIKOR emprega a normalização linear, enquanto o método TOPSIS utiliza a normalização por vetor (Opricovic & Tzeng, 2004).

SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) e DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) são métodos pertencentes igualmente ao domínio da Tomada de Decisão Multicritério (MCDM) que não se enquadram em categorias específicas. O SMART é uma técnica básica de classificação que emprega uma abordagem simples de soma de pesos para calcular valores totais de classificações. Embora capaz de lidar com critérios quantitativos e qualitativos, o SMART apresenta limitações na gestão eficaz de informações incertas, como termos linguísticos e valores de intervalo. Embora este método seja muito versátil em lidar com diferentes tipos de critérios, os grandes desafios está em lidar com informações imprecisas, ambíguas, como aquelas que envolvem termos vagos, intervalos de valores ou valores fuzzy (nebulosos). Isso sugere que, em situações onde a incerteza é proeminente, outros métodos mais especializados podem ser mais apropriados. DEMATEL é um modelo estrutural utilizado para analisar as relações de influência entre critérios de avaliação complexos. Ele oferece uma abordagem para mapear e compreender as interações entre diferentes elementos em um sistema, ajudando a identificar a importância relativa de cada critério e sua influência nas decisões. Essa técnica é comumente aplicada em situações de tomada de decisão complexas e multidimensionais (Chai, Liu, & Ngai, 2013).

Numa análise mais simples os modelos são de ponderação linear, onde são atribuídos pesos aos critérios de avaliação. As avaliações são multiplicadas pelos pesos correspondentes e somadas para obter uma pontuação geral para cada fornecedor. O fornecedor com a maior pontuação é selecionado. Podemos encontrar estes modelos nas

diversas literaturas sobre a gestão de compras, que durante todos estes anos têm sido alvo de diversas adaptações. Uma das adaptações de extrema relevância foi a parte compensatória do modelo, em que uma pontuação alta em um critério pode compensar uma baixa pontuação em outro critério, enquanto em modelos não compensatórios são estabelecidos níveis mínimos e diferentes para cada critério.

Segundo (Cengiza, ytekinb, Ozdemirb, Kusanb, & Cabuka, 2017) ,os métodos mais promissores para a tomada de decisão na Indústria da Construção Civil são o processo de hierarquia analítica (AHP), ANP, programação matemática e técnica simples de classificação multi-atributos (SMART). Os métodos ELECTRE e PROMETHEE surgem com a necessidade em explorar a relação de sobre classificação com o objetivo de ajudar os decisores a resolver seus problemas na seleção de fornecedores, ou seja, quando há múltiplas alternativas que parecem ser igualmente desejáveis. Estes métodos foram concebidos para auxiliar os tomadores de decisão a resolver esses problemas, considerando situações em que a escolha não é clara ou óbvia.

É importante destacar que os mesmos métodos de avaliação utilizados para a seleção de fornecedores podem também ser aplicado para avaliar as empresas subcontratadas, uma vez que a abordagem utilizada é de aplicação geral e pode ser aplicada em qualquer tipo de material ou pelo trabalho prestado ou pelo seu desempenho.

Nesta dissertação, será elaborada a aplicação dos métodos AHP e PROMETHEE, num caso de estudo sobre a seleção de fornecedores na indústria da construção civil, com intuito de simular a aquisição de um material. Esses métodos serão explorados em detalhe no capítulo seguinte, oferecendo-se uma compreensão mais profunda de sua utilização e princípios subjacentes.

A combinação das duas técnicas, AHP e PROMETHEE pode ser altamente benéfica. O uso do AHP para ponderar os critérios é crucial para garantir que a importância relativa de cada critério seja adequadamente considerada. Isso reflete a visão estratégica da empresa e ajuda a garantir que os critérios mais importantes influenciem significativamente a decisão final. Por outro lado, o PROMETHEE é útil para comparar diretamente as alternativas com base nos critérios ponderados. Sua simplicidade e abordagem direta tornam-no uma ferramenta eficaz para a classificação e ordenação das alternativas, o que é especialmente útil em aspetos operacionais da tomada de decisão.

A combinação das duas técnicas permite uma abordagem abrangente e equilibrada para a tomada de decisões. O AHP fornece a estrutura e a ponderação necessárias para considerar os critérios estratégicos, enquanto o PROMETHEE simplifica a comparação e classificação das alternativas. Juntas, essas técnicas podem ajudar as empresas a tomar decisões mais informadas e robustas, considerando tanto a visão estratégica quanto as necessidades operacionais.

3.9 – Método AHP

De acordo com a pesquisa efetuada sobre os métodos MDCD, conferiu-se que o método AHP foi um dos primeiros métodos desenvolvidos para as decisões multicritério de elevada complexidade. Este método foi criado na década de 1970 pelo professor Tomas L. Saaty, e foi modelado tendo por base a matemática e a psicologia. (Saaty T. L., 1980). Este método é baseado num processo hierárquico analítico e apresenta uma metodologia definida por um problema de redes, capaz de classificar os diferentes caminhos de ação, sendo formulado através da opinião de todos os intervenientes envolvidos na relação de definição da importância dos critérios, e na medida em que eles são comparados com as alternativas. Por esta razão, este método é essencial para a resolução de um problema de seleção de fornecedores.

Devido a sua simplicidade, é um dos mais utilizados no mundo, em diferentes cenários de tomada de decisão. A estrutura apresenta-se como um problema de redes que obedece a uma estrutura hierarquia de pelo menos três níveis, que descende de um objetivo geral para os critérios e posteriormente deriva para as alternativas a partir das quais deverá ser feita uma seleção, conforme exemplo na Figura 3.8. A hierarquia é contruída de acordo com a complexidade do ambiente, da temática e com foco no objetivo principal, agrupando os diversos fatores que são relevantes na tomada de decisão, permitindo ordenar o problema em níveis hierárquicos, de acordo com as características de cada elemento.

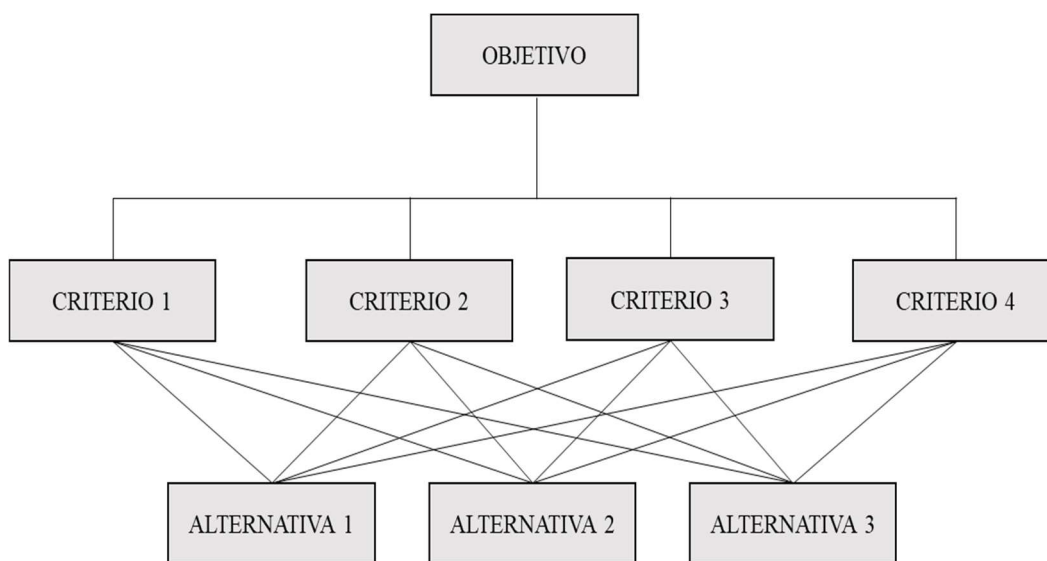


Figura 3.8 - Exemplo de decomposição Hierarquia de um Problema (Adaptado de (Saaty T. L., 1980))

De um modo geral, as pessoas têm maior facilidade para expressar preferência entre critérios utilizando julgamentos verbais do que valores numéricos. O modelo AHP traduz as comparações dos critérios, que podem ser quantitativas ou qualitativas, em valores reais que facilitam o processo decisório, sobre qual será a melhor alternativa.

A comparação entre dois critérios utilizando o AHP deve ser efetuada com base comum de comparação, tornando-se necessária a utilização de uma escala de importância definida por Saaty (Saaty T. L., 1980), realizada para o efeito com números positivos e reais, que variam de 1 a 9, fazendo assim a associação a cada elemento de um determinado grau de importância, obtido através da comparação binária entre os fatores nos vários níveis Tabela 3.2. Para Utilização deste método necessitamos sempre de uma estrutura hierárquica que compreenda pelo menos três níveis: Objetivos, critérios e Alternativas, no entanto os critérios podem se desdobrar em subcritérios. Quando os critérios tiverem mais do que um nível, desdobrando-se em subcritérios, teremos de analisar cada nível em separado.

Tabela 3.2 - Escala Fundamental de Saaty (Adaptado de (Saaty T. L., 1980))

Intensidade da Importância	Definição	Explicação
1	Igual Importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermédios entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Valores recíprocos	Se i recebe um valor comparado com j , como reciprocidade, j irá receber o recíproco desse valor, quando comparado com i .	

Só se deverá recorrer ao uso dos números pares quando existir a necessidade de negociação entre os avaliadores e quando não for obtido um consenso natural, originando a necessidade de determinação de um ponto médio para a solução avaliada.

Segundo (Ernest H. Forman, 2001) este método permite medir, estruturar e sintetizar um problema no qual estão compreendidas três ações:

- **Estruturação Hierárquica:** definir o problema e construir a estrutura que deve obedecer a uma complexidade de acordo com o ambiente, da temática e objetivo principal onde existem diversos fatores que são relevantes na tomada de decisão. Ordenar o problema em níveis hierárquicos, de acordo com as características de cada elemento (Figura 3.8);

- **Medição:** definida através de uma escala Saaty (Tabela 3.2);

- **Sintetização os Fatores:** combinar a multiplicidade de fatores numa hierarquia, tendo por base os pesos dos fatores e nas preferências dos decisores, obter um ranking final com a classificação das alternativas;

De acordo com (Saaty T. L., 1990) para uma a correta utilização deste método é necessário seguir os seis pontos fundamentais:

1º Ponto – Definição do Problema: objetivos, critérios, soluções e alternativas de solução que serão avaliadas posteriormente;

2º Ponto – Construção da Hierarquia: critérios definidos anteriormente, partindo do um nível mais alto representado pelo objetivo geral, seguindo-se os critérios a ter em consideração no problema de decisão, podendo os mesmos ainda subdividir-se em subcritérios, dependendo sempre do problema de decisão. No último nível será o das alternativas de solução;

3º Ponto – Efetuar a comparação dos elementos entre si e normalização da Matriz: tendo em consideração o nível anterior. Deve-se elabora um conjunto de matrizes quadradas, onde são realizadas comparações par a par dos critérios e das alternativas, cujo objetivo é estabelecer uma importância relativa entre os elementos. Estas comparações são elaboradas recorrendo a Escala Fundamental de Saaty já mencionada, sendo a apresentação dos resultados destas comparações apresentadas sob forma matricial quadrada, conforme a Figura 3.9.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 3.9 - Forma Matricial de Comparações (Fonte: (Granemann & Garnet, 2010))

Tendo em conta as seguintes condições:

- a) $a_{ij} = \alpha$;
- b) $a_{ij} = \frac{1}{\alpha}$;
- c) $a_{ii} = 1$;

Em que:

α = Valor de Intensidade de Importância;

a_{ij} = Comparação Paritária entre os critérios i e j .

A definição da matriz anterior resulta num autovetor (vetor próprio) de pesos, expressando as importâncias relativas de cada critério. Tendo em consideração o que foi abordado, importa referir que a diagonal principal terá sempre o valor de 1, pois o critério é igualmente importante a ele próprio quando comparado.

De acordo com (Saaty T. L., 1990) posteriormente as matrizes de decisão são normalizadas com o intuito de se obterem os pesos relativos (w), sendo esta matriz normalizada definida por:

$$A' = [a'_{ij}]$$

Onde, $a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{ik}}$ para $1 \leq i \leq n$, e $1 \leq j \leq n$

Isto é, para normalizar os componentes divide-se os seus valores pela soma de todas as componentes, desta forma os valores dos pesos dos critérios variam entre 0 e 1 e o seu somatório terá de dar igual a 1.

4º Ponto – Peso próprio relativo de cada Alternativa: na sequência dos resultados obtidos e com a normalizada da matriz, determina-se os vetores de priorização de cada nível na comparação par-a-par, com o propósito de determinar o peso (w) relativo de cada alternativa, obtido através da razão entre a média geométrica de cada elemento e o somatório de todas as médias:

$$W = [wk]$$

Onde, $w_k = \frac{\sum_{j=1}^n a_{kj}}{n}$ para $1 \leq i \leq n$, e $1 \leq j \leq n$

A definição da matriz anterior resulta num autovetor (vetor próprio) de pesos, expressando as importâncias relativas de cada critério. Assim, é necessário determinar o vetor próprio Aw de pesos que obedeça à seguinte equação:

$$Aw = \lambda \text{máx} W$$

O vetor próprio de pesos w determinará a disposição por nível de relevância dos elementos correspondentes à matriz A , já que considera os pesos reais dados aos elementos que estiveram a ser comparados entre si.

5º Ponto – Calcular os Índices de Consistência (IC) e Razão de Consistência (RC):

recorremos a utilização destes índices para medir a consistência das conclusões obtidas nas matrizes. Esta metodologia permite que sejam utilizados valores qualitativos e quantitativos, logo, a_{ij} são valores que tem por base julgamentos subjetivos, podendo assim existir inconsistências nos valores de decisão expressados pelos intervenientes e desviando-se da relação ideal.

A Razão de Consistência (RC) relaciona o Índice de Consistência (IC) com o Índice de Consistência Aleatório (IR), e é dado pela seguinte expressão:

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Em que:

RC= Razão da Consistência

IC = Índice de Consistência

IR = Índice de Consistência Aleatório

O índice de consistência (IC) é obtido através da seguinte formula:

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

Onde, n é o número de elementos (critérios ou alternativas).

Os Valor do Índice de Consistência Aleatória (RI), poderá ser obtido através da Figura 3.10.

Ordem da Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Figura 3.10 - Índices de Consistência Aleatória (Adaptado de: (Saaty T. L., 1990)

(Saaty T. L., 1990) refere que o índice de consistência deve ter como valor máximo 0,10. No entanto, se o resultado for superior a este valor, o processo de avaliação tem de ser repetido para estabelecer a consistência para valores aceitáveis.

6º Ponto – Para concluir com a decisão é necessário estabelecer prioridades (definir um ranking global), analisando as classificações das alternativas de forma hierárquica, usando as precedências previamente definidas nas comparações.

Em resumo o método AHP é uma metodologia para medição relativa. Na medição relativa, não se está interessado na exata medição de algumas quantidades, mas sim nas proporções entre elas. O foco principal é a redução do estudo de sistemas com uma sequência de comparações aos pares. É de realçar a elevada importância que tem a construção e avaliação dos critérios, em que os administradores da organização e todos os intervenientes no processo, devem apresentar claramente seus objetivos, para uma correta enumeração dos aspetos e os indicadores pretendidos.

Este método tem inúmeras vantagens face a outros métodos, pois permite a correta definição de problemas complexos e mal estruturados em problemas claros e bem definidos,

considerando os critérios e subcritérios, permite grande flexibilidade em avaliar a consistência entre as decisões.

3.10 – Método PROMETHEE I e II

O PROMETHEE é um método que pertence à escola francesa de Análise Multicritério de apoio à Decisão, desenvolvido por Jean-Pierre Brans, apresentado pela primeira vez em 1982 numa conferência organizada por R. Nadeau e M. Landry na Université Laval, Quebec, Canadá (L'Ingénierie de la Décision). Alguns anos depois, J.P. Brans e B. Mareschal desenvolveram este modelo em seis variantes (I, II, III, IV, V e VI) com intuito de melhorar a ordenação e a escolha da melhor decisão. Os mesmos autores propuseram em 1988 o módulo visual interativo GAIA que fornece uma representação gráfica apoiado nesta metodologia (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005).

A Figura 3.11 apresenta as diferentes versões deste método desenvolvidas ao longo do tempo, no entanto, todas consistem numa análise decisória que utiliza os princípios de sobre classificação das alternativas, tendo como foco principal a vantagem de possibilitar a abordagem de um problema baseado em múltiplos critérios, através de uma fundamentação matemática simples e de fácil entendimento. Baseada na construção de uma relação de classificação de valores, na qual o decisor estabelece um peso para cada critério que aumenta conforme a sua importância (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005).

Modelo de Apresentação	Característica	Método
Escolha	Pré-ordem parcial	PROMETHEE I
Ordenação	Pré-ordem Completa	PROMETHEE II
Ordenação	Tratamento estocástico dos fluxos (preferência intervalar)	PROMETHEE III
Escolha e ordenação	Conjunto contínuo de ações	PROMETHEE VI
Ordenação	Pré-ordem completa incluindo restrições de segmentação	PROMETHEE V
Escolha e ordenação	Pré-ordem completa ou parcial	PROMETHEE VI
Extensão dos resultados do PROMETHEE	Procedimento visual e interativo	PROMETHEE-GAIA

Figura 3.11 - Evolução do Método PROMETHEE (Adaptado de (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005))

Utilizado em situações de tomada de decisão em grupo em que os decisores tem diferentes valores e sistemas de preferência, pois permite uma agregação dos critérios que ocorrem em nível de saída, ou seja, o método pode ser realizado para cada decisor individualmente agregando-se posteriormente resultados.

De acordo (Brans, Vincke, & Mareschal, 1986) para proceder a utilização do método, numa fase inicial é necessário determinar para cada critério um peso w que reflete a sua importância relativa na tomada de decisão, funções de preferência e os repetitivos limiares de indiferença (q) e preferência (p), assim como os sentidos de maximização (+), ou minimização (-). Depois de obtida a definição dos pesos e construída a matriz que contem todos os critérios de avaliação definidos pelos decisores, devemos proceder a sua normalização, para desta forma obter números reais entre 0 e 1, calcular as diferenças entre as alternativas e definir funções de preferência que o critério a tem sobre b para cada par de alternativas.

Para cada critério o decisor tem de ter uma função de preferência:

$$P_j(a, b) = F_j[d_j(a, b)] \quad \forall a, b \in A$$

Onde,

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$$

E para o qual,

$$0 \leq P_j(a, b) \leq 1$$

No caso de um critério a ser maximizado, esta função dá preferência a em vez de b , observando os desvios entre as avaliações de cada critério. As preferências devem obter o valor 0 quando os desvios são negativos. Na Figura 3.12 esta representado o formato da função com esta condição:

$$P_j(a, b) > 0 \Rightarrow P_j(b, a) = 0.$$

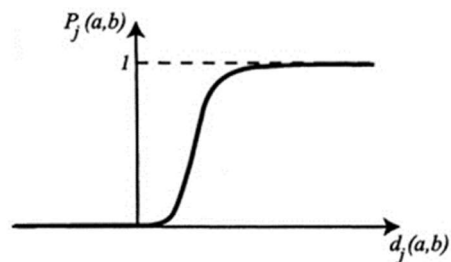


Figura 3.12- Representação Gráfica da Função de Preferência (Adaptado de (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005))

Quando os critérios são minimizados, a função de preferência deve ser invertida ou representada da seguinte expressão:

$$P_j(a, b) = F_j[-d_j(a, b)]$$

Na Figura 3.13 podemos observar as seis funções que possibilitam ao decisor expressar melhor as suas preferências a cada critério, onde:

- p corresponde a um limiar de preferência, isto é, o menor valor para d_i acima do qual há uma preferência estrita entre as alternativas;
- q corresponde ao limiar de indiferença, isto é, o maior valor para d_i abaixo do qual há uma indiferença entre as alternativas;
- s é um valor intermedio entre p e q , que segue uma distribuição normal;
- **o valor** 1 é de preferência estrita e 0 de indiferença.

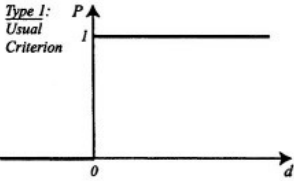
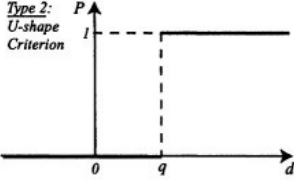
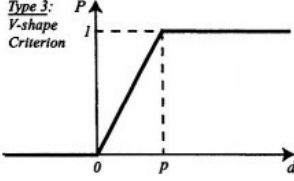
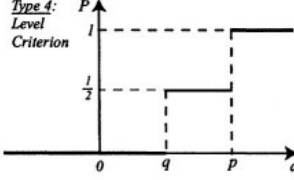
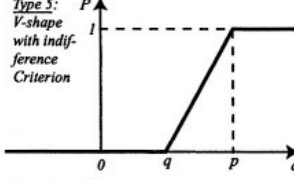
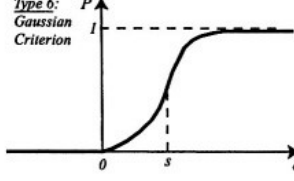
Generalised criterion	Definition	Parameters to fix
<p><i>Type 1:</i> Usual Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	-
<p><i>Type 2:</i> U-shape Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
<p><i>Type 3:</i> V-shape Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
<p><i>Type 4:</i> Level Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q
<p><i>Type 5:</i> V-shape with indif- ference Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q
<p><i>Type 6:</i> Gaussian Criterion</p> 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$	s

Figura 3.13- Representação dos Tipos de Funções de Preferências (Fonte: (Brans & Smet, 2016))

Depois de definidas as preferências e atribuídos os pesos a cada critério, para aplicação do método PROMETHEE I e II devem ser tomados os seguintes passos (Brans & Smet, 2016):

1. Passo – Agregar os Índices de Preferência: sejam $a, b \in A$:

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j, \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j. \end{cases}$$

$\pi(a, b)$ condição que expressa que a é preferido b sobre todos os critérios

$\pi(b, a)$ condição que expressa que b é preferido a sobre todos os critérios

Se se verifica a condição de que o critério a é melhor que b , ou no caso de b é melhor que a , $\pi(a, b)$ e $\pi(b, a)$ o resultado é positivo, sendo que, 0 representa uma fraca preferência e 1 uma forte preferência.

2. Passo – Fluxos Relevância: cada opção é comparada com outras opções, logo importa definir fluxos para medir a intensidade das opções existentes:

- Fluxo de Relevância Positiva

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x),$$

Expressa a intensidade com que uma opção ultrapassa todas as outras, quanto maior o valor de $\phi^+(a)$, melhor esta opção;

- Fluxo de Relevância Negativa

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a),$$

Expressa a intensidade com que uma opção é ultrapassada pelas outras, concluímos que, quanto menor o valor de $\phi^-(a)$, melhor será a opção.

3. Passo – Obtenção do Ranking Parcial - PROMETHEE I

O PROMETHEE I, é um indicador confronta apenas os dois rankings obtidos para o ϕ^+ como para o ϕ^- , incluindo apenas as preferências que são confirmadas em ambos os rankings. Com esta apresentação de resultados, apenas conseguimos verificar os dois rankings, que quando não são consensuais para um tipo de alternativa nenhuma comparação é feita, introduzindo o conceito de incomparabilidade entre ações. Por esse motivo se chama de ranking parcial. (Mareschal, 2015)

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^I b \text{ se } \left\{ \begin{array}{l} \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b), \text{ ou} \\ \emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b), \text{ ou} \\ \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b); \end{array} \right. \\ \\ aI^I b \text{ se } \quad \emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b); \\ \\ aR^I b \text{ se } \left\{ \begin{array}{l} \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b), \text{ ou} \\ \emptyset^+(a) < \emptyset^+(b) \text{ e } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b); \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Onde,

P^I, I^I, R^I – Representam preferência (P), indiferença(I) e Incomparabilidade (R);

$aP^I b$ – Uma maior potência a esta associado a uma menor fraqueza de a com relação a b , então as informações de ambos os fluxos de superação são consistentes e podem ser considerado certo;

$aI^I b$ – Os fluxos positivos e negativos são iguais.

$aR^I b$ – O maior poder de uma alternativa está associado a uma menor fraqueza do outro. Isto normalmente acontece quando a tem um conjunto de critérios fortes, nos quais b é fraco e, o mesmo ocorre ao contrário quando, b é forte em alguns outros critérios nos quais a é fraco.

A classificação obtida no PROMETHEE I não expressa qual é melhor opção, ficando apenas á responsabilidade do decisor a escolha final, e por esse motivo, para sustentar uma tomada de decisão, deve-se recorrer ao passo seguinte (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005).

4. Passo – PROMETHEE II Complete Ranking

O PROMETHEE II conseguimos obter um ranking completo, através da tabela de fluxo, com o fluxo global ϕ que, resulta da diferença entre ϕ^+ e o ϕ^- de cada fornecedor, sendo o melhor quanto maior for o valor obtido.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Tem como base a manutenção do equilíbrio entre os fluxos positivos e negativos de superação, ou seja, quanto maior o fluxo líquido, mais benéfica se torna a alternativa, destacando, assim,

que:

$$\begin{cases} a P^{II} b & \text{se } \phi(a) > \phi(b) \\ a I^{II} b & \text{se } \phi(a) = \phi(b) \end{cases}$$

Neste desenvolvimento do método, todas as alternativas são vistas como comparáveis, não existindo situações de incomparabilidade, embora a informação de origem a uma maior discussão, uma vez que existe muitas informações perdidas ao considerar as diferenças entre $\phi^+ - \phi^-$ (Brans & Smet, 2016).

As propriedades a seguir são aplicáveis:

$$\begin{cases} -1 \leq \phi(a) \leq 1, \\ \sum_{x \in A} \phi(a) = 0 \end{cases}$$

Onde,

$\emptyset(\mathbf{a}) > \mathbf{0}$, \mathbf{a} demonstra superioridade sobre todas as alternativas em cada critério;

$\emptyset(\mathbf{a}) < \mathbf{0}$, \mathbf{a} demonstra inferioridade

Num caso de estudo, é sempre aconselhável que os responsáveis pela tomada de decisão efetuem uma análise mais completa, considerando tanto o PROMETHEE I quanto o PROMETHEE II para uma melhor escolha. Devido á vasta informação contida na utilização das duas formas do método, torna-se possível verificar inclusive melhorias que são necessárias para poderem contribuir para tornar uma alternativa fraca numa potencial escolha. Embora a obtenção de classificação completa seja de fácil aplicação, a análise das incomparabilidades muitas vezes desempenha um papel crucial na conclusão de uma decisão mais apropriada (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005).

Importa realçar que para obter resultados consistentes de forma a auxiliar corretamente na tomada de decisão, a definição dos critérios e os seus pesos, assumem um dos papéis mais importantes, que devem ser definidos através de uma consulta a todos os intervenientes no processo de decisão ou pelo próprio gestor que poderá efetuar um estudo, baseando-se em pesquisas efetuadas. Para a correta avaliação dos critérios devem ser identificados quais os indicadores com especial relevância na análise do desempenho de cada um deles. Após a identificação dos critérios, é necessário identificar quais os fornecedores que correspondem as necessidades para o processo seletivo.

4. CASO DE ESTUDO

4.1 – Enquadramento Geral

A empresa envolvida no estudo é uma empresa portuguesa, que esta inserida na Construção Civil, cujo foco é a construção de Imóveis. O processo de seleção de fornecedores é da responsabilidade do responsável pelo departamento de compras. A empresa tem parcerias com os seus fornecedores habituais, no entanto, sempre que surge a necessidade de efetuar uma aquisição que englobe grandes quantidades de material, é necessário efetuar uma seleção de fornecedor. Fazendo esta prospeção de mercado com a possibilidade de reduzir custos, através da aquisição de uma maior quantidade do que o habitual, garantindo alguns critérios já abordados nesta dissertação. Considerando as especificidades do assunto em desenvolvimento, assim como a sua relação com a indústria da Construção civil e os estudos já existentes, foram escolhidos critérios que expressam os objetivos a serem alcançados. Esses critérios são: Preço, Prazo de Entrega, Requisitos de Qualidade / Garantia e Condições de Pagamento.

Com o intuito de aperfeiçoar o desenvolvimento do método de avaliação e seleção de fornecedores nesta empresa, este estudo procura aplicar diretamente os princípios e critérios relevantes para otimizar o método na prática operacional da empresa, tendo por base uma situação prática do quotidiano da organização, procurando uma aplicação direta e relevante.

Por outro lado, estes métodos abordados também servem com ferramenta para avaliar os fornecedores em carteira, aferindo se estes cumprem os requisitos pré-definidos.

Para obter os dados necessários a serem aplicados nos modelos escolhidos, foi necessário efetuar uma pesquisa na base de dados do sistema informático da empresa, retirando informações quantitativas dos fornecedores referentes a dados numéricos ou medidas quantificáveis relacionadas ao desempenho, produção, entrega, ou outros aspetos relevantes para a avaliação objetiva do fornecedor.

Estes dados devem refletir a seguinte informação:

1. **Volume de Aquisição:** A quantidade total de produtos ou serviços adquiridos a um fornecedor durante um determinado período.
2. **Taxa de Entrega:** A percentagem de pedidos entregues no prazo estipulado em relação ao total de pedidos solicitados.
3. **Qualidade do Produto:** Métricas relacionadas à qualidade dos produtos fornecidos, efetuais reclamações e devolução de materiais;
4. **Desempenho Financeiro:** Dados financeiros que indicam a estabilidade e saúde financeira do fornecedor, como receita, lucro líquido, e índices de liquidez.
5. **Rastreabilidade e Transparência:** Capacidade de fornecer informações detalhadas sobre a origem, processo de fabricação e outras características relevantes dos produtos.

Alem destes dados, foi também necessário reunir dados qualitativos, realizando reuniões informais com os responsáveis pelo departamento de compras, com os técnicos da produção e a gerência da respetiva empresa. Estas reuniões foram realizadas com o intuito de aferir a seguinte informação:

1. **Reputação no Mercado:** A percepção geral que outros parceiros de negócios têm sobre a qualidade e confiabilidade dos produtos ou serviços do fornecedor.
2. **Cultura Organizacional:** Valores, ética e práticas empresariais do fornecedor, que podem influenciar a compatibilidade cultural com a sua própria empresa.
3. **Histórico de Relacionamento:** Experiências passadas e histórico de relacionamento com o fornecedor, incluindo feedbacks positivos ou negativos.
4. **Flexibilidade e Adaptabilidade:** A capacidade do fornecedor em se adaptar a mudanças nas alterações do mercado, nas especificações do produto entre outros requisitos.
5. **Comunicação e Transparência:** A eficácia da comunicação do fornecedor e a transparência nas operações, como prontidão para compartilhar informações relevantes.

6. **Capacidade de Resolução de Problemas:** A habilidade do fornecedor em identificar e resolver problemas de maneira eficiente e eficaz.
7. **Nível de Serviço ao Cliente:** A qualidade do suporte ao cliente fornecido, incluindo a capacidade de resposta a consultas e resolução de problemas.
8. **Conformidade com Normas Éticas:** Adesão a padrões éticos e práticas comerciais justas.

Todos estes dados foram analisados criteriosamente permitindo a criação de uma “short-list” de fornecedores a serem avaliados para a aquisição do material em estudo, reduzindo assim o universo de fornecedores que a empresa tem em carteira e permitido ao decisor a correta atribuição dos pesos para os critérios chave já definidos anteriormente na utilização do método PROMETHEE , sendo que, são igualmente importantes na comparação par a par das alternativas e critérios, para a utilização do método AHP facilitando as decisões nesse domínio. Das reuniões realizadas foram concebidas as seguintes diretrizes para expressar a forma como os critérios serão avaliados e estruturados no desenvolvimento dos métodos no caso de estudo:

- **Preço** – Proposta de fornecimento apresentada pelo fornecedor, que inclui transporte e colocação em obra. Por esse motivo são considerados os valores absolutos obtidos das consultas efetuadas aos fornecedores em estudo;
- **Prazo de Entrega** – Critério relativo ao tempo decorrido entre a adjudicação e o prazo de entrega final. Considerado de extrema importância o cumprimento dos prazos, este critério será medido com os seguintes índices: 1 – Imediato; 2 – uma semana; 3 – duas a três semanas; 4 – superior a 1 mês;
- **Requisitos de Qualidade/Garantia** – Avaliando quantitativamente o número de reclamações que a empresa detém, nomeadamente no que corresponde ao cumprimento dos requisitos de qualidade solicitados e a garantia dos mesmos. Dessa forma, este indicador será determinado com os níveis 3 (nenhuma), 2 (uma a duas reclamações), e 1 (três reclamações), de acordo com o a quantidade de reclamações que possuir. A qualidade desempenha um papel relevante na conceção dos edifícios, não podendo assim

descorar os níveis de qualidade dos materiais, logo não consideraremos para esta seleção os fornecedores que apresentem mais de três reclamações.

- **Condições de Pagamento** - apresentada pelo fornecedor, expressas em número de meses que variam entre 30,60 ou 90 dias.

No caso de estudo será apresentado um caso real de aquisição de Varão em Aço para a Construção de um Edifício, sendo que o objetivo principal já mencionado é conseguir obter o melhor fornecedor para a aquisição deste material, recorrendo á aplicação dos métodos já mencionados nesta dissertação. Por uma questão de proteção de informações, não será revelado o nome dos fornecedores, ficando apenas diferenciados por uma numeração atribuída.

Com base nas informações obtidas anteriormente sobre os fornecedores, foi possível efetuar um resumo de toda a informação necessária para se proceder a avaliação e seleção do fornecedor para resolução do problema em estudo Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tabela de Informações da Avaliação dos Fornecedores (Fonte: própria)

	Crítérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Fornecedores	Fornecedor 1	55000	2	3	30
	Fornecedor 2	50000	3	3	60
	Fornecedor 3	65800	1	1	90
	Fornecedor 4	55800	4	2	30

Esta informação servirá de ponto de partida para o desenvolvimento dos métodos já mencionados, recorrendo á programação de folhas cálculo em Excel para permitir a correta utilização, análise dos dados e a apresentação de resultados.

4.2 – Aplicação do Método AHP

O método AHP é muito utilizado nos problemas multicritério, pois é uma técnica de seleção e priorização estruturada, que estuda simultaneamente vários critérios para uma correta análise por parte do decisor (Saaty T. L., 1980) . Para dar início á implementação deste método, é necessário elaborar uma hierarquia de critérios (também conhecida como árvore de critérios), conforme Figura 4.1, executada de acordo com os seguintes critérios: preço, prazo de entrega, requisitos de qualidade/garantia e condições de pagamento, já definidos a alínea anterior.

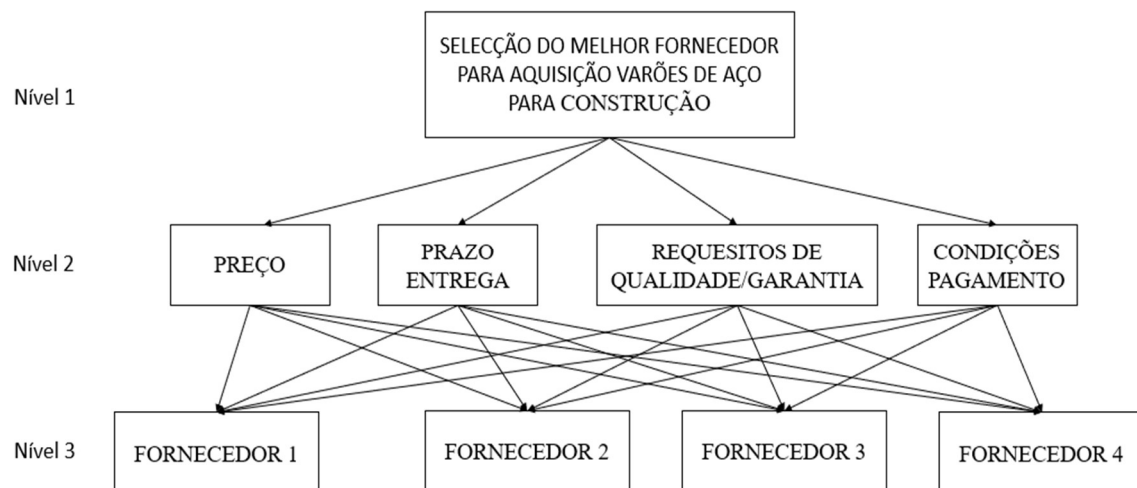


Figura 4.1 – Hierarquia de Critérios (Fonte: própria)

O método de construção desta hierarquia inicia-se sempre a partir de um problema conhecido, ligando o mesmo aos diversos níveis, tendo em vista potencializar a sua compreensão, avaliação e raciocínio. Desta forma, é mais fácil ao seu utilizador verificar todas as alternativas e as opções existentes para resolução do problema em estudo.

Depois de contruída a hierarquia de critérios, é agora necessário efetuar as comparações das alternativas entre si, a par-a-par, tendo em conta que os critérios normalmente têm importâncias distintas. Para este caso foi utilizada a Escala Fundamental de (Saaty T. L.,

1980), que se apresenta como uma escala numérica de avaliação de 1 a 9, em que os números ímpares (1, 3, 5, 7 e 9), os quais definem importâncias de decisão direta um sobre o outro critério, e os números pares (2, 4, 6, 8) são de relação compromisso entre ambos os critérios, conforme indicado no capítulo três desta dissertação.

Estas comparações são efetuadas tendo por base as informações recolhidas na alínea anterior desta dissertação e os resultados são apresentados na Tabela 4.2, que representa a matriz dos critérios.

Tabela 4.2 - Matriz de Comparações dos Critérios (Fonte: própria)

Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Preço	1	3	3	9
Prazo de Entrega	1/3	1	1	3
Requisitos de Qualidade/Garantia	1/3	1	1	3
Condições de pagamento	1/9	1/3	1/3	1

Devemos de seguida proceder a normalização da matriz, recorrendo ao método aritméticos, dividindo a numeração atribuída em cada critério pelo número obtido do somatório de cada coluna. Este método permite uniformizar a matriz, garantindo que os valores variam todos entre 0 e 1, conforme apresentado na Tabela 4.3 .

Tabela 4.3 - Matriz Critérios Normalizada (Fonte: própria)

Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Preço	0,56	0,56	0,56	0,56
Prazo de Entrega	0,19	0,19	0,19	0,19
Requisitos de Qualidade/Garantia	0,19	0,19	0,19	0,19
Condições de pagamento	0,06	0,06	0,06	0,06

Após construída e normalizada a matriz de comparações paritárias, é agora necessário obter os pesos associado a essa matriz. Cada peso indicará a importância relativa de cada critério quando comparado aos outros de acordo com os parâmetros utilizados na sua definição. (Saaty T. L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, 1990)

Na Tabela 4.4 esta representa a matriz normalizada e o resultado do cálculo dos pesos. Estes pesos serão atribuídos a cada critério, resultantes da comparação efetuada entre si. Os valores foram obtidos através do somatório dos resultados apresentados em cada linha e divididos pelo número de critérios, sendo que, os mesmos estão associados apenas um critério.

Tabela 4.4 - Matriz Normalizada com o Respetivo Peso para cada Critério (Fonte: própria)

Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento	Pesos W_n
Preço	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Prazo de Entrega	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Requisitos de Qualidade/Garantia	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Condições de pagamento	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

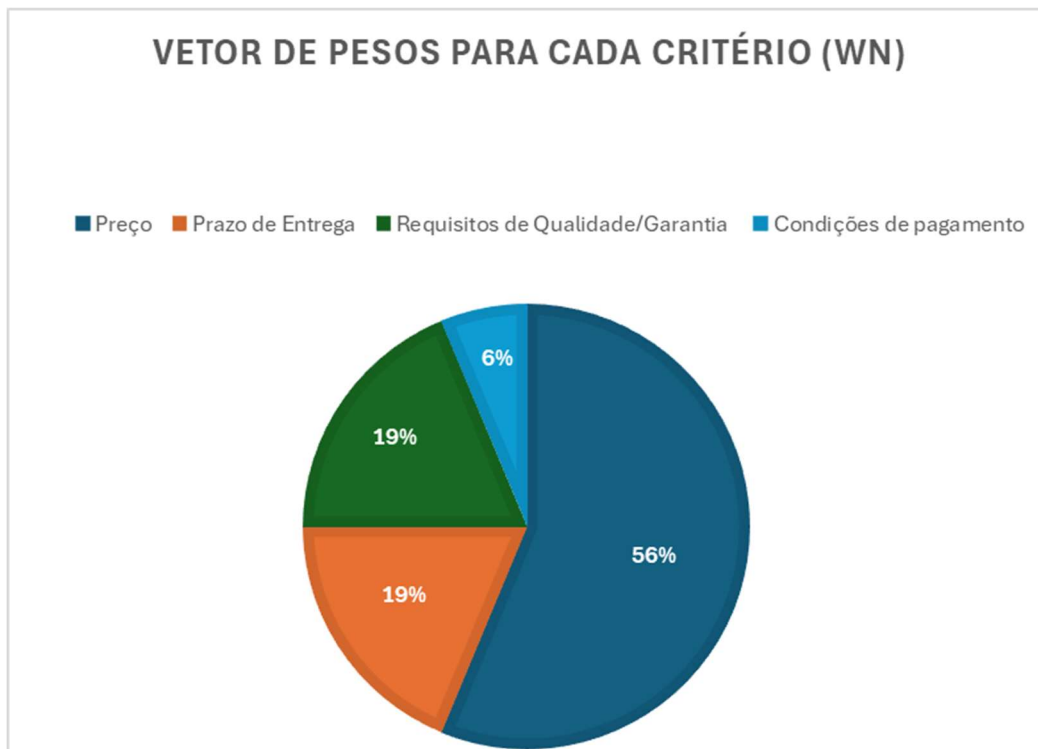


Figura 4.2 – Gráfico percentual dos Pesos para cada Critério (Fonte: própria)

Conforme ilustra a Figura 4.2, o critério “*Preço*” é aquele que, de acordo com a avaliação dos decisores representa uma maior parcela na escolha final, seguindo-se o critério “*Prazo Entrega*” com um peso de cerca de 22%. Desta forma, o critério do preço será o que impactará mais no objetivo, seguindo-se o critério prazo entrega. Com uma parcela inferior surge o “*Requisitos de Qualidade/Garantia*”, com uma ponderação de cerca de 15% na decisão final. Quanto ao critério “*Condições de pagamento*” fica com a menor importância de decisão, com um peso de cerca de 10%.

O cálculo seguinte diz respeito ao vetor próprio de pesos de cada critério para se poder realizar o cálculo da razão de consistência, obtendo assim o $Aw = \lambda_{\text{máx}}^W$, estes valores estão representados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Peso próprio dos Critérios (Fonte: própria)

Vetor de Pesos	0,56	0,56	0,19	0,19	Pesos		
Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento	Somatorio dos pesos	Ponderação Pesos	Peso Proprio dos critérios
Preço	0,56	1,68	0,57	1,71	4,52	1,13	4,00
Prazo de Entrega	0,19	0,56	0,19	0,57	1,51	0,38	4,00
Requisitos de Qualidade/Garantia	0,19	0,56	0,19	0,57	1,51	0,38	4,00
Condições de pagamento	0,06	0,19	0,06	0,19	0,50	0,13	4,00
Somatorio	1,00	2,99	1,01	3,04	8,04	2,01	4,00

$A_w = \{\lambda_{máx}\}$

Com os valores obtidos efetua-se o cálculo do índice de consistência (IC), com o valor $\lambda_{máx}^W$ e ao cálculo da Razão de consistência (RC) recorrendo aos valores de referência da tabela de valor do Índice de Consistência Aleatória (RI).

- Cálculo do Índice de Consistência - $IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n - 1} = \frac{4,00 - 4}{4 - 1} = 0$
- Cálculo do Índice de Consistência - $RC = \frac{IC}{RI} = \frac{0}{0,9} = 0$

Dessa forma, obteve-se o resultado de $RC = 0 < 0,10$, o que significa que o resultado obtido através do método AHP é fiável e a avaliação do decisor foi consistente.

Concluimos assim, das análises efetuadas, os pesos atribuídos a cada critério, refletindo a sua importância na análise aos fornecedores envolvidos neste processo de seleção. Dado que a avaliação foi consistente, já obtivemos o vetor de pesos, a próxima fase envolve comparar cada elemento do terceiro nível com cada elemento do segundo nível hierárquico. Isso significa que, dado o problema com quatro critérios, será necessário criar quatro matrizes (uma para cada critério) que comparam sistematicamente as alternativas, neste caso os fornecedores, em relação a cada critério. Mais uma vez, utilizaremos a escala fundamental de (Saaty T. L., 1980) para efetuar estas comparações.

Realizou-se a avaliação comparativa entre os fornecedores referente ao seu desempenho para cada critério, conduzindo os cálculos da mesma forma que foram efetuados anteriormente para os critérios, mas agora tendo em consideração as alternativas.

Desencadeou-se uma sequência de comparações entre fornecedores, analisando-os individualmente para cada critério. Na Tabela 4.6, verificamos as comparações referentes ao critério “Preço” procedendo-se posteriormente a sua normalização (Tabela 4.7).

Tabela 4.6 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em Relação ao Critério “Preço” (Fonte: própria)

Matriz Preço				
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1	1/3	7	3
Fornecedor 2	3	1	9	7
Fornecedor 3	1/7	1/9	1	1/5
Fornecedor 4	1/3	1/7	5	1
Somatorio	4,48	1,59	22,00	11,20

Tabela 4.7 - Matriz Normalizada e respectivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Preço” (Fonte: própria)

Matriz Preço Normalizada					
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos Wk
Fornecedor 1	0,22	0,21	0,32	0,27	25%
Fornecedor 2	0,67	0,63	0,41	0,63	58%
Fornecedor 3	0,03	0,07	0,05	0,02	4%
Fornecedor 4	0,07	0,09	0,23	0,09	12%
Somatorio	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Na Tabela 4.8 , verificamos as comparações referentes ao critério “Prazo Entrega” procedendo-se posteriormente a sua normalização (Tabela 4.9).

Tabela 4.8 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “*Prazo Entrega*” (Fonte: própria)

Matriz Prazo Entrega				
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1	5	1/7	9
Fornecedor 2	1/5	1	9	5
Fornecedor 3	7	1/9	1	1/9
Fornecedor 4	1/9	1/5	9	1
Somatorio	8,31	6,31	19,14	15,11

Tabela 4.9 - Matriz Normalizada e respectivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “*Prazo Entrega*” (Fonte: própria)

Matriz Preço Normalizada					
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos Wk
Fornecedor 1	0,12	0,79	0,01	0,60	38%
Fornecedor 2	0,02	0,16	0,47	0,33	25%
Fornecedor 3	0,84	0,02	0,05	0,01	23%
Fornecedor 4	0,01	0,03	0,47	0,07	15%
Somatorio	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Na Tabela 4.10, verificamos as comparações referentes ao critério “*Garantia/Qualidade*” procedendo-se posteriormente a sua normalização (Tabela 4.11).

Tabela 4.10 - Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “Garantia/Qualidade”
(Fonte: própria)

Matriz Garantia/Qualidade				
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1	1	9	5
Fornecedor 2	1	1	9	5
Fornecedor 3	1/9	1/9	1	1/7
Fornecedor 4	1/5	1/5	7	1
Somatorio	2,31	2,31	26,00	11,14

Tabela 4.11 - Matriz Normalizada e respectivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Garantia/Qualidade” (Fonte: própria)

Matriz Preço Normalizada					
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos Wk
Fornecedor 1	0,43	0,43	0,35	0,45	42%
Fornecedor 2	0,43	0,43	0,35	0,45	42%
Fornecedor 3	0,05	0,05	0,04	0,01	4%
Fornecedor 4	0,09	0,09	0,27	0,09	13%
Somatorio	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Na Tabela 4.12, verificamos as comparações referentes ao critério “Condições de Pagamento” procedendo-se posteriormente a sua normalização (Tabela 4.13).

Tabela 4.12- Matriz das Comparações entre Fornecedores em relação ao Critério “Condições de Pagamento” (Fonte: própria)

Matriz Condições Pagamento				
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4
Fornecedor 1	1	1/5	1/9	1
Fornecedor 2	5	1	1/5	3
Fornecedor 3	9	5	1	9
Fornecedor 4	1	1/3	1/9	1
Somatorio	16,00	6,53	1,42	14,00

Tabela 4.13 - Matriz Normalizada e respectivo Peso para cada Fornecedor em relação ao Critério “Condições de Pagamento” (Fonte: própria)

Matriz Preço Normalizada					
Alternativas	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Pesos Wk
Fornecedor 1	0,06	0,03	0,08	0,07	6%
Fornecedor 2	0,31	0,15	0,14	0,21	21%
Fornecedor 3	0,56	0,77	0,70	0,64	67%
Fornecedor 4	0,06	0,05	0,08	0,07	7%
Somatorio	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Na fase final da aplicação deste método é necessário englobar os pesos (A_{wk}) atribuídos a cada fornecedor para cada critério, sendo os mesmos ponderados pelo peso (A_{wn}), ambos previamente determinados. Com o objetivo de estabelecer uma hierarquia entre os fornecedores, é calculada a média ponderada desses valores, resultando no peso final de importância para cada fornecedor. Este valor final é apresentado na Tabela 4.14, como um vetor de decisão “*Ranking Final*”, definindo as prioridades entre os fornecedores.

Tabela 4.14 - Resultado da Avaliação Fornecedores - Ranking Final (Fonte: própria)

	Pesos (W_n)	0,56	0,19	0,19	0,06		
	Crêterios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condi�es de Pagamento	Somatorio Pesos (com pondera�o W_n)	Ranking Final
Fornecedores	Fornecedor 1	25%	38%	42%	6%	30%	2°
	Fornecedor 2	58%	25%	42%	21%	46%	1°
	Fornecedor 3	4%	23%	4%	67%	11%	4°
	Fornecedor 4	12%	15%	13%	7%	12%	3°
	Somatorio	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	1,00	

Conforme podemos verificar o resultado desta análise prioriza o fornecedor 2 com 46%, seguindo-se do fornecedor 1 com 30%, das compara es que foram efetuadas e ponderadas em fun o dos critérios selecionados. Em terceiro-lugar ficou o fornecedor 4 com 12% e no final o fornecedor 3 com 11%, sendo que, verificamos que a diferença entre ambos não bastante significativa.

4.3 – Aplica o do Método PROMETHEE

Da mesma forma que no método AHP, no método PROMETHEE, são feitas compara es diretas entre as alternativas, avaliando o desempenho de cada uma em rela o a critérios específicos. No entanto, no método AHP, os decisores emitem um conjunto de julgamentos para expressar a importância relativa de cada critério recorrendo a uma escala numérica para os quantificar, enquanto no PROMETHEE   feita uma atribui o direta dos pesos aos critérios. Esses pesos refletem a importância relativa dos critérios, assumindo assim que o decisor tem capacidade de ponderar os critérios de maneira apropriada (Brans & Smet, 2016).

No contexto do problema em questão, e de acordo com os critérios já definidos, os valores dos pesos são agora atribuídos pelos decisores para cada critério, tendo em consideração a influência de cada um na tomada de decisão conforme Tabela 4.15.

Estes pesos resultaram das reuniões que foram efetuadas com a gerência após a recolha de todas as informações sobre os fornecedores em estudo, conforme foi explicado na alínea 4.1 desta dissertação.

Tabela 4.15 –Pesos W atribuídos a cada Critério (Fonte: própria)

CRITÉRIOS	PESO w(%)
Preço (€)	35
Prazo de Entrega	25
Requisitos de Qualidade/Garantia	25
Condições de pagamento	15

De seguida procede-se a construção da nossa matriz em estudo, completa com os respetivos pesos dos critérios já definidos, como se pode ver na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Informações dos Fornecedores e respetivos Pesos dos critérios (Fonte: própria)

	Ponderação	0,35	0,25	0,25	0,15
	Crítérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Fornecedores	Fornecedor 1	55000	2	3	30
	Fornecedor 2	50000	3	3	60
	Fornecedor 3	65800	1	1	90
	Fornecedor 4	55800	4	2	30

No passo seguinte procedemos á normalização desta tabela, sendo necessário definir os critérios que representam benefício e os que não representam, dando posteriormente origem a função de preferência, representada na Tabela 4.17.

Utilizando como princípios de normalização os seguintes conceitos:

1 – Quando o critério represente um benefício:

$$R_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (i=1,2,\dots,m ; j= 1,2,\dots,n)$$

2 – Quando o critério não represente um benefício:

$$R_{ij} = \frac{[\max(x_{ij}) - x_{ij}]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (i=1,2,\dots, m ; j= 1,2,\dots,n)$$

Tabela 4.17 - Valores Normalizados em Função dos Critérios Benefício /Não Benefício (Fonte: própria)

	Não Benefício	Benefício	Benefício	Benefício
Ponderação	0,35	0,25	0,25	0,15
Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Fornecedor 1	1,00	0,33	1,00	0,00
Fornecedor 2	1,50	0,67	1,00	0,50
Fornecedor 3	0,00	0,00	0,00	1,00
Fornecedor 4	1,00	1,00	0,50	0,00
Max (Xij)- Min (Xij)	65000 - 55000	4-1	3-1	90-30

Depois de obtermos a tabela normalizada efetua-se uma análise dos fornecedores através da comparação par e par dos mesmos, conforme representado na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Matriz Normalizada e calculo dos diferenciais dos Fornecedores (Fonte: própria)

	Ponderação	0,35	0,25	0,25	0,15
	Crterios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
Fornecedores	Fornecedor 1	1,00	0,33	1,00	0,00
	Fornecedor 2	1,50	0,67	1,00	0,50
	Fornecedor 3	0,00	0,00	0,00	1,00
	Fornecedor 4	1,00	1,00	0,50	0,00
F1	F1-F2	-0,50	-0,33	0,00	-0,50
	F1-F3	1,00	0,33	1,00	-1,00
	F1-F4	0,00	-0,67	0,50	0,00
F2	F2-F1	0,50	0,33	0,00	0,50
	F2-F3	1,50	0,67	1,00	-0,50
	F2-F4	0,00	-0,67	0,50	0,00
F3	F3-F1	-1,00	-0,33	-1,00	1,00
	F3-F2	-1,50	-0,67	-1,00	0,50
	F3-F4	-1,00	-1,00	-0,50	1,00
F4	F4-F1	0,00	0,67	-0,50	0,00
	F4-F2	-0,50	0,33	-0,50	-0,50
	F4-F3	1,00	1,00	0,50	-1,00

Posteriormente é utilizada a mesma tabela para conseguirmos calcular a nossa função de preferência $P_j(a, b)$ representada na Tabela 4.19, da seguinte forma:

$$P_j(a, b) = 0 \text{ se } R_{aj} \leq R_{bj} \rightarrow D(F1 - F2) \leq 0$$

Ou

$$P_j(a, b) = (R_{aj} - R_{bj}) \text{ se } R_{aj} > R_{bj} \rightarrow D(F1 - F2) > 0$$

Tabela 4.19 - Calculo da Função Preferencial Pj (a,b) (Fonte: própria)

	Ponderação	0,35	0,25	0,25	0,15
	Crêterios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento
F1	F1-F2	0,00	0,00	0,00	0,00
	F1-F3	1,00	0,33	1,00	0,00
	F1-F4	0,00	0,00	0,50	0,00
F2	F2-F1	0,50	0,33	0,00	0,50
	F2-F3	1,50	0,67	1,00	0,00
	F2-F4	0,00	0,00	0,50	0,00
F3	F3-F1	0,00	0,00	0,00	1,00
	F3-F2	0,00	0,00	0,00	0,50
	F3-F4	0,00	0,00	0,00	1,00
F4	F4-F1	0,00	0,67	0,00	0,00
	F4-F2	0,00	0,33	0,00	0,00
	F4-F3	1,00	1,00	0,50	0,00

E posteriormente na Tabela 4.20, á relação com os respetivos pesos,

$$\left[\sum_{j=1}^n W_j P_j (a, b) \right] / \sum_{j=1}^n W_j$$

Tabela 4.20 - Cálculo dos Pesos W_j para construção da Matriz de Decisão (Fonte: própria)

	Ponderação	0,35	0,25	0,25	0,15	$\sum_{j=1}^n w_j$
	Crerios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento	
F1	F1-F2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	F1-F3	0,35	0,08	0,25	0,00	0,68
	F1-F4	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13
F2	F2-F1	0,18	0,08	0,00	0,08	0,33
	F2-F3	0,53	0,17	0,25	0,00	0,94
	F2-F4	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13
F3	F3-F1	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15
	F3-F2	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08
	F3-F4	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15
F4	F4-F1	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
	F4-F2	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08
	F4-F3	0,35	0,25	0,13	0,00	0,73

Posteriormente procedeu-se a agregação dos valores para se poder contruir uma matriz, expressando as funções de preferência, conforme Tabela 4.21, representando os resultados de todo este processo, com os valores necessários para a construção da matriz de decisão.

Tabela 4.21 - Matriz de Decisão das Comparações entre os Fornecedores (Fonte: própria)

Matriz de Decisão					
Agregar Funções de Preferência	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	$\sum \varphi^+$ Fluxo Positivo
Fornecedor 1	-	0,00	0,68	0,13	0,81
Fornecedor 2	0,33	-	0,94	0,13	1,40
Fornecedor 3	0,15	0,08	-	0,15	0,38
Fornecedor 4	0,17	0,08	0,73	-	0,98
$\sum \varphi^-$ Fluxo Negativo	0,65	0,16	2,35	0,40	-

Construída a Matriz de Decisão com os valores obtidos do somatório das funções de preferência, a qual vai ser agora ser alvo de estudo com a agregação dos valores de preferência, conseguindo assim uma determinação dos fluxos positivos e dos fluxos negativos referentes a cada fornecedor, que resultam do somatório dos valores obtido nas linhas para fluxo positivo nas colunas para Fluxo Negativo. É através desta análise de fluxos que vamos obter um, ranking parcial (Tabela 4.22).

Tabela 4.22 - Resumos do Somatório dos Fluxos de cada Fornecedor (Fonte: própria)

Funções de Preferência	φ^+ Fluxo Positivo	φ^- Fluxo Negativo
Fornecedor 1	0,81	0,65
Fornecedor 2	1,40	0,16
Fornecedor 3	0,38	2,35
Fornecedor 4	0,98	0,40

Conforme já tinha sido mencionado anteriormente o método PROMETHEE I efetua uma análise os rankings parciais obtidos, que se obtém através das comparações dos mesmos, resultando nas seguintes situações possíveis: Comparáveis ($aP^I b$), Indiferentes ($aI^I b$) e incomparáveis ($aR^I b$).

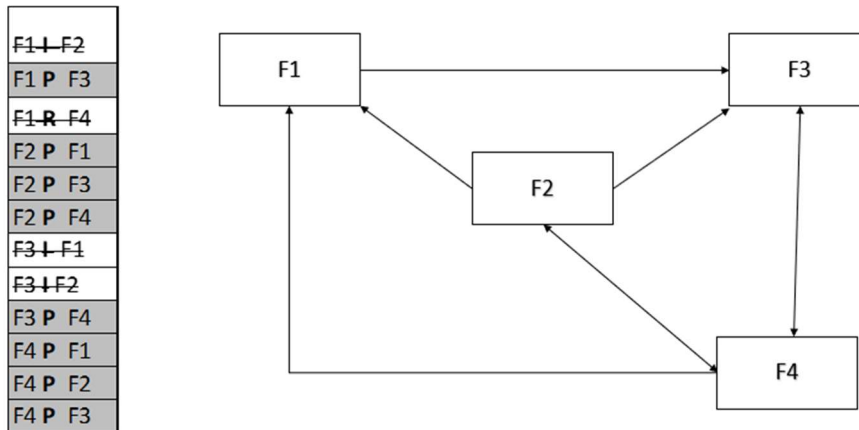


Figura 4.3 - Resultados Obtidos das Comparações- Análise PROMETHEE I (Fonte: própria)

No seguimento do resultado obtido, é contruído o esquema de ligação conforme Figura 4.3, apenas para os fornecedores que são comparáveis na sua avaliação. Esta verificação é efetuada par a par, conforme as orientações das setas de ligação e por esse motivo os valores obtidos são denominados de rankings parciais. Ficam fora deste esquema as alternativas entendidas como incomparáveis e indiferentes obtidas na análise dos seus fluxos. Neste método o decisor não consegue ter uma resposta imediata de tomada de decisão, pelo que, é sempre aconselhável proceder ao desenvolvimento deste método para o PROMETHEE II. No entanto esta análise, por ser parcial, é muito útil para avaliar as alternativas isoladamente, com a intenção de poder fazer melhorias que as tornem numa melhor opção de escolha. (Figueira, Greco, & Ehrgott, 2005) . Para proceder a análise é necessário calcular o diferencial entre os fluxos positivos e negativos, para obter o ranking de avaliação para os fornecedores existentes, conforme resultados representados na Tabela 4.23.

Cálculo do Fluxo Global - $\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$

Tabela 4.23 - Resultado do Cálculo Ranking das Alternativas (Fonte: própria)

	$\sum \phi^+$ Fluxo Positivo	$\sum \phi^-$ Fluxo Negativo	$\phi(a)$	Ranking
Fornecedor 1	0,81	0,65	0,16	2°
Fornecedor 2	1,40	0,16	1,24	1°
Fornecedor 3	0,38	2,35	-1,98	4°
Fornecedor 4	0,98	0,40	0,58	3°

Ao observar a coluna do fluxo global, verificamos que a melhor escolha seria o fornecedor 2, pois é o que apresenta o valor do cálculo do fluxo global mais elevado. Pela mesma ordem de análise decrescente, seguem-se os Fornecedores 1 em segundo lugar, o Fornecedor 4 em terceiro e por último o fornecedor 3.

Este método torna a tomada de decisão muito mais explícita através desta análise de valores, permitindo ao decisor tomar uma decisão mais imediata (Mareschal, 2015).

4.4 – Aplicação Combinada do Método AHP e PROMETHEE

Conforme mencionado no capítulo anterior, vamos proceder a combinação destes dois métodos para avaliar a sua consistência e complementaridade neste caso de estudo. Recorremos a utilização do método AHP para a ponderação dos critérios e à utilização do método PROMETHEE para as comparações diretas entre as alternativas, avaliando o desempenho de cada uma em relação a critérios definidos anteriormente, para obter um ranking final das alternativas, ou seja, dos fornecedores em análise.

Os resultados das comparações já efetuadas aos critérios, com recurso ao método AHP, são apresentados na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 - Matriz das Comparações efetuados com Método AHP com respectivos pesos de cada Critério (Fonte: própria)

Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento	Pesos Wn
Preço	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Prazo de Entrega	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Requisitos de Qualidade/Garantia	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Condições de pagamento	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

De seguida utilizamos os valores resultantes das comparações das alternativas efetuadas com o método PROMETHEE, para o cálculo dos pesos Wj para construção da matriz de decisão, tendo agora em consideração a influência de cada critério obtido no método AHP, conforme representado na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Cálculo dos Pesos Wj para Construção da Matriz de Decisão com os valores Wn obtidos no Método AHP (Fonte: própria)

	Ponderação	0,56	0,19	0,19	0,06	$\sum_{j=1}^n w_j$
	Critérios	Preço	Prazo de Entrega	Requisitos de Qualidade/Garantia	Condições de Pagamento	
F1	F1-F2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	F1-F3	0,56	0,06	0,19	0,00	0,81
	F1-F4	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
F2	F2-F1	0,28	0,06	0,00	0,03	0,37
	F2-F3	0,84	0,13	0,19	0,00	1,16
	F2-F4	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
F3	F3-F1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06
	F3-F2	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
	F3-F4	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06
F4	F4-F1	0,00	0,13	0,00	0,00	0,13
	F4-F2	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06
	F4-F3	0,56	0,19	0,10	0,00	0,85

Posteriormente procedeu-se a agregação dos valores para se poder contruir uma matriz, com os valores obtidos do somatório das funções de preferência, conforme Tabela 4.26, representando os resultados de todo este processo e dando origem á construção da matriz de decisão.

Tabela 4.26 - Matriz de Decisão das Comparações entre os Fornecedores com utilização dos Métodos AHP + PROMETHEE II (Fonte: própria)

Matriz de Decisão					
Agregar Funções de Preferência	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	$\sum \varphi^+$ Fluxo Positivo
Fornecedor 1	-	0,00	0,81	0,10	0,91
Fornecedor 2	0,37	-	1,16	0,10	1,63
Fornecedor 3	0,06	0,03	-	0,06	0,15
Fornecedor 4	0,13	0,06	0,85	-	1,04
$\sum \varphi^-$ Fluxo Negativo	0,56	0,09	2,82	0,25	-

Verificou-se que os valores dos fluxos obtidos na conjugação destes dois métodos, obedecem á mesma ordem de grandeza, que quando comparados com os parâmetros utilizados para análise dos rankings parciais no método PROMETHEE I, resultam no mesmo esquema de representação já demonstrado anteriormente na Figura 4.3 .

Procedeu-se de seguida ao desenvolvimento deste método para o PROMETHEE II, com o objetivo de obter um ranking final que evidenciasse a melhor escolha de fornecedor, com base nos dados analisados, tal como representado na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 - Apresentação do Ranking Final resultante da Combinação dos Métodos AHP + PROMETHEE II (Fonte: própria)

	$\sum \varphi^+$ Fluxo Positivo	$\sum \varphi^-$ Fluxo Negativo	$\varphi (a)$	Ranking
Fornecedor 1	0,91	0,56	0,35	2°
Fornecedor 2	1,63	0,09	1,53	1°
Fornecedor 3	0,15	2,82	-2,67	4°
Fornecedor 4	1,04	0,25	0,79	3°

Embora os resultados tenham sido idênticos quando conjugados ambos os métodos, mantendo o ranking com as mesmas posições em relação a seleção dos fornecedores, a construção de um processo de seleção de fornecedores com a combinação destes dois métodos releva uma maior flexibilidade na implementação de melhorias nas alternativas. A avaliação das alternativas resulta em valores exatos suscetíveis de serem mais facilmente trabalhados com o método PROMETHEE, não comprometendo todo o processo de avaliação, como seria passível de acontecer se recorrêssemos ao método AHP. Como por exemplo, conseguir obter melhor preço de fornecimento do material, ou até mesmo, melhorar o prazo de entrega do material, que, quando ponderado com os critérios já definidos pode alterar a posição do fornecedor neste ranking.

4.5 – Análise de Resultados

No estudo de caso, foi recriado um cenário real que espelha o dia-a-dia de um departamento de compras numa empresa de construção civil. Neste contexto, surge a necessidade de estabelecer um processo eficaz para a seleção de fornecedores com vista à aquisição de materiais.

Vamos agora analisar os resultados provenientes da aplicação dos métodos AHP e PROMETHEE. Para iniciar a utilização destes métodos, foi necessário seguir uma série

de passos, os quais incluíram a definição dos critérios selecionados conforme detalhado no Capítulo 4, seção 4.1 - Enquadramento Geral. Estes critérios, nomeadamente preço, prazo de entrega, requisitos de qualidade/garantia e condições de pagamento, foram escolhidos previamente com base na investigação realizada, que delineou a importância desses critérios neste setor de atividade e em consonância com os objetivos a serem alcançados.

Posteriormente foi construída Tabela 4.1 com a informação e avaliação dos fornecedores em estudo. Esta tabela contém toda a informação utilizada na aplicação dos métodos, diferindo apenas na forma foi desenvolvida. No primeiro método AHP, foi necessário proceder a construção hierarquia de critérios (também conhecida por árvore de critérios), seguida da comparação entre critérios, cálculo da razão de consistência, estimação da importância relativa dos critérios e por último o cálculo da matriz de decisão, que indicará qual a ordem de decisão de cada alternativa.

Resultante da comparação entre os critérios, conseguimos obter os pesos referentes a cada critério que ditaram a importância de cada um nesta análise, sendo que, com os mesmos deu-se início a uma sequência de comparações entre fornecedores, analisando-os individualmente cada em critério. Os resultados obtidos foram apresentados em percentagem, numa escala de prioridade, definida pelo autovetor de decisão.

Perante os resultados obtidos, podemos verificar que o nível de preferência para a tomada de decisão indicaria a alternativa Fornecedor 2 como a opção ideal, assim como indicaria a alternativa Fornecedor 3 como a opção mais desfavorável. Analisando paralelamente a Tabela 4.6, é demonstrado que, efetivamente o fornecedor 2 se destaca favoravelmente na generalidade dos critérios, sendo que no critério “Preço”, este fornecedor apresenta um desempenho muito superior por apresentar preço mais baixo em relação aos demais. Este fornecedor apresenta o melhor desempenho neste critério (cerca de 58%), já que tem o valor de aquisição mais baixo. Comparativamente com o fornecedor 3, que apresenta um desempenho muito inferior neste critério (cerca de 4%), por apresentar o preço mais elevado.

O critério que melhor qualifica o fornecedor 3 é efetivamente as “Condições de Pagamento”, conforme Tabela 4.13, que lhe confere um desempenho muito superior a todos os restantes (cerca de 67%), no entanto a importância atribuída a este critério,

refletiva na sua ponderação, não lhe confere uma melhor posição mesmo que a sua distinção seja notória neste critério.

O fornecedor 4 apresenta um desempenho muito baixo em todos os critérios, refletido nos valores apresentados. Analisando este fornecedor, verificamos que dificilmente poderia ser alvo de estudo para possíveis melhorias, uma vez que demonstra pontuações muito baixas em todos os critérios, sinalizando a necessidade de melhorias substanciais.

Desta forma ficaria bem explicito qual a melhor decisão a ser tomada em função das condicionantes e alternativas disponíveis, sendo que importa referir que, na comparação para-a-par dos critérios e das alternativas (fornecedores), utilizou-se a Escala Fundamental de Saaty (Adaptado de (Saaty T. L., 1980)) conforme a Tabela 3.2.

Para o desenvolvimento do método PROMETHEE foi necessário primeiramente reunir com a gerência e fazer a definição dos pesos atribuídos a cada critério, realçando assim a importância de cada um no desenvolvimento do estudo.

Posteriormente construiu-se a Tabela 4.16 com a informação dos fornecedores definida no capítulo anterior, procedendo-se à sua normalização, aplicando uma norma característica deste método, onde existe a distinção de um critério benefício e um critério não-benefício. Depois de normalizada a tabela dá-se início a comparação par-par dos fornecedores, ao cálculo das diferenças, funções de preferência e análise dos fluxos. Numa primeira fase analisamos os fluxos obtido através das regras estabelecidas no PROMETHEE I, comparando os resultados obtidos de cada fornecedor e determinando se estes são passíveis de comparação, incomparáveis ou indiferentes. Sabemos porém que este método se torna incompleto, pois não apresenta uma resposta concreta ao decisor e por esse motivo desenvolvemos o método para o PROMETHEE II, onde é calculada a diferença entre os fluxos positivos e negativos obtidos de cada fornecedor, permitindo assim a execução de um ranking final onde o decisor tem a resposta exata de qual a melhor escolha. O resultado obtido coloca o fornecedor 2 (valor mais alto obtido na diferença entre fluxos positivo e negativo) com a melhor escolha de fornecedor para este caso em estudo, seguido do fornecedor 1 como a segunda escolha. Em terceiro lugar ficou o fornecedor 4, sendo que por último, a escolha menos favorável incidiu no fornecedor 3.

A análise dos resultados obtidos por meio desses dois métodos revela, inicialmente, a distinção na obtenção dos pesos atribuídos aos critérios, os quais definem suas respectivas importâncias relativamente uns aos outros.

Na Tabela 4.28, observamos que, embora os valores sejam diferentes, os pesos dos critérios representam os mesmos níveis de importância em ambos os métodos.

Tabela 4.28 - Resultados do Pesos dos critérios em ambos os Métodos (Fonte: própria)

AHP		PROMETHEE	
CRITÉRIOS	PESO w(%)	CRITÉRIOS	PESO w(%)
Preço (€)	56	Preço (€)	35
Prazo de Entrega	19	Prazo de Entrega	25
Requisitos de Qualidade/Garantia	19	Requisitos de Qualidade/Garantia	25
Condições de pagamento	6	Condições de pagamento	15

Também se constatou que o resultado da aplicação desses dois métodos, cujo objetivo era estabelecer uma escala de posicionamento para a seleção dos fornecedores, classifica os fornecedores de forma consistente, independentemente do método utilizado, como representado na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 - Rankings Finais de ambos os Métodos (Fonte: própria)

AHP		PROMETHEE	
CRITÉRIOS	RANKING	CRITÉRIOS	RANKING
Fornecedor 1	2º	Fornecedor 1	2º
Fornecedor 2	1º	Fornecedor 2	1º
Fornecedor 3	4º	Fornecedor 3	4º
Fornecedor 4	3º	Fornecedor 4	3º

Estes resultados traduzem-nos uma correta e coerente avaliação por parte dos decisores que participaram nesta avaliação, no entanto, embora os resultados tenham sido idênticos ao utilizar ambos os métodos, foram identificadas dificuldades durante as suas aplicações,

tornando este processo de seleção mais complexo e de difícil adaptabilidade quando se pretendem implementar melhorias resultantes de alterações nas condições obtidas pelos fornecedores para cada critério.

Identificada esta rigidez, surge a necessidade de tornar este processo mais eficiente e flexível, procedendo-se à estruturação do mesmo, utilizando ambos os métodos em conjunto, com o intuito de mitigar possíveis erros que possam surgir. Quando utilizamos o método AHP, necessitamos sempre de recorrer a uma escala (Saaty T. L., 1980), quer para análise dos critérios ou para a comparação das alternativas, enquanto na utilização do método PROMETHEE deparamos-nos com a atribuição direta de valores exatos que serão trabalhados e analisados através dos fluxos proveniente de uma função de preferência.

Verificou-se que recorrer a uma escala numérica para a avaliação dos critérios definidos, refletindo a sua importância direta de um critério sobre o outro, em que estes critérios são definidos pelos decisores de topo da gerência e estão alinhados diretamente com a visão estratégica do negócio, é de fácil aplicação e compreensão. Assim, o método AHP demonstrou plena capacidade para efetuar comparações entre os critérios estabelecidos, gerando uma matriz que reflete a importância efetiva de cada critério, culminando na obtenção dos pesos necessários para a resolução deste problema.

Em relação a avaliação das alternativas, o método PROMETHEE revelou-se mais eficaz, porque efetua as comparações entre as alternativas, medindo a diferença entre as mesmas de acordo com as preferências pré-definidas e avaliando posteriormente os seus fluxos. Desta forma trabalhamos com valores exatos, que são obtidos através das informações recolhidas de cada fornecedor. Já no caso do método AHP, evidenciou-se que é aqui que este método pode falhar, na atribuição dos valores de uma escala numérica (Saaty T. L., 1980) para efetuar comparações entre as alternativas, fazendo com que o decisor tenha que necessariamente fazer uma “tradução” das informações obtidas dos fornecedores para a comparação das alternativas par-a-par para a linguagem desta escala, atribuindo assim a pontuação mais indicada. Esta característica torna todo o processo muito complexo quando aplicado a muitas alternativas, com informações muito variadas difíceis de traduzir, podendo ocorrer erros nestas comparações. Este processo torna-se igualmente

complexo quando se pensa na implementação de uma melhoria nas alternativas existentes.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação de mestrado, tem como objetivo investigar e aplicar uma abordagem multicritério para facilitar a tomada de decisão durante a avaliação e seleção de fornecedores em uma empresa que opera no segmento da construção civil. Esta pesquisa abrangeu uma revisão bibliográfica detalhada sobre a indústria da construção e a seleção de fornecedores, assim como, os critérios e os métodos mais frequentemente utilizados neste processo.

Uma gestão eficaz da produção é fundamental para garantir qualidade e rapidez. A produtividade industrial, que engloba tanto o desempenho no local de atuação, assim como, nos processos administrativos, traduz-se num aumento na produção. Em síntese, otimizar os recursos disponíveis é essencial para alcançar mais em menos tempo, sem comprometer a qualidade. Para alcançar essa produtividade, as indústrias necessitam investir em vários elementos, como a qualificação da mão de obra, a especialização dos colaboradores, a aquisição de equipamentos avançados, a adoção de novas tecnologias para a seleção de fornecedores necessários para aquisição de matérias-primas e subcontratações.

Dos critérios de seleção de fornecedores existentes conclui-se que os mais mencionados, de extrema relevância e que impactam com o sucesso a produção do projeto, são o custo, qualidade, prazo de entrega, assistência técnica/garantias e capacidade financeira do fornecedor. A seleção desses critérios específicos para esta indústria, visa fornecer uma base para uma escolha mais criteriosa dos critérios existentes. No entanto, cada organização, de acordo com suas prioridades, deve selecionar os critérios que melhor se adequem à sua realidade e situação atual. Como já referido anteriormente, um critério que merece especial atenção, sem uma quantificação direta, sempre que possível, é o relacionamento com fornecedores. Embora por vezes subestimado e não devendo ser considerado isoladamente, também não deve ser negligenciado. A interação com um fornecedor e o estabelecimento de uma relação duradoura podem representar uma maior valia na negociação, representando assim um dos objetivos cruciais para uma seleção eficaz de fornecedores. Embora possa não ter um efeito imediato, a longo prazo será de grande valor para a empresa. No entanto, reconhecemos que nesta indústria, caracterizada

pela produção por projeto, existem muitos materiais em que esse critério não pode ser aplicado. Isso deve-se à natureza esporádica ou única de algumas compras, resultante da diversidade de materiais necessários.

Foram aplicados num caso de estudo dois métodos de seleção de fornecedores, AHP e PROMETHEE, previamente escolhidos devido às suas distintas abordagens na avaliação dos fornecedores. O método AHP adota uma abordagem mais tradicional na manipulação de valores durante as avaliações e comparações, enquanto o método PROMETHEE I e II representa uma abordagem mais recente, focada nos fluxos e na atribuição direta de pesos aos critérios, avaliando sua importância de forma direta.

Na análise e aplicação dos métodos concluímos que a utilização de apenas um método resulta na perda de informações e aumenta o risco de decisões equivocadas, uma vez que o tomador de decisão fica sujeito às limitações inerentes desse método. Observamos que uma avaliação mais precisa poderia ser alcançada através da combinação dos dois métodos, aproveitando as suas vantagens. No caso de estudo foi possível detetar dificuldades, que levaram a uma proposta de melhoria no processo de seleção de fornecedores utilizando os dois métodos em simultâneo, para tornar o processo mais consistente e mais flexível.

Conclui-se assim que a estratégia a aplicar devia passar pela utilização do método AHP para recorrer a avaliação e ponderação dos critérios, uma vez que estes critérios são definidos e alinhados com a visão estratégica da empresa e que não estão em constante mudança. Os critérios depois de definidos e avaliados resultam em ponderações percentuais, que expressam a sua importância, podendo ser utilizados frequentemente para a seleção dos fornecedores em aquisições futuras. Estes valores só serão alvo de alteração caso a empresa defina novas estratégias para as suas aquisições, o que não acontece com a mesma frequência, quando comparado com a seleção de alternativas em função das necessidades de aquisição de materiais. Desta forma, para a avaliação das alternativas (selecionar o melhor fornecedor do material em estudo), propõem-se a utilização do método PROMETHEE I e II, por apresentar uma forma mais eficaz para avaliação das mesmas, recorrendo à análise de valores exatos e suscetíveis de constante alteração, em função da obtenção de melhores condições, ou até mesmo, possibilitando a adição de novas alternativas aos estudos efetuados.

No contexto organizacional, a seleção de fornecedores é um processo frequentemente complexo e demorado, exigindo que as empresas possuam informações abrangentes e empreguem métodos aprimorados para tomar decisões consistentes e eficientes. A fusão destes dois métodos permite obter melhores resultados tornando todo o processo mais flexível e produtivo no dia a dia do departamento de compras das empresas, atendendo assim as necessidades que possam surgir de forma mais rápida e sem comprometer todo o processo.

Sugerimos que em pesquisas futuras sejam efetuados mais testes para validar a robustez do método de seleção proposto, abrangendo ainda a sua adaptação em diferentes indústrias. Além disso, é essencial explorar a complementaridade de outras abordagens multicritério para melhorar este processo, oferecendo resultados igualmente válidos, de fácil aplicação e que permitam colmatar lacunas existentes na utilização destes métodos.

BIBLIOGRAFIA

- Antonelli, C., & Quatraro, F. (Dezembro de 2008). *The Effects of Biased Technological Change on Total Factor Productivity: Empirical Evidence from a Sample of OECD Countries. Technological Forecasting and Social Change.*, p. 30.
- Aretoulis, G. N., Kalfakakou, G. P., & Striagka, F. Z. (17 de Agosto de 2009). Construction Material Supplier Selection Under Multiple. (Springer-Verlag, Ed.) pp. 209–230.
- Arnold, J. R. (2012). *Administração de Materiais*. Atlas.
- Bäckstrand, J., & Fredriksson, A. (17 de Julho de 2020). Production Planning & Control. *The Role of supplier information Availability for Construction Supply Chain Performance*, 33, pp. 869-874.
- Baganha, M., Marques, J. C., & Gois, P. (2002). *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas*. Lisboa: Oficina do Centro de Estudos Sociais.
- Baily, P., Farmer, D., Jessop, D., & Jones, D. (1999). *Compras - Principios e Administração*. São Paulo: Atlas.
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., & Johnson, G. (Janeiro de 2021). Guidebook to Decision-Making Methods. *Department of Energy, United States OF American*.
- Beach, R., Webster, M., & Campbell, K. (12 de Abril de 2005). An evaluation of partnership development in the construction industry. *International Journal of Project Management*, 611–621.
- Brans, J., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to Select and how to rank Projects: The PROMETHEE method. *Operational European Journal*, 228-238.
- Brans, J.-P., & Smet, Y. D. (2016). *Multiple Criterias Analysis: Promethee Methods* (2ª Edição ed., Vol. 233). Springer.
- Campos, L. F. (2012). *Gestão de Projetos*. Paraná: Instituto Federal de Educação, Ciencia e Tecnologia.

- Carmo, B. B., Neto, J. F., & Dutra, N. G. (21 de Setembro de 2011). Análise do Impacto nos Custos de Transporte de um Modelo de Seleção de Fornecedores Baseado em Variáveis Socioambientais e de Competitividade. pp. 466-483.
- Castro, W., Gomez, O., & Franco, L. (22 de Janeiro de 2009). Selección de Proveedores: una Aproximación al Estado del Arte. *Cuadernos de Administración*, pp. 145-167.
- Cengiz, K., & Ufuk, C. (2014). Multi-criteria Supplier Selection using Fuzzy, AHP.
- Cengiz, A., Ytekin, O. A., Ozdemir, I., Kusan, H., & Cabuka, A. (Janeiro de 2017). A Multi-criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. *Creative Construction Conference* (pp. 19-22). Primosten, Croácia: Elsevier.
- Chai, J., Liu, J. N., & Ngai, E. W. (Agosto de 2013). Application of Decision-Making Techniques in Supplier Selection: A Systematic Review of Literature. *Expert Systems With Applications*, pp. 3872-3885.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw-Hill Irwin.
- Chen, C.-T., Lin, C.-T., & Huang, S.-F. (2006). A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. *International Journal of Production Economics*, 289-301.
- Chiavenato, I. (2014). *Gestão da Produção* (Vol. 3ª Edição). Manole.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2003). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação*. São Paulo: Lilacs.
- De Boer, L. (1998). Operations Research in Support of Purchasing. Design of a toolbox for Supplier Selection. Netherlands: Ph.D. Thesis, University of Twente, Enschede.
- Denicol, J., & Cassel, R. A. (2013). Métodos para a Seleção e Avaliação de Desempenho de Fornecedores na Indústria da Construção Civil : Revisão Sistemática da Literatura. (p. 18). Salvador, BA, Brasil: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção .
- Dickon, G. W. (1966). An Analysis Of Vendor Selection. *Journal of Purchasing*, 11-20.

- Elfving, J., & Ballard, G. (13-15 de Julho de 2011). In search of lean suppliers - Structuring a Preferred Supplier Program . *Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), 13–15, July 2011, Lima, Peru, 125–134*, pp. 125-134.
- Ernest H. Forman, S. I. (1 de Agosto de 2001). The Analytic Hierarchy Process—An Exposition. *Operations Research*, 49, pp. 469-627.
- Felice, F. D. (7 de Outubro de 2015). Performance Measurement Model for the Supplier Selection Based on AHP. *Management, International Journal of Engineering Business*, 1-13.
- Figueira, J., Greco, S., & Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (Vol. 78). International Series in Operations Research & Management Science (ISOR).
- Frodell, M. (31 de Janeiro de 2011). Criteria for Achieving Efficient Contractor-Supplier Relations. *Engineering, Construction and Architectural Management*, pp. 381-393.
- Fusco, J. P., & Sacomano, J. B. (2007). *Operações e gestão estratégica da produção*. São Paulo: Editora Arte & Ciência.
- Genovese, A. (04 de Fevereiro de 2013). Greener supplier selection: State of the art and some empirical evidence. *International Journal of Production Research*, 2868–2886.
- Gilbson, J.L, I., J.M., Donnelly, & Konopaske, J. (2011). *Organization: Behavior, Structure, Processes*. McGraw Hill.
- Granemann, S. R., & Garnet, I. R. (Abril de 2010). Uma aplicação do método de análise hierárquica (AHP). *Seleção de financiamento para aquisição de aeronaves* , pp. 19-40.
- Ha, S. H., & Krishnan, R. (2008). Hybrid approach to supplier. *Expert Systems with Applications*, 1303-1311.
- Henk Zijm, M. K. (2019). *Operation Logistic and Sulppy Chain Management*. Springer.

- Humphreys, P., Wong, Y., & Chan, F. (2003). "Integrating environmental criteria into the criteria into the supplier selection process". *Journal of Materials Processing Technology*, 349-356.
- J.W.F., L. K. (2016). The virtual corporation: learning from construction. *Supply Chain Management: An international Journal*, 193-202.
- John M. Ivancevich, J. L. (2011). *Organizations: Behavior, Structure, Processes*. McGraw-Hill Education.
- Junior, F. R., Osiro, L., & Carpinetti1, L. C. (2013). Gestão da Produção. *Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte*, 20, pp. 781-801.
- Kahraman, C. (2008). *Fuzzi Multi-Criteria Decision Making*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey: Springer.
- Karimi, H. (2014). Supplier selection using revised multi-segment goal programming model. *The International Journal of Advance Manufacturing Technology*, 1227-1234.
- Kidd, A. (2013). *The definition of 'procurement' and 'Supply Chain Managment'*. C.A. Ltd, ED.
- Kondalkar, V. (2007). *Organizational Behaviour*. New Age International Publishers. Obtido de <https://newagepublishers.com/servlet/nahome>
- Kornelius, L., & Wamelink, J. (1998). The virtual corporation: learning from construction , *Supply Chain Management: International Journal. International Journal*, 193-202.
- Kumaraswamy, M., & Palaneeswaran, E. (2000). Selection matters in construction supply chain optimisation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 661 - 680.
- Le Boer, L. L. (2001). A Review of Methods Supporting Supplier Selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 1-15.
- Leendrs M.R., J. P., & H.E, F. (2006). *Purchasing and Supply Management*. MC Graw-Hill: International Edition.

- Luthra, S. (2020). *Total Quality Management (TQM) Principles, Methods, and Applications*. CRC Press.
- Mareschal, B. (April de 2015). Visual PROMETHEE. *Visual PROMETHEE User Manual (including tutorials)*, pp. 1-192.
- Meredith, J. R., & Samuel J. Mantel, J. (2018). *Project management: A managerial approach*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Moreira, D. A. (2012). *Administração da Produção e Operações. Cengage Learning - 2. ed. rev. e ampl*, 617.
- Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (16 de Julho de 2004). Compromise Solution By Methods : A Comparative Analysis Of VIKOR and TOPSIS. pp. 445-455.
- P. Robinson, W. Y. (1967). *Industrial Buying and Creative Marketing*. Philadelphia: Ally and Bacon and The Marketing Science Institute.
- Padhi. (2012). Positioning of commodities using the Kraljic Portfolio Matrix. *Journal of Purchasing & Supply Management Vol.18*, 1-8.
- Petrick, I., Maitland, C., & Pogrebnyakov, N. (2016). Unpacking Coordination Benefits in Supply Networks: Findings from Manufacturing SMEs. *Journal of Small Business Management*, 582–597.
- Pillet, M., Martin-Bonnefous, C., & Courtois, A. (2007). *Gestão da Produção*. Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. K. (2019). *Project Management: Achieving Competitive Advantage, Global Edition*. United Kingdom: Pearson Education.
- PMBOK. (2004). *Guia de Conhecimentos em Gerenciamento de Projectos - 3ª Edição*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- PMBOK. (2017). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- Pryke, S. (2009). *Construction Supply Chain Management: Concepts and Case Studies*. London: John Wiley & Sons, Ltd.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. N. York, USA.: McGraw-Hill.

- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26.
- Saen, R. F. (01 de Dezembro de 2007). Suppliers Selection in the Presence of Both. *European Journal of Operational Research* 183 , 741–747.
- Shirazi, Langford, & Rowlinson. (1966). “*Organizational Structures in the Construction Industry.*” (Vol. 14). Construction Management and Economics.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2020). *Administração da Produção*. Pearson.
- SPI. (1999). *Ecommerce* (Vol. Cap.3.1). Lisboa: Principia.
- Sung, H., Ho, & Krishnan, R. (Fevereiro de 2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert Systems with Applications*, pp. 1303–1311.
- Terpend, R., R.Krause, D., & Dooley, K. J. (2011). Managing Buyer-Supplier Relationships: Empirical Patterns Of Strategy Formulation in Industrial Purchasing. *Journal of Supply Chain Management*, 73 - 94.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-criteria decision making methods: A comparative study*. Baton Rouge, USA: Kluwer academic publishers.
- Weber, C., J.R, C., & Benton, W. C. (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 12-18.