



MESTRADO

GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Dissertação

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE
FORNECEDORES DA EMPRESA *GAMA OIL & GAS* DO SETOR
PETROLÍFERO**

SHEILA CARINA PRATA GARRIDO FERREIRA

FEVEREIRO – 2022



MESTRADO

GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Dissertação

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE
FORNECEDORES DA EMPRESA *GAMA OIL & GAS* DO SETOR
PETROLÍFERO

SHEILA CARINA PRATA GARRIDO FERREIRA

ORIENTAÇÃO:

PROF. DOUTOR JOSÉ MIGUEL ARAGÃO CELESTINO SOARES

PROF. DOUTOR RICARDO SIMÕES SANTOS

FEVEREIRO - 2022

RESUMO

Com o crescimento e a dinâmica das cadeias de abastecimento, um pouco existente por todo mundo, as empresas tendem a procurar formas para reduzir (ou até mesmo mitigar) eventuais riscos inerentes aos seus negócios, bem como minimizar custos e aumentar a capacidade da oferta de mercado.

Uma das formas de conseguir isso, passa pelo estabelecimento de parcerias estratégicas com fornecedores cujos objetivos visam a maximização de resultados e consequentemente adicionar maior valor à cadeia de abastecimento.

Neste âmbito, o processo de seleção e avaliação dos fornecedores, assume uma importância crucial para o aumento da competitividade nas organizações, pelo que o principal objetivo deste trabalho passa pelo desenvolvimento de um modelo de seleção e avaliação de fornecedores que auxilie uma organização do sector petrolífero na tomada de decisão, nomeadamente sobre quais os fornecedores a considerar para eventuais parcerias, otimizando deste modo os seus sistemas produtivos com vista ao aumento da sua competitividade.

Para tal, a abordagem aqui proposta, baseia-se na utilização do método *PROMETHEE II* para a seleção e classificação dos fornecedores, tendo em conta um dado conjunto de critérios pré-definidos e devidamente ponderados.

A abordagem desenvolvida, inclui ainda o método *SMARTER* para avaliação das alternativas seleccionadas no processo anterior. A robustez do modelo desenvolvido, foi analisada com recurso a um estudo de caso, baseado na empresa *Gama Oil & Gas* prestadora de serviços, enquadrada na indústria petrolífera. A partir da análise dos resultados, tanto no processo de seleção como no processo de avaliação, foram obtidos dados que evidenciam a aplicabilidade do modelo proposto, contribuindo deste modo, para uma resolução da problemática levantada.

Palavras-chaves: Seleção de Fornecedores, Avaliação de Fornecedores, MCDM, *PROMETHEE II*, *SMARTER*, Cadeia de Abastecimento

ABSTRACT

With the growth and dynamics of existing supply chains worldwide, companies tend to look for ways to reduce (even mitigate) the risks inherent to their business, as well as minimize costs and increase the capacity of the market supply. One of the ways to achieve this is to establish strategic partnerships with suppliers whose objectives are aimed to maximizing results and consequently adding greater value to the supply chain.

In this context, the process of selection and evaluation of suppliers is of crucial importance for increasing competitiveness, so the main objective of this work is to develop a model selection and evaluation of suppliers to assists an organization of the oil sector in decision-making, namely on which suppliers to consider for possible partnerships, thereby optimising their production system with a view to increasing their competitiveness.

To this purpose the approach developed here is based on the use of the *PROMETHEE II* method to select and classify suppliers according to a set of criteria, duly weighted.

The approach developed, also includes the *SMARTER* method to assess all the alternatives selected in the previous process. The robustness of the developed model was analysed using a case study, based on the company *Gama Oil& Gas* providing service to the oil industry.

According to the analysis of the results, both in the selection process and in the evaluation process, the data evidences the applicability of the proposed model, contributing in this way to the problem raised.

Keywords: Supplier Selection, Supplier Evaluation, MCDM, *PROMETHEEII*, *SMARTER*, Supply Chain

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, e por todas as dádivas que me tem concedido, mesmo nas atribulações sempre foi e continua a ser o meu baluarte.

Às pessoas e instituições cuja colaboração e contributo permitiram a realização deste trabalho, gostaria de exprimir a minha estima e gratidão.

Ao Professor Doutor José Miguel Soares, expresso o meu profundo agradecimento pela disponibilidade, exigência e rigor na orientação do trabalho.

Ao Professor Doutor Ricardo Simões Santos, como Coorientador, expresso o meu sincero e especial agradecimento pelo incansável acompanhamento e orientação científica prestada, pelo rigor e revisão crítica do texto, pelos comentários, esclarecimentos e sugestões. Obrigada, pela acessibilidade, motivação e simpatia demonstradas ao longo deste trabalho.

Ao Carlos Costa, meu amigo, irmão mais velho, pelas lições de vida, pelos incentivos e por nunca me faltares!

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional, pela paciência e encorajamento.

Por fim, mas não menos importante, expresso o meu agradecimento ao corpo docente do ISEG que, ao longo dos 2 anos, dedicou-se à transmissão de conhecimentos, e que apesar da situação atípica enfrentada no decorrer do curso, soube adaptar-se e encontrar “novas formas” de continuar a desenvolver o seu trabalho.

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Cadeias de abastecimento	4
2.2 Importância do processo de seleção de fornecedores	6
2.3 Critérios de seleção	7
2.4 Modelos de seleção e avaliação de fornecedores desenvolvidos.....	9
3. METODOLOGIA.....	10
3.1 Problemática inicial	10
3.2 Desenvolvimento de um modelo de suporte a tomada de decisão multicritério...	11
3.2.1 <i>Arquitetura do modelo</i>	12
3.2.2 Método PROMETHEE II	13
3.2.3 <i>Método SMARTER</i>	15
3.2.4 Modelo desenvolvido.....	16
3.3 Caracterização da empresa.....	17
3.3.2 <i>Processo atual de seleção de fornecedores</i>	20
3.3.3 <i>Processo atual de Avaliação de fornecedores</i>	22
4. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	23
4.1 Processo de seleção de fornecedores	23
4.2 Processo de Avaliação de fornecedores	29
4.2.1 <i>Ordem dos critérios pelo Swing e obtenção dos pesos pelo ROC</i>	31
4.3 Análise dos resultados	33
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	36

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	41
Anexo I - Normalização (passo 1 - cálculos dos critérios de benefícios e custos)	41
Anexo II - Comparação par a par	42
Anexo III – Cálculo das funções agregadas de preferência.....	45
Anexo IV - Ponderação das alternativas pelos pesos.....	48
Anexo V – Avaliação de fornecedores	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo proposto	12
Figura 2 - Fluxograma do modelo	13
Figura 3 - Árvore de natal submarina (X-tree)	19
Figura 4 - Válvula de choque.....	19
Figura 5- Fluxograma processo de seleção e avaliação Gama Oil & Gas.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Descrição dos critérios de seleção de fornecedores	17
Tabela II - Seleção de critérios e graus de importância.....	23
Tabela III - Descrição dos critérios e respectivas escalas	24
Tabela IV - Pontuações das alternativas com respeito aos critérios.....	25
Tabela V - Normalização da matriz de avaliação.....	27
Tabela VI - Critérios, pesos, parâmetros de indiferença e preferência.....	28
Tabela VII - Média das alternativas ponderadas e obtenção dos fluxos Fonte: Elaboração própria	28
Tabela VIII - Ranking do processo de seleção de fornecedores.....	29
Tabela IX - Indicadores de desempenho	31
Tabela X - Ordem de importância dos critérios de avaliação.....	31
Tabela XI - Pesos dos critérios de avaliação	31
Tabela XII - Níveis de desempenho de avaliação ponderados.....	32
Tabela XIII - Nível de serviço fornecido num período de 3 meses e ranking das alternativas avaliadas	32
Tabela XIV - Ranking das alternativas aptas no processo	33
Tabela XV - Rankings obtidos do processo de seleção e avaliação de fornecedores da empresa Gama Oil & Gas	35

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS

BC	—	Critérios de Benefício
Cost. cri	—	Critérios de Custo
Cr _n	—	Critérios
DHPT	—	Downhole Pressure Temperature (transmissor de interpretação de sinais)
<i>F_{ij}</i>	—	Representa o desempenho do fornecedor para determinado critério
GCA	—	Gestão da Cadeia de Abastecimento
HSE	—	Health Safety Environment
MCDM	—	Multicriteria Decision Making
<i>NSF</i>	—	Nível de Serviço do Fornecedor Avaliado
PMV	—	Production Master Valve
PN	—	Part Number (Número de Identificação da Peça)
PROMETHEE	—	Preference Ranking Organization Method for Enrichment
RFP	—	Request for Proposal
RFQ	—	Request for Quote
ROC	—	Ranking Ordered Centroid
ROV	—	Remote Operated Vehicle
SMARTER	—	Simple Multi-Attribute Rating Technique
SUBSEA X-TREE	—	Conjunto de válvulas submarinas para extração de petróleo
W _n	—	Peso

1. INTRODUÇÃO

O efeito globalização e os avanços tecnológicos tornaram a economia mundial mais dinâmica e competitiva. Para as empresas torna-se crucial manterem-se atualizadas. Deste modo, passam a cooperar em redes formando cadeias de abastecimento para uma melhor eficiência. Christopher (2007) apud Carvalho (2011) refere que o foco das cadeias de abastecimento está na cooperação, na confiança, e no reconhecimento de que devidamente gerido, o “todo” pode ser maior que a soma das partes.

Neste contexto, as organizações estabelecem parcerias e alianças com fornecedores que melhor se alinham aos seus objetivos. Para o efeito, é necessária uma identificação cautelosa e criteriosa sobre potenciais fornecedores e consecutivamente a sua seleção. Todavia não é uma tarefa que se consubstancie fácil, pois para muitas organizações essa identificação restringe-se ao fator financeiro, nomeadamente o “preço” porém, existem outros fatores a considerar como: estratégia comercial do fornecedor, variedade de produtos, qualidade dos produtos, nível de serviço, condições de pagamento, capacidade produtiva, logística direta e inversa, localização, imagem, dentre outros que estão direta ou indiretamente relacionados ao desempenho do produto ou ao serviço prestado.

O presente trabalho surge no âmbito corporativo, em que a empresa *Gama Oil & Gas* (por motivos de confidencialidade a empresa em estudo será identificada ficticiamente por *Gama Oil & Gas*) encontra algumas dificuldades no seu processo de seleção e avaliação de fornecedores. São propostos métodos de apoio a decisão multicritério com o intuito de solucionar a questão, auxiliar na identificação do método mais adequado a ser utilizado pela empresa no seu processo de seleção e posterior avaliação de fornecedores, potencializando deste modo a otimização do seu sistema produtivo e redução de custos.

A empresa *Gama Oil & Gas* é uma empresa que presta serviço ao sector petrolífero, oferecendo produtos e serviços para a indústria, nas áreas de perfuração de poços petrolíferos, instalação de equipamentos submarinos, assistência técnica em terra e no mar, entre outros produtos e serviços.

No que respeita a área submarina, a empresa atua em sistemas de produção submarina, sistemas flexíveis de tubulação, projetos submarinos, cabeça de poços e tubulares submarinos, sistema de produção flutuante e serviços integrados e soluções.

Relativamente ao sistema de produção submarina a empresa fornece serviços que vão desde a montagem, instalação e manutenção de árvores de natal “*Subsea X-tree*”, a instalação e comissionamento de outros equipamentos submarinos.

A abordagem deste trabalho incide sobre o processo de compras de equipamentos para montagem de árvores de natal submarinas.

A literatura aponta para inúmeras ferramentas desenvolvidas no auxílio às organizações no âmbito do processo de seleção e avaliação de fornecedores, não existindo, porém, técnicas padronizadas a todos os cenários, sectores ou organizações; ou seja, as técnicas seleccionadas devem ser apropriadas e aplicadas ao âmbito de cada organização.

Num contexto em constantes mudanças onde o poder da oferta é cada vez maior, consequentemente o risco e a incerteza no que requer a aquisição de bens ou serviços, torna-se cada vez mais essencial as empresas firmarem alianças com fornecedores com os quais poderão contar ao longo do tempo, que estejam alinhados aos mesmos objetivos numa perspetiva da integração de resultados conjuntos, que sejam sinónimo de confiança e agreguem maior valor a cadeia de abastecimento (Ziaee Bigdeli *et al.*, 2018).

Por este motivo torna-se pertinente a abordagem do apoio a decisão multicritério para seleção e avaliação de fornecedores aplicada a empresa *Gama Oil & Gas* do sector petrolífero.

Para o efeito recorre-se ao método *PROMETHEE II* para o processo de seleção de fornecedores e o método *SMARTER* para a avaliação dos fornecedores.

Este estudo tem por objetivo geral a estruturação de um modelo para seleção e avaliação de fornecedores para a empresa Gama do sector petrolífero.

Para tal pretende-se:

Analisar o processo de seleção e avaliação de fornecedores vigentes na empresa;

Propor um “novo” modelo baseado nos resultados e comparações com o modelo vigente.

No que respeita à estrutura e organização do presente trabalho, este encontra-se dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro capítulo a presente introdução.

O Capítulo 2, é suportado pela literatura existente, abordam-se os principais conceitos que servem de base ao tema em análise, identificação de métodos e técnicas para resolver os problemas associados a mesma temática.

No Capítulo 3, é desenvolvido e apresentado o modelo proposto para a seleção e avaliação de fornecedores, e apresenta-se a empresa em estudo, o modelo de seleção e avaliação de fornecedores, bem como os critérios utilizados na abordagem desenvolvida no âmbito deste estudo.

No Capítulo 4, é implementado o modelo proposto, com recurso ao estudo de caso mencionado anteriormente, onde é simulada a compra de válvulas de *chocke*, análise e discussão dos resultados obtidos.

No Capítulo 5, apresentam-se as conclusões e sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cadeias de abastecimento

A procura de um mercado, cada vez mais exigente por si só, força as organizações a focarem-se na eficiência dos seus processos, produtos e serviços. Este foco estende-se para lá das fronteiras internas das organizações, alcançando toda a sua rede de parceiros, que em conjunto buscam por soluções de qualidade e flexibilidade a custos reduzidos, com o objetivo não só, de responder ao mercado, mas também de adquirir vantagens competitivas face a concorrência. Ao longo da última década, a temática da gestão da cadeia de abastecimento tem sido objeto de vários estudos, quer no âmbito académico como no âmbito empresarial (Kaviani *et al.*, 2019), para os diversos setores de atividade.

A Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) compreende a gestão de um grupo de organizações ou departamentos ligados entre si através de produtos e serviços que separadamente ou em conjunto adicionam valor ao produto ou serviço para o consumidor final (Lu, 2011). Ou seja, várias organizações independentes ou vários departamentos independentes, porém interrelacionados entre si na entrega de valor para o cliente final.

A GCA engloba várias atividades empresariais que incluem compras, conceção, fabrico, produção, entre outras, que se têm tornado áreas de interesse de estudos para muitos académicos deste domínio, sendo a área de compras, nomeadamente a seleção de fornecedores um dos tópicos muito abordados (Kaviani *et al.*, 2019).

Por um lado, a seleção dos fornecedores em ambientes concorrenciais modernos passou a ser um problema de tomada de decisão multicritério (MCDM) que envolve escolhas conflituosas e concorrentes (*trade-offs*) – Por exemplo, um fornecedor pode oferecer um produto de baixa qualidade com um tempo de entrega bom e fiável, enquanto outro pode oferecer o produto com um tempo de entrega incerto, mas com alta qualidade, estabelecendo deste modo compensações para os decisores (Boer *et al.*, 2001). Por outro lado, as investigações recentes sobre a aplicação dos métodos MCDM demonstram que a incerteza é considerada como parte integrante do processo de tomada de decisão, e existem várias lógicas eficientes envolvidas nestes métodos para lidar com informações imprecisas.

A seleção dos fornecedores certos cria uma oportunidade estratégica para melhorar o desempenho organizacional, enquanto não o fazer pode causar repercussões negativas à empresa (Kaviani *et al.*, 2019). Embora o problema de seleção de fornecedores tenha sido

estudado nos mais variados setores de atividade, constatou-se que apenas alguns artigos da literatura atual abordam a temática para a indústria de petróleo e gás.

A indústria de petróleo e gás é um sector económico crucial para as economias desenvolvidas e em desenvolvimento; os atrasos na extração, que compreendem todas as fases do *upstream* e na refinação que compreende as fases de *midstream* e *downstream*, afetam negativamente os agentes industriais. As operações em *upstream* compreendem uma variedade de tarefas que requerem materiais, equipamentos e serviços para diferentes propósitos, o que implica a existência de várias empresas e parceiros envolvidos, traduzindo-se na existência de várias cadeias de abastecimento. Neste contexto, importa referir que as empresas que dão suporte na fabricação e fornecimento de equipamentos, sistemas, perfuração de poços, etc. são denominadas prestadoras de serviços, e as empresas dedicadas a exploração (extração, conservação, transporte etc.), denominadas produtoras. Em qualquer um dos contextos, seja *upstream*¹ ou *downstream*² o processo de seleção de parceiros e fornecedores é crucial pois afeta diretamente as operações de toda a cadeia (Montagna & Cafaro, 2019).

Originalmente qualquer sistema só pode ser bem gerido, integrado e controlado se as funções e as missões dos intervenientes do sistema estiverem claramente definidas, os mecanismos e processos suficientemente bem desenvolvidos. Porém, por se tratar de entidades (empresas) distintas requer-se um esforço maior de coordenação e cooperação ao longo da cadeia na gestão dos diferentes fluxos, na otimização de processos, e na intervenção de cada empresa ao longo da cadeia. Deste modo, os gestores buscam por estratégias cooperativas para assegurar a viabilidade e continuidade dos seus objetivos.

Decerto, a escolha de parceiros estratégicos torna-se crucial para o desenvolvimento das atividades e o sucesso das operações ao longo da cadeia. Assim sendo apresentam-se os clientes e os fornecedores como intervenientes chave do processo. No âmbito da presente revisão de literatura, importa a análise do processo de seleção de fornecedores que constitui o foco do objeto de estudo.

¹ Caracteriza-se pelas atividades de busca, identificação e localização do crude (petróleo), e ainda o transporte para o local onde será processado. Resumindo: são as atividades de exploração, perfuração e produção.

² É a fase logística, ou seja, o transporte dos produtos da refinaria até os locais de consumo. Resume-se no transporte, distribuição e comercialização dos derivados do petróleo.

2.2 Importância do processo de seleção de fornecedores

Com a utilização da tecnologia e as constantes mudanças nas necessidades dos clientes, há uma maior possibilidade de fornecimento de produtos e serviços espalhadas pelo mundo, o que constitui inúmeras alternativas a serem avaliadas (Silva, 2013).

Além disso, os mercados globais cada vez mais exigentes “impõem” a que certos critérios devam ser considerados na avaliação de potenciais fornecedores (Lima & Carpinetti, 2015), o que implica que o processo passa a ter uma maior complexidade e importância, deixando de ser apenas uma mera função de suporte às compras passando a uma estratégia de negócios (Tan, 2001).

Deste modo, os modelos MCDM surgem com o intuito de auxiliar a tomada de decisão na presença de vários critérios, muitas vezes conflitantes entre si. Assim sendo, pode afirmar-se que o processo de seleção de fornecedores está intrinsecamente relacionado com o problema de tomada de decisão multicritério.

O MCDM é uma ferramenta eficaz utilizada para resolver problemas complexos de seleção, incluindo múltiplos critérios e opções, especialmente para variáveis qualitativas. As variáveis qualitativas têm frequentemente características vagas que são difíceis de definir com precisão, dificultando a sintetização dos resultados da avaliação. Os métodos permitem quantificar os critérios qualitativos, calcular a pontuação total das alternativas de avaliação de acordo ao peso de cada critério e permitem aos decisores ter uma visão mais clara e precisa para tomarem as decisões (Wang *et al.*, 2020).

A literatura atual é consensual no que respeita a importância e aos méritos da postura da parceria nos relacionamentos com fornecedores, onde tem sido observado que o tipo de relacionamento que as empresas desenvolvem com os seus fornecedores pode constituir uma fonte de vantagem competitiva (Tan, 2001).

Partindo deste pressuposto e da perspectiva de Bowersox e Closs (2010), o trabalho cooperativo entre todos os membros da cadeia resulta na sinergia que gera altos níveis de desempenho, constitui a premissa básica para formação de cadeias de abastecimento entre compradores e fornecedores. Conclui-se que se torna imprescindível o estabelecimento de parcerias duradouras com fornecedores alinhados aos objetivos e a estratégia da organização. Portanto, estabelecer critérios de seleção e métodos de avaliação para a escolha de potenciais parceiros constitui um aspeto de extrema relevância (Silva, 2013).

Contudo, o processo de seleção de fornecedores não é uma tarefa que se configure fácil, pelo contrário é considerada como uma atividade crítica que tem um impacto direto na qualidade e desempenho dos produtos, bem como no desempenho da organização.

Neste contexto, existem inúmeros fatores de que depende o processo de seleção de fornecedores, abordados amplamente na literatura como problema de decisão multicritério, na qual diversos critérios podem ser considerados para a seleção de potenciais fornecedores. Nos últimos anos com a introdução das cadeias de abastecimento sustentáveis, tornou-se imperativo considerar um novo conjunto de *trade-offs*, associados a dimensão ambiental, incorporado ao processo de compras, complicando ainda mais o processo de tomada de decisão com fatores qualitativos e quantitativos (Gonçalo & Morais, 2018).

Outro aspeto que dificulta o processo de decisão é a natureza subjetiva dos critérios de seleção de fornecedores e consequentemente a importância relativa destes critérios (Boer *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2020).

Weber e Current (1993) e Dempsey (1978) referem que o problema da seleção de fornecedores está relacionado a aspetos específicos da organização a ser analisada. Ou seja, as restrições e os critérios de seleção de fornecedores possuem valores diferenciados de acordo com o tipo de problema. Assim sendo, não é possível aplicar um único modelo de seleção de fornecedores para todos os cenários e empresas de forma adequada; sendo que as empresas têm de escolher os modelos associados aos problemas que enfrentam, considerando todos as variáveis (Silva, 2013).

Boer *et al.* (2001) e Aissaoui *et al.* (2007) estruturam o processo de seleção de fornecedores em 4 etapas inter-relacionadas que visam identificar um conjunto de possíveis fornecedores e reduzi-los até a escolha final, sendo: identificação do objetivo da seleção de determinado fornecedor; definição de critérios; pré-seleção de fornecedores de acordo com os critérios estabelecidos; escolha final (Silva, 2013).

2.3 Critérios de seleção

Entendem-se por critérios de seleção de fornecedores as medidas quantitativas ou qualitativas utilizadas na avaliação de alternativas de fornecimento. A literatura identifica diversos critérios que podem ser considerados durante a seleção de fornecedores.

Importa referir que a maioria dos métodos MCDM considera 2 tipos de critérios: os critérios de benefícios que são aqueles cujo decisor considera ser uma mais-valia para o

processo e deste modo visa maximizá-los, e os critérios de custo, cujo decisor encara como prejuízo e visa minimizá-los. Porém existe um terceiro tipo de critério que não é frequentemente abordado, o critério alvo, cujos valores são apresentados em forma linguística (Wen *et al.*, 2019).

Chen e Chen (2010) apud Silva (2103)) sugeriram que a qualidade e a flexibilidade deveriam ser consideradas no processo de seleção dos fornecedores. Dickson (1966) foi o precursor identificando 23 critérios, dentre os quais destacavam-se: qualidade, entrega, garantia e histórico de desempenho. Anos depois, Weber e Current (1993) realizaram uma pesquisa utilizando 74 artigos publicados após o trabalho de Dickson (1966) e constataram que os critérios que mais receberam atenção entre os estudos selecionados são custo, qualidade e entrega (Silva, 2013).

Mais recentemente Frödel (2011) realizou um estudo e concluiu que os critérios que mais se destacam estão associados ao custo, seguidos por competências-chave, complacência e capacidade para colaboração e desenvolvimento, apontando uma tendência para o aumento da importância de critérios relacionados a parcerias e colaboração em redes de Abastecimento (Junior *et al.*, 2013).

De acordo com Kokangul (2009) e Susuz (2009) citados por (Luzon & El-Sayegh, 2016), o preço e a qualidade são os principais fatores do processo de seleção, classificando também os fatores de seleção de fornecedores em qualitativos e quantitativos. Os fatores qualitativos expressam as características desejáveis em termos de finanças, qualidade, atendimento ao cliente, sistema de TI, capacidade de produção, *design* e capacidade técnica, enquanto os fatores quantitativos consistem em custo, entrega, volume de negócios e distância (Luzon & El-Sayegh, 2016). Beamon (1999) realça que os critérios utilizados na seleção de fornecedores devem atender às seguintes premissas: consistência com as metas e objetivos da organização; precisão e designações específicas; calculados a partir de todos os atributos pertinentes; universais e comparáveis a partir de várias condições de operação (Lima & Carpinetti, 2015).

Importa referir que a quantidade de critérios a utilizar deve adequar-se ao método escolhido. Método este que deve ser selecionado de acordo com o problema em análise. Do mesmo modo, a adoção de critérios e subcritérios devem ser organizados hierarquicamente. É fundamental alinhar a escolha de critérios e de técnicas multicritério durante a modelagem de um problema de decisão (Lima & Carpinetti, 2015).

Após a apresentação dos critérios abordados na literatura, passa-se a apresentação de alguns trabalhos desenvolvidos.

2.4 Modelos de seleção e avaliação de fornecedores desenvolvidos

Numerosos estudos sobre a aplicação dos métodos MCDM nas mais diversas áreas têm sido levados a cabo nos últimos 10 anos, pode-se constatar que há um número considerado de estudos multiatributos para avaliar a sustentabilidade do setor energético, incluindo tecnologias de produção renováveis e de produção de combustíveis fósseis (Sahabuddin & Khan, 2021), além das suas diversas aplicações nos noutros setores de atividade.

Alguns dos métodos muito abordados na literatura são destacados como: *analytic hierarchy process (AHP)* and *analytic network process (ANP)*, *data envelopment analysis (DEA)*, *technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)*, *elimination and choice expressing reality (ELECTRE)*, *a utility theory (MAUT)*, *decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)* *preference ranking organization method for enrichment evaluation (PROMETHEE)*, *Fuzzy Logic Analysis (FLA)*, entre outros (Vivas *et al.*, 2019).

Junior *et al.* (2013) sugerem no seu estudo uma abordagem comparativa entre os métodos *TOPSIS* e *Fuzzy-TOPSIS* no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores, em que são efetuadas pesquisas de campo a uma empresa de cabos de transmissão. A empresa precisava adquirir novos componentes metálicos, entretanto havia fornecedores conhecidos de transações anteriores. Para selecionar a melhor alternativa, 5 fornecedores foram avaliados considerando 7 critérios utilizados anteriormente pela empresa, sendo: qualidade, custo, entrega, perfil do fornecedor, relacionamento com o fornecedor, flexibilidade, desempenho ambiental. As avaliações foram realizadas pelos dois métodos referidos e conduzidas por 5 colaboradores da empresa (2 especialistas, um engenheiro de qualidade e o gestor de compras), onde foi avaliado o desempenho das alternativas e os pesos dos critérios por meio de um único questionário. Concluíram que o método *Fuzzy-TOPSIS* se mostra adequado para o tratamento de variáveis qualitativas, uma vez que este quantifica os valores expressos no modo linguístico (ex.: “bom” / “mau”) e permite a quantificação do nível de imprecisão a partir da definição dos valores dos parâmetros dos números *Fuzzy*. Relativamente a critérios quantitativos, o uso do *TOPSIS* mostra-se mais viável, para a manipulação de critérios nos quais o desempenho do fornecedor é conhecido por meio de cotações e licitações, tais como preço, custo de transporte, prazo de entrega, duração da garantia, etc.

Os autores concluem no seu estudo que o *Fuzzy-TOPSIS* é mais adequado que o TOPSIS para apoiar situações de decisão sob incerteza, em que as informações sobre o desempenho dos fornecedores são imprecisas ou incompletas (ex.: como em situações de compra de um novo produto de um fornecedor desconhecido) (Lima & Carpinetti, 2015).

Para identificar o cenário de mistura de combustível da melhor geração de 7 políticas de energia, o método *PROMETHEE* foi implementado, no qual foram considerados critérios técnicos, sociais, económicos e ambiental para uma ilha grega. A análise concluiu que a alternativa do gás natural e a sua combinação com o vento poderiam garantir uma mistura eficiente de combustível de geração para a ilha. Um estudo no Reino Unido utilizou o método *PROMETHEE* para classificar as onze tecnologias de energia renovável na Escócia e para verificar as incertezas do método associado (Sahabuddin & Khan, 2021).

Raut *et al.* (2017) realizaram um estudo para a seleção da localização de um armazém sustentável, o principal objetivo foi identificar os critérios cruciais e sustentáveis de seleção para o armazém da indústria química, para o efeito foi utilizado o processo de hierarquia analítica *AHP*, para classificar os critérios e selecionar a melhor localização de 4 locais potenciais. Após a análise de 11 critérios de seleção, os autores realçam os seguintes critérios mais significativos: políticas e regulamentos governamentais, condições climáticas da região e localização estratégica. Os autores concluíram que o seu modelo utilizando a metodologia *AHP* destina-se a orientar os gestores da organização na compreensão da importância dos critérios de sustentabilidade no processo de seleção dos armazéns.

3. METODOLOGIA

3.1 Problemática inicial

Em virtude do exposto na revisão de literatura e da importância das técnicas multicritério no apoio a tomada decisão, coloca-se a seguinte questão de investigação, que visa clarificar e focar no propósito do estudo:

Como melhorar o processo de seleção e avaliação de fornecedores, no âmbito da empresa *Gama Oil & Gas* do sector petrolífero?

Para responder a esta questão, o estudo segue uma abordagem dedutiva, partindo da base teórica existente na literatura. Tem como propósito a análise exploratória de um modelo multicritério de apoio a tomada de decisão no processo de seleção e avaliação de fornecedores da organização.

A pesquisa segue a análise documental para a recolha de dados, que partindo da teoria concernente a temática existente na literatura, procura testar a sua aplicabilidade. Este trabalho trata-se de um caso de estudo individual, pois será aplicado apenas a uma entidade organizacional. Destina-se a determinar a viabilidade dos procedimentos desejados, seguidos de testes necessários para sua comprovação (Saunders *et al.*, 2015).

No seguimento da abordagem sobre a importância que a seleção dos fornecedores tem vindo a ter nas organizações, surgiu a necessidade de desenvolver uma metodologia que permita selecionar e avaliar fornecedores para uma empresa prestadora de serviços a empresas da indústria petrolífera, tendo por base um conjunto de critérios, ponderados de acordo as políticas internas da empresa em análise, e a especificidade do projeto.

A *Gama Oil & Gas* (conforme referido anteriormente por motivos de confidencialidade a empresa em estudo será identificada pelo nome fictício de *Gama Oil & Gas*), pretende otimizar os seus processos de seleção e avaliação de fornecedores, e com o intuito de aferir a aplicabilidade dos métodos de apoio a decisão, propôs-se testar e implementar o método *PROMETHEE II* para o seu processo de seleção e o método *SMARTER* para o processo de avaliação. Com base na metodologia, o modelo propõe a aplicação dos métodos em separado para cada um dos processos discriminados, mas a sua análise será feita em conjunto.

Deste modo procede-se a aplicação dos métodos para análise de dados e validação do modelo desenvolvido aplicado ao estudo de caso.

3.2 Desenvolvimento de um modelo de suporte a tomada de decisão multicritério

Apresenta-se o modelo de seleção de fornecedores em que: considera-se para uma ordem de compra, a satisfação de um conjunto de pré-requisitos, definidos também como critérios, e ponderados de acordo com os objetivos da empresa ou projeto, sendo estes de carácter obrigatório. Ou seja, inicialmente dentro das alternativas disponíveis no mercado, é feita uma triagem, baseada na avaliação documental fornecida pelas potenciais alternativas, onde são pré-selecionadas as alternativas que melhor satisfazem aos requisitos estabelecidos pela empresa, respeitante a cada um dos critérios definidos. Posteriormente, é aplicado o método *PROMETHEE II* a todas as alternativas de fornecimento que tiverem passado à fase de pré-seleção. O método irá listar um conjunto das “melhores alternativas de fornecedores” relacionadas aos critérios estabelecidos.

Destarte, aplica-se o método *SMARTER*, que tem a função de agrupar o conjunto de alternativas de fornecedores (*ranking* das alternativas) de acordo com os pesos obtidos, referentes a cada critério considerado. As alternativas que obtiverem os maiores pesos, serão consideradas as “alternativas ideais de fornecimento” ou as mais apropriadas ao contexto da aplicação do método, e as alternativas cujos pesos forem menores, serão consideradas as alternativas pouco apropriadas, ou não ideais ao contexto.

3.2.1 Arquitetura do modelo

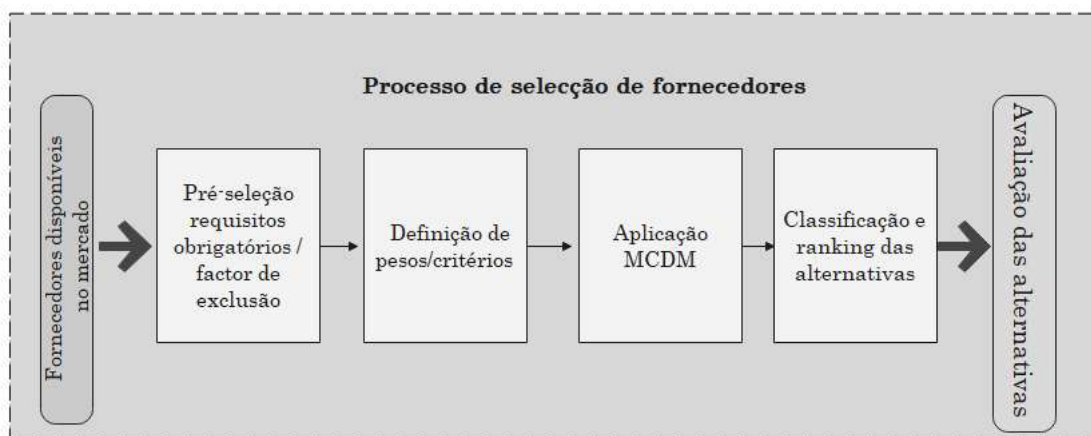


Figura 1 - Modelo proposto

Fonte: Elaboração própria

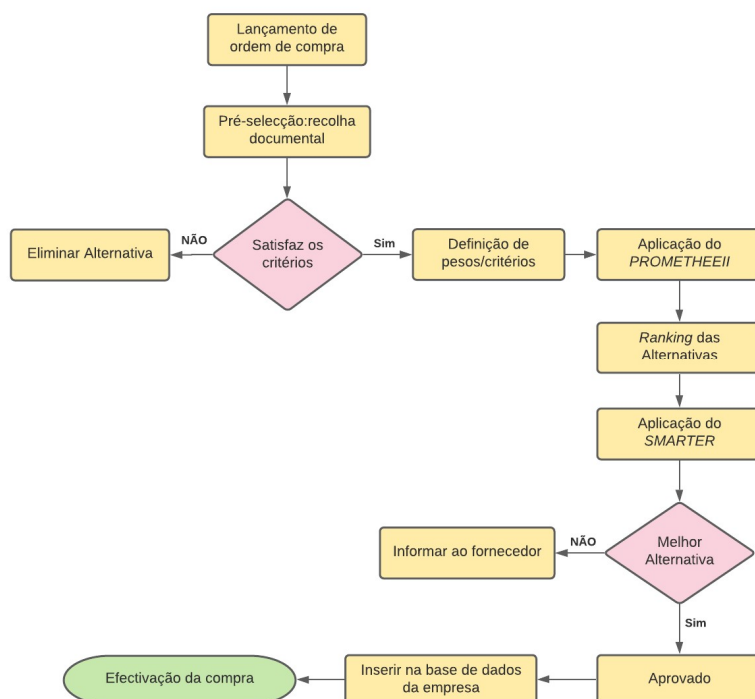


Figura 2 - Fluxograma do modelo

Fonte: Elaboração própria

3.2.2 Método PROMETHEE II

O método *PROMETHEE* (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) é um método de subordinação que consiste na construção de uma relação de “ordenação” que relaciona informações entre as alternativas e critérios considerados pelo decisor, e explora esta relação com o intuito de dar suporte ao processo de tomada de decisão (Brans *et al.*, 1986). O modelo foi concebido por J. P. Brans em 1982, posteriormente desenvolvido por Bras, Mareschal e Vincke em 1986.

Os métodos desta família exigem relações intercritérios, em que os pesos representam a importância relativa dos critérios. O método *PROMETHEE II* é um dos 23 métodos desta família, que será abordado no presente estudo.

O *PROMETHEE II* baseia-se numa comparação em pares de alternativas para cada critério. Isto significa que as alternativas são avaliadas de acordo com critérios diferentes que devem ser maximizados ou minimizados. O método induz a função de preferência para descrever a diferença de preferências do decisor entre os pares de alternativas para cada critério. Os métodos desta família apresentam o conceito de que as alternativas podem não ser necessariamente comparáveis, podendo haver neste contexto 3 tipos de

resultados, sendo o de preferência, indiferença e incomparabilidade, em que a ordenação das alternativas ou parte delas são levadas a uma ordem de preferência total ou parcial.

De acordo Brans *et al.* (1986) existem seis tipos de funções de preferências generalizadas que satisfazem a maioria de casos práticos e possibilitam ao agente decisor manifestar as suas preferências de forma mais oportuna a cada critério, sendo eles: critério verdadeiro, quase-critérios, semi-critério, pseudo-critério (variação discreta), pseudo-critério (variação linear) e gaussiano. No presente modelo utiliza-se a função de preferência de pseudo-critério de variação linear ou critério com preferência linear e área de indiferença para todos os critérios em análise, em que o decisor considera que a sua preferência aumenta linearmente de indiferenças a preferências estritas no limiar entre *q* e *p*. Ou seja, o agente decisor estabelece um intervalo com valores de indiferença - que justificam a equivalência na escolha entre uma ou mais alternativas; e valores de preferência - que justificam a preferência significativa em relação a uma ou mais alternativas (Silva, 2013).

O *PROMETHEE II* apresenta um *ranking* completo, considerando o fluxo global ou líquido ϕ de cada uma das alternativas o mesmo resulta da diferença obtida entre os fluxos de saída ϕ^+ e os fluxos de entrada ϕ^- de cada alternativa, sendo tanto melhor quanto maior for o valor obtido (Silva, 2013).

Os Fluxos são a representação de um conjunto de relações valorizadas por um número de ações representadas pelas alternativas que configuram as preferências fracas e fortes do agente-decisor. O fluxo líquido positivo ou de saída é a soma dos valores das alternativas de saída. O fluxo negativo ou de entrada mede a característica superior das alternativas. O fluxo global/líquido é dado por:

$$(1) \quad \Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Onde:

➤ Fluxo líquido de saída ou fluxo líquido positivo ($\Phi^+(a)$)

$$(2) \quad \Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

➤ Fluxo líquido de entrada ou fluxo líquido negativo ($\Phi^-(a)$):

$$(3) \quad \Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

➤ Índice global de preferência $\pi(a, b)$:

$$(4) \quad \pi(a, b) = \sum p_i f_i(a, b)$$

O fluxo de ordenação de saída da alternativa “a” representa a intensidade de preferência da alternativa “a” sobre todas as alternativas “b”. Deste modo, quanto maior for o seu valor, melhor a alternativa.

Com base no indicador, as alternativas serão organizadas numa ordem decrescente, que configura uma pré-ordem completa entre os fornecedores avaliados, a partir das seguintes relações:

- Preferência: $a P b$ se $\Phi(a) > \Phi(b)$
- Indiferença: $a I b$ se $\Phi(a) = \Phi(b)$

3.2.3 Método SMARTER

O método *SMARTER* (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*) é um método de agregação aditiva, desenvolvido por Edwards e Barron (1994) (Vashi *et al.*, 2017). Utiliza o procedimento do “peso por *swing*” para a obtenção das constantes de escala, além de considerar funções lineares para avaliação de cada alternativa em relação a cada critério (avaliação Intra critério), simplificando deste modo as hipóteses. Este método tem por procedimentos:

- 1ª Identificação do problema e identificação dos agentes decisores.
- 2ª Estrutura de critérios, de acordo ao problema e aos objetivos hierarquicamente organizados, estrutura-se uma lista de critérios que seja pertinente e relevante para ambos.
- 3ª Estabelecer as alternativas que serão avaliadas no modelo de decisão.
- 4ª Construção da matriz de critérios, que consiste em obter a matriz resultante da relação de cada alternativa em função de cada critério. Estes resultados podem ser representados na forma de avaliações subjetivas ou valores, quando se apresentam como variáveis físicas.
- 5ª Eliciação das alternativas dominadas, consiste em eliminar as alternativas dominadas, porém não se deve reduzir muito o número de alternativas.
- 6ª Construção da matriz de avaliação, consiste na avaliação Intra critério onde são identificadas as funções valor de todos os critérios, e onde os mesmo são convertidos a uma mesma escala. para funções lineares a matriz é representada numa escala de 0 e 1.

7ª Ordenar os critérios com base no procedimento do *swing*, consiste em ordenar os critérios através da troca das pontuações de algumas alternativas com base nos critérios de avaliação para encontrar a ordem adequada ao problema e as preferências do decisor.

8ª O processo de *swing*, os resultados obtidos no passo anterior resultam na obtenção dos pesos, ou constante de escala. Em que a ordem de critérios é transformada em pesos, sem necessitar de mais avaliações com o decisor.

O processo indicado para a realização desta transformação é o ROC (*ranking ordered centroid*), que aplica equações considerando “n” critérios e que as relações de importância são expressas através dos respectivos pesos, tal como vêm apresentado na relação seguinte:

$$w_1 > w_2 > \dots w_i > \dots > w_n$$

Sendo $w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n$, obtidos da seguinte forma:

$$(5) \quad w_1 = (1 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/n) / n$$

$$(6) \quad w_2 = (0 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/n) / n$$

$$(7) \quad w_3 = (0 + 0 + 1/3 + \dots + 1/n) / n$$

$$(8) \quad w_n = (0 + 0 + 0 + \dots + 1/n) / n$$

3.2.4 Modelo desenvolvido

O presente modelo agrega alguns dos critérios abordados por Dickson (1966) como anteriormente exposto na revisão de literatura. Revisitando o conceito de critérios de seleção de fornecedores, entendem-se por medidas quantitativas ou qualitativas utilizadas na avaliação de alternativas de fornecimento. Embora a lista de critérios a serem avaliados no problema, seja resultado de uma avaliação subjetiva do decisor, é fundamental, que estes critérios reflitam os objetivos da empresa e sejam adequados ao problema que se pretende analisar.

Para o presente estudo, apresenta-se uma lista de critérios ponderados aos objetivos e políticas internas da empresa de acordo com o problema em análise, podendo, porém, ser considerados outros critérios para a execução do modelo.

Deste modo tem-se

Tabela I - Descrição dos critérios de seleção de fornecedores

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO	PREFERÊNCIAS
Qualidade	Conformidade do produto funcionalidade, desempenho	Testes de conformidade/ não conformidade de acordo a especificação do produto
Preço	Análise do preço face ao mercado	Atratividade do preço do fornecedor de acordo a outros critérios relacionados a prioridade dos projetos
Tempo de entrega	Cumprimento dos prazos	Menores prazos de entrega de acordo as prioridades dos projetos
Localização geográfica	Proximidades de mercado	Maior ou menor facilidade de transação comercial com o fornecedor
<i>Compliance</i>	Reputação da empresa	O fornecedor atende ou não aos padrões estabelecidos pelo cliente
Posição Financeira	Estabilidade financeira	Análise da saúde financeira dos fornecedores e da capacidade da continuidade do negócio
Mercado em que opera	Volatilidade de mercado	Análise das políticas internas/externas, comerciais e cambiais dos países onde os fornecedores operam
Tipo de contrato	Tipo de relacionamento	Relacionamentos transacionais ou de médio/ longo prazo
Práticas de negócios	Solução de problemas	Capacidade de o fornecedor dar respostas ou arranjar soluções face aos problemas inerentes a transação
Desempenho de saúde, ambiente e segurança no trabalho	Avaliação das políticas de <i>HSE</i> dos fornecedores e dos seus serviços e programas	Cumprimento das normas e requisitos gerais de <i>HSE</i> no local de trabalho

Fonte: Adaptado da empresa *Gama Oil & Gas*

3.3 Caracterização da empresa

Como referido no início do capítulo, o modelo é aplicado a uma empresa prestadora de serviços ao setor petrolífero, deste modo procede-se a sua apresentação: A *Gama Oil & Gas* é uma empresa pertencente ao grupo *Gama Company*, a operar no setor petrolífero desde 1994 em Angola, oferece produtos e serviços para a indústria, nas áreas de perfuração de poços petrolíferos e instalação de equipamentos.

Para a área submarina, a empresa atua em sistemas de produção submarina, sistemas flexíveis de tubulação, projetos submarinos, cabeça de poços e tubulares submarinos, sistema de produção flutuante e serviços integrados e soluções. A empresa possui os seus escritórios e oficinas em uma base integrada de logística, sendo que para além de prestar serviços em terra, presta serviços em modo de *offshore* a algumas empresas de produção a operar em Angola.

Relativamente ao sistema de produção submarina, a empresa fornece serviços que vão desde a montagem, instalação e manutenção de árvores de natal “*Subsea X-tree*”, à instalação e comissionamento de outros equipamentos submarinos.

Para o presente trabalho destacam-se as “árvores de natal”, que servirão de objeto de estudo para o teste do modelo desenvolvido, em que far-se-á a simulação de um pedido de compra de uma válvula de *choke*, pelo departamento de produção.

Uma árvore de natal *Subsea X-tree* é o nome dado ao conjunto de válvulas operadas remotamente, que controlam o fluxo de fluídos injetados ou produzidos em poços submarinos de exploração petrolífera e gás natural. Estes equipamentos suportam elevadas pressões e conseguem operar a diferentes valores de temperatura ambiente. É instalada por mergulhadores (profundidade de até 300 m) ou através de veículos de operação remota (ROV) em águas profundas ou ultra profundas.

Cada árvore de natal pode ser dividida em duas partes, nomeadamente; espaço anular - contendo as válvulas que dão a passagem do fluído (crude) quando injetados na mesma, e com o propósito da sua limpeza interna (válvulas químicas); e espaço de produção - linha pela qual passa o fluído vindo do poço, cujas válvulas possuem a função de regular e controlar o fluxo do fluído (crude) vindo do poço.

A árvore de natal agrega um determinado número de válvulas com funções diversificadas, como por exemplo: válvula de *Choke* - funciona como estrangulador e como um medidor da condição (estado) do fluído vindo do poço, avalia também a quantidade de areia a ser sugada pelo equipamento; a válvula mestra de produção (PMV) - tem a função de deixar passar o fluído vindo do *bore* da *tree* deixando passar o fluído em direção à válvula de *Choke*; válvulas de serviço químico – utilizam-se na limpeza interna da árvore usando para o efeito, aditivos químicos com a função de remover impurezas de dentro da árvore; válvula singular (válvula de transmissão de sinal acústico (*DHPT*)) - válvulas mestras de

produção M1, válvulas laterais de produção W1, *Crossover* – válvula de interligação XO, entre outras.

Importa referir que a especificidade de cada um dos componentes constituintes da árvore de natal são selecionados de acordo as características específicas (geológicas/químicas, etc.) do poço a ser explorado.



Figura 3 - Árvore de natal submarina (*X-tree*)

Fonte: <https://www.geoilandgas.com/sites>



Figura 4 - Válvula de *chocke*

Fonte: Kent Introl | 15000 PSI *High Pressure Subsea Choke Valve*

Antes da aplicação do modelo desenvolvido, apresenta-se o modelo atualmente utilizado pela empresa para o processo de seleção de fornecedores nas suas compras.

3.3.1 Modelo atual de seleção e avaliação de fornecedores

O processo de seleção de fornecedores é o procedimento pelo qual a empresa busca no mercado fontes de fornecimento de equipamentos e materiais utilizados no sector petrolífero, alinhadas a estratégia organizacional, com as quais possam estabelecer

parcerias duradouras, agregar maior valor à organização (*Gama Oil & Gas*) e constituir uma fonte de vantagem competitiva.

O objetivo deste processo, além de satisfazer a procura, visa ampliar as alternativas das fontes de fornecimento evitando assim a dependência de um único fornecedor, bem como mitigar os riscos associados a compras pontuais.

Este processo fornece informações sobre a credibilidade e confiabilidade de cada um dos fornecedores, o que permite ao departamento de compras basear as suas opções de compras em evidências.

O processo de avaliação dos fornecedores consiste em um conjunto de ações levadas à cabo pela empresa para avaliar periodicamente os fornecedores pertencentes a sua base de dados, em que são estabelecidos critérios que possam ser facilmente mensuráveis e controláveis. O objetivo deste processo é o de avaliar o desempenho dos fornecedores e o grau de satisfação em relação ao serviço prestado de acordo com os critérios pré-estabelecidos pela organização.

A empresa em estudo apresenta um processo sistemático e estruturado para a seleção e avaliação de fornecedores. Porém, na existência de situações em que os fornecedores se encontram maioritariamente equiparados relativamente aos critérios, ou em situações em que uma alternativa é relativamente boa num determinado critério, e não tão boa em outro critério, não existe um procedimento específico para selecionar a alternativa “ideal”; ou seja, torna-se difícil o processo de escolha da alternativa mais viável, pois existem *trade-offs* entre os critérios e as respetivas alternativas. Por outras palavras, não é possível classificar as alternativas validadas de acordo a importância que possam exercer umas sobre as outras, passando o preço a ser o critério decisivo para a escolha do fornecedor, o que pode levar a uma escolha menos assertiva ou menos eficaz, podendo deste modo constituir eventualmente algum problema.

3.3.2 Processo atual de seleção de fornecedores

O processo de seleção tem início com a identificação das necessidades internas da empresa, no caso em específico as necessidades do departamento de produção; diante desta necessidade o departamento de compras busca no mercado soluções para as satisfazer.

A empresa apresenta um leque grande e variado de produtos, pelo que o departamento de compras organiza e classifica cada tipo de produto a ser comprado por categoria de

produtos ou *commodities* como é assim referido pela equipe de compras, em que para cada *commodity* existe um especialista de compra.

Existem dois tipos de *commodities*, sendo as *low-commodities* referentes a peças de pequeno porte (exemplo parafusos, pequenas válvulas, etc.), *high-commodities* referentes a peças de grande porte (*frames*³, *tubinghanger*⁴, ROV, e válvulas de grande porte, etc.).

Deste modo, em resposta a solicitação do departamento de produção é lançada uma requisição de ordem de compra onde constam as características e especificações técnicas do equipamento a ser comprado como: número de identificação do equipamento (*part number* (PN)), dimensões, etc.

Solicita-se então a todos os interessados que enviem as suas propostas. A empresa categoriza as propostas em: cotação, denominada por RFQ (*request for quote*), ou apresentação de propostas, também denominada por RFP (*request for proposal*), sendo estas utilizadas para os equipamentos avaliados acima dos \$100 mil.

Uma RFQ ou uma RFP deve incluir: número da proposta, nome do fornecedor, tipo de proposta, moeda, datas de entrega, PN da peça, quantidades, preços. Além da RFQ ou da RFP a empresa envia aos possíveis fornecedores as diretrizes de responsabilidade do fornecedor, em que o mesmo deve preencher um questionário de pré-qualificação em saúde, segurança e meio ambiente (HSE).

Devem ainda fornecer informações sobre os seus anos de operação, os mercados em que operam, a lista dos seus maiores clientes, histórico de transações, balanço financeiro dos 3 últimos anos, certificações que tenham, e outras informações que a empresa ache pertinente recolher.

Posteriormente, estes questionários são avaliados internamente pelos especialistas de compras. Os fornecedores que cumpram com os requisitos passam à fase de qualificação, em que são comparados os potenciais fornecedores face aos requisitos mais específicos do projeto.

Ocorrida a seleção final, é gerada uma lista de alternativas de fornecedores para o equipamento onde através da qual, é escolhido o fornecedor que apresenta o menor preço.

³ Estrutura frontal da árvore de natal (*X-tree*)

⁴ Cabide suspensor de tubo da *X-tree*

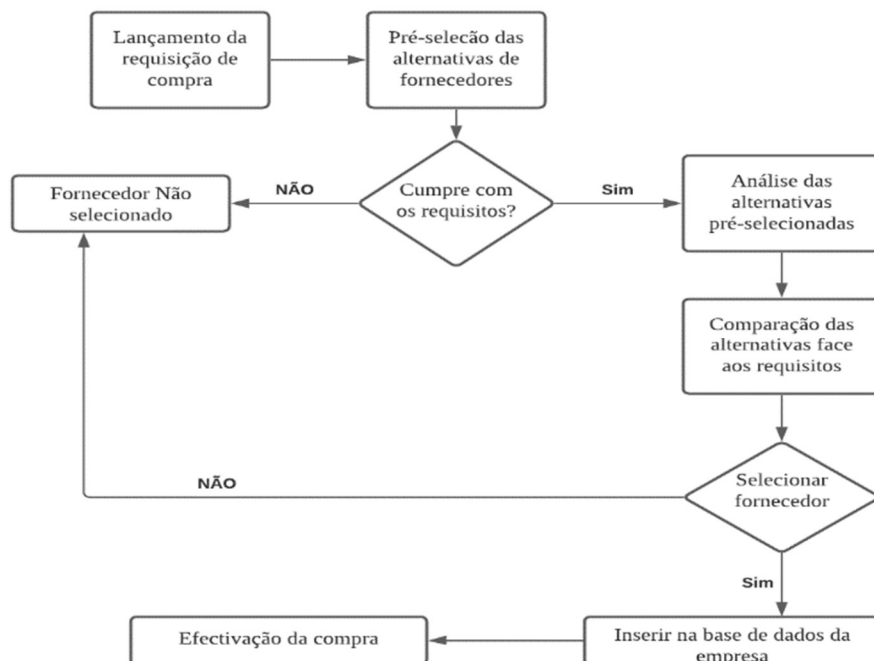


Figura 5- Fluxograma processo de seleção e avaliação *Gama Oil & Gas*

Fonte: Adaptado da empresa *Gama Oil & Gas*

3.3.3 Processo atual de Avaliação de fornecedores

O processo de avaliação dos fornecedores é feito por análise documental e auditoria, onde através do qual, se faz a verificação da integridade do cumprimento do processo.

Geralmente além dos especialistas de compras são envolvidos também no processo os engenheiros de produção e qualidade, uma vez que as características e especificações técnicas precisam estar em conformidade com o desenho da peça/equipamento.

Tal como no processo de seleção apresentado anteriormente, são avaliados todos os documentos acima mencionados, merecendo especial ênfase, os registos de saúde ambiente e segurança no trabalho (HSE), qualidade, *compliance*, histórico da empresa e preço de execução.

Os fornecedores aprovados no processo de pré-seleção são analisados como tendo o mesmo grau de importância. Na seleção final, o grau de importância de cada fornecedor varia de acordo com a comparação do respetivo desempenho individual, o que poderá levar a uma escolha equivocada, resultando muitas vezes em prejuízos e atrasos.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Processo de seleção de fornecedores

Para requisições de ordens de compra de válvulas de *chocke*, identificaram-se 20 possíveis fornecedores que cumprem inicialmente com os seguintes requisitos/critérios: *compliance* (fator de exclusão), desempenho de saúde, ambiente e segurança no trabalho, qualidade de material, tempo de entrega, preço, localização geográfica, tipo de contrato, mercado em que opera, posição financeira.

Após o processo de pré-seleção, que foi conduzido pela análise documental das propostas efetuadas por cada uma das alternativas disponíveis no mercado, e a satisfação dos requisitos/critérios obrigatórios, foram selecionadas 20 alternativas que passam a ser submetidas ao processo de seleção de fornecedores proposto.

O modelo desenvolvido neste trabalho, foi implementado com recurso ao *software* de cálculo MS Excel do *MsOffice*.

De acordo com o agente-decisor foram atribuídos graus de importância aos critérios definidos, sendo utilizada uma escala de ordem decrescente de 1 a 10 em que 10 configura um grau de maior importância, ao que passo que 1 configura um grau de menor importância, como se verifica na Tabela II:

Tabela II - Seleção de critérios e graus de importância

	Critérios	Grau de importância
CR1	<i>Compliance</i>	10
CR2	Qualidade	9
CR3	HSE	8
CR4	Entrega	7
CR5	Preço	6
CR6	Posição financeira	5
CR7	Localização geográfica	4
CR8	Mercados em que opera	3
CR9	Práticas de negócios	2
CR10	Tipo de contrato	1

Fonte: *Gama Oil & Gas*

Definida a ordem de importância dos critérios, como descrita no quadro acima, definiu-se a descrição individual dos critérios em estudo, bem como a definição de escalas de avaliação individuais para os mesmos; frisando que coube ao agente decisor estabelecer

escalas de avaliação para os critérios, ponderando o problema em análise. Para cada critério, estipula-se a seguinte escala (Tabela III):

Tabela III - Descrição dos critérios e respectivas escalas

Critério	Descrição	Escala
Qualidade do Equipamento	Conformidade, funcionalidade desempenho de acordo as especificações	10-Alta 9-Muito elevada 8-Elevada 7-Muito boa 6-Boa 5- Padrão
HSE	Programas e políticas de saúde e segurança no ambiente de trabalho	3-Muito Boa 2-Boa 1-Má
Entrega	Cumprimento dos prazos acordados	5-Muito Boa 4-Boa 3-Média 2-Má 1-Muito Má
Preço	Média de preços praticados no mercado	Entre \$200 e \$550
Posição Financeira	Estabilidade financeira da empresa e capacidade de continuidade do negócio	5-Muito Boa 4-Boa 3-Média 2-Má 1-Muito Má
Localização Geográfica	Proximidade de mercado, maior ou menor facilidade de transação com o fornecedor	3-Boa 2-Média 1-Má
Mercado em que opera	Volatilidade de mercado, análise política, comerciais e cambiais	3-Boa 2-Média 1-Má
Tipo de Contrato	Relacionamentos pontuais/transacionais (RT) Relacionamento de médio longo prazo (RL)	2- RL 1-RT
Práticas de Negócios	Capacidade de resposta e resolução de problemas	3-Boa 2-Média 1-Má

Fonte: *Gama Oil & Gas*

De acordo a análise documental e recorrendo a escala estabelecida acima, obteve-se uma tabela de pontuações para as referidas alternativas, respeitantes aos critérios estabelecidos, quer qualitativos como quantitativos, para a condução do processo.

Nota-se que o *compliance* é um critério que constitui um fator de exclusão, e que já foi anteriormente utilizado no processo de pré-seleção, assim sendo todas as alternativas pré-selecionadas, mostraram valores satisfatórios neste critério.

E por este motivo, para o processo de seleção, já não se faz necessário avaliar este critério.

Pode observar-se na Tabela IV as respectivas pontuações:

Tabela IV - Pontuações das alternativas com respeito aos critérios

Alternativas/Critérios	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
Alt.1	1	7	3	2	280	3.9	2	1.9	2.6	2
Alt.2	1	5	2.5	1.9	250	3	3	2	2.8	2
Alt.3	1	5.5	2.7	2.5	300	3.6	2.7	1.8	2.8	1
Alt.4	1	5.4	3	3.2	350	3.4	2	2	3	2
Alt.5	1	6	2.9	2.9	400	4.6	3	2.6	2.7	2
Alt.6	1	6.5	2	3	450	4	3	3	3	2
Alt.7	1	8	2.4	4.5	480	4.5	2.6	2.9	2.5	1
Alt.8	1	9.5	3	5	530	5	3	3	3	2
Alt.9	1	10	2.9	4	550	5	3	3	3	1
Alt.10	1	6.5	2.2	3	370	3	2.3	2.4	2.5	2
Alt.11	1	8	2.6	4	450	3.5	2.8	2.5	2.4	1
Alt.12	1	10	3	5	500	4	3	3	2.5	2
Alt.13	1	5.5	2	1.5	290	2.8	1.9	2	2	1
Alt.14	1	5	1.8	1	200	3	2	1.9	2	2
Alt.15	1	6	2.3	3.4	430	3	2.7	2.7	2.4	1
Alt.16	1	5.5	2	2.7	390	2.5	2.5	2.5	2.6	2
Alt.17	1	5	2.5	1	250	2	2	2	2	2
Alt.18	1	7	2.8	3	470	4.5	3	3	3	2
Alt.19	1	5	2	2	270	2.7	2	2	2.5	2
Alt.20	1	7	1.7	3	360	3.5	2.9	2.6	3	2

Fonte: Adaptado de *Gama Oil & Gas*

Após a classificação de cada uma das alternativas relativamente aos critérios adotados, procedeu-se a avaliação de cada par de alternativas referente a cada critério, isto é, as alternativas são avaliadas entre si com respeito aos diferentes critérios que devem ser maximizados ou minimizados.

Realçando que não há compensação entre critérios, o que significa que o método não permite que um fornecedor com um desempenho muito baixo em determinado critério, seja beneficiado na escolha se possuir outro critério com alto desempenho.

Sendo que os diferentes critérios estão expressos numa escala qualitativa, com exceção do “preço - expresso a uma escala quantitativa”, existe a necessidade de

normalizar os respectivos valores a uma mesma escala, constituindo deste modo, um passo essencial para aplicação dos métodos MCDM.

Deste modo, utilizou-se como método de normalização, o método de mínimo-máximo, o qual considera o maior e menor valor para um dado conjunto de critérios, ou seja, foca nos critérios que implicam benefícios, cujo intuito é maximizar, e os critérios que implicam custos, cujo intuito é minimizar.

Assim sendo, consideram-se os seguintes critérios a maximizar: HSE, qualidade, posição financeira, práticas de negócio e tipo de contrato, cujo objetivo é tirar maior partido da função, maximizando os seus benefícios.

A minimizar tem-se os seguintes critérios: entrega, preço, localização geográfica e Mercado em que se opera, com o objetivo de minimizar/reduzir os critérios de custo e de incerteza.

Para o efeito tem-se:

Critérios de benefício - BC (maximização)

$$(9) \quad R_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]}$$

Critérios de Custo - *Cost. crit* (minimização)

$$(10) \quad R_{ij} = \frac{[\max(x_{ij}) - x_{ij}]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]}$$

$[x_{ij}]$ - valor da alternativa por cada critério, $\min(x_{ij})$ – menor valor da alternativa respeitante a determinado critério, $[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]$ diferença entre a alternativa com maior valor e a alternativa com menor valor, respeitante a determinado critério.

Da aplicação das funções de maximização e minimização dos critérios para cada uma das alternativas, obtêm-se os seguintes resultados, apresentados na Tabela

Tabela V - Normalização da matriz de avaliação

Alternativas / Critérios	BC	BC	Cost crit.	Cost crit.	BC	Cost crit.	Cost crit.	BC	BC
Alt.1	0,4	1,0	0,5	0,77	0,63	0,91	0,92	0,6	1
Alt.2	0	0,6	0,55	0,86	0,33	0,00	0,83	0,8	1
Alt.3	0,1	0,8	0,25	0,71	0,53	0,27	1,00	0,8	0
Alt.4	0,08	1,0	-0,1	0,57	0,47	0,91	0,83	1	1
Alt.5	0,2	0,9	0,05	0,43	0,87	0,00	0,33	0,7	1
Alt.6	0,3	0,2	0	0,29	0,67	0,00	0,00	1	1
Alt.7	0,6	0,5	-0,75	0,20	0,83	0,36	0,08	0,5	0
Alt.8	0,9	1,0	-1	0,06	1,00	0,00	0,00	1	1
Alt.9	1	0,9	-0,5	0,00	1,00	0,00	0,00	1	0
Alt.10	0,3	0,4	0	0,51	0,33	0,64	0,50	0,5	1
Alt.11	0,6	0,7	-0,5	0,29	0,50	0,18	0,42	0,4	0
Alt.12	1	1,0	-1	0,14	0,67	0,00	0,00	0,5	1
Alt.13	0,1	0,2	0,75	0,74	0,27	1,00	0,83	0	0
Alt.14	0	0,1	1	1,00	0,33	0,91	0,92	0	1
Alt.15	0,2	0,5	-0,2	0,34	0,33	0,27	0,25	0,4	0
Alt.16	0,1	0,2	0,15	0,46	0,17	0,45	0,42	0,6	1
Alt.17	0	0,6	1	0,86	0,00	0,91	0,83	0	1
Alt.18	0,4	0,8	0	0,23	0,83	0,00	0,00	1	1
Alt.19	0	0,2	0,5	0,80	0,23	0,91	0,83	0,5	1
Alt.20	0,4	0,0	0	0,54	0,50	0,09	0,33	1	1

Fonte: Elaboração própria

Posto isto, procede-se a comparação par a par de cada alternativa em relação as demais, com respeito a cada um dos critérios. Desta comparação resultam 20 matrizes normalizadas, das quais serão representadas 5 no Anexo II, sendo todas obtidas da mesma forma.

De seguida definem-se os valores de indiferença e preferência para cada um dos critérios, sendo estes definidos pelo agente decisor de acordo ao grau de entendimento do problema, aplicados a única função de preferência, no caso a função de pseudo-critério de variação linear ou critério com preferência linear e área de indiferença.

O grau de preferência (**p**) expressa a preferência do decisor na comparação das alternativas, ou seja, uma alternativa é preferível a outra, quando a diferença do seu desempenho for igual a um determinado valor estipulado pelo agente decisor. O grau de indiferença (**q**) representa o parâmetro de indiferença entre os valores das alternativas, ou seja, uma alternativa é indiferente a outra quando a diferença do seu desempenho for igual a um determinado valor estipulado pelo agente decisor.

Para os diferentes critérios tem-se (Tabela VI):

Tabela VI - Critérios, pesos, parâmetros de indiferença e preferência

Critérios	Pesos	Função	Função Preferência	Parâmetro
Qualidade	20%	maximizar	pseudo-critério(V.linear)	q=3,5 e p=5
HSE	10%	maximizar	pseudo-critério(V.linear)	q=0,5 e p=1
Entrega	10%	minimizar	pseudo-critério(V.linear)	q=1,5 e p=2
Preço	10%	minimizar	pseudo-critério(V.linear)	q=3 e p=5
Posição financeira	10%	maximizar	pseudo-critério(V.linear)	q=2 e p=3
Localização geográfica	10%	minimizar	pseudo-critério(V.linear)	q=1 e p=2
Mercados em que opera	10%	minimizar	pseudo-critério(V.linear)	q=1 e p=2
Práticas de negócios	10%	maximizar	pseudo-critério(V.linear)	q=0,5 e p=1
Tipo de contrato	10%	maximizar	pseudo-critério(V.linear)	q=0,5 e p=1

Fonte: Elaboração própria

Ponderadas as alternativas relativamente a função de preferência e ao seu peso, obtém-se o conjunto de alternativas ponderadas para cada um dos critérios e, por conseguinte, as suas médias, o que resulta em dados com os quais se calculam os fluxos de saída (positivos Φ^+), e os fluxos de entrada (negativos Φ^-). A partir destes obtêm-se os fluxos líquidos de cada alternativa/fornecedor, resultando numa ordem completa de fluxos líquidos da relação de preferência entre as alternativas em relação as demais, conforme a Tabela VII:

Tabela VII - Média das alternativas ponderadas e obtenção dos fluxos

Alternativas	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5	Alt6	Alt7	Alt8	Alt9	Alt10	Alt11	Alt12	Alt13	Alt14	Alt15	Alt16	Alt17	Alt18	Alt19	Alt20	Φ^+	Φ
Alt1	-	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,0789	0,0789
Alt2	0	-	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0,0474	0,0421
Alt3	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1	0,0211	-0,0474
Alt4	0	0	0,1	-	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,0632	0,0632
Alt5	0	0	0,1	0	-	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0,0421	0,0421
Alt6	0	0	0,1	0	0	-	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0,0474	0,0211
Alt7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	-0,0684
Alt8	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	-	0,1	0	0,1	0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,0789	0,0737
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0,1	0	0	0,1	0,0263	-0,0421
Alt10	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	-	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0,0316	0,0263
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	-0,0684
Alt12	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,0632	0,0579
Alt13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	-0,1316
Alt14	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	-	0,1	0	0	0	0	0	0,0316	-0,0526
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0,0000	-0,0684
Alt16	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	-	0	0	0	0,1	0,0368	0,0158
Alt17	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	-	0	0	0	0,0316	-0,0105
Alt18	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0,2	0,1	0	0,1	-	0	0,1	0,0579	0,0579
Alt19	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0	0	-	0	0,0316	0,0105
Alt20	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0	-	0,0474	0,0000
Φ	0,000	0,0053	0,0684	0,0000	0,0000	0,0263	0,0684	0,0053	0,0684	0,0053	0,0684	0,0053	0,1316	0,0842	0,0684	0,0211	0,0421	0,0000	0,0211	0,0474		

Fonte: Elaboração própria

Calculados os fluxos líquidos de cada uma das alternativas obteve-se o *ranking* do processo de seleção, baseado no vetor de decisão que prioriza cada uma das alternativas

tendo em conta os critérios, a sua ponderação e o desempenho de cada uma delas, de forma individual. Deste modo, apresenta-se na Tabela VIII o *ranking* obtido:

Tabela VIII - *Ranking* do processo de seleção de fornecedores

Alternativas	Fluxo Positivo Φ^+	Fluxo Negativo Φ^-	Fluxo Líquido Φ	Ranking
Alt1	0,0789	0,0000	0,0789	1º
Alt8	0,0789	0,0053	0,0737	2º
Alt4	0,0632	0,0000	0,0632	3º
Alt18	0,0579	0,0000	0,0579	4º
Alt12	0,0632	0,0053	0,0579	5º
Alt2	0,0474	0,0053	0,0421	6º
Alt5	0,0421	0,0000	0,0421	7º
Alt10	0,0316	0,0053	0,0263	8º
Alt6	0,0474	0,0263	0,0211	9º
Alt16	0,0368	0,0211	0,0158	10º
Alt19	0,0316	0,0211	0,0105	11º
Alt20	0,0474	0,0474	0,0000	12º
Alt17	0,0316	0,0421	-0,0105	13º
Alt9	0,0263	0,0684	-0,0421	14º
Alt3	0,0211	0,0684	-0,0474	15º
Alt14	0,0316	0,0842	-0,0526	16º
Alt7	0,0000	0,0684	-0,0684	17º
Alt11	0,0000	0,0684	-0,0684	18º
Alt15	0,0000	0,0684	-0,0684	19º
Alt13	0,0000	0,1316	-0,1316	20º

Fonte: Elaboração própria

Obtidas as alternativas consideradas “ideais” no processo de seleção de fornecedores para o fornecimento das válvulas de *chocke*, passou-se ao processo de avaliação das mesmas.

4.2 Processo de Avaliação de fornecedores

O modelo de avaliação de fornecedores proposto foi desenvolvido tendo em conta o nível de serviço prestado por cada fornecedor selecionado no processo anterior (referente as 8 primeiras alternativas), em relação a cada critério de avaliação definido pelo decisor. O decisor definiu os seguintes critérios de avaliação: qualidade, HSE, entrega, serviço pós-venda, posição financeira e tipo de contrato.

A empresa estipulou um nível de serviço de 55% de satisfação. Estes níveis de serviços foram medidos por indicadores de desempenho, coletados num período de 3 meses, numa base mensal, levada a cabo pelos engenheiros de qualidade e especialistas do departamento de materiais e logística. Para esta pesquisa no que concerne a obtenção dos

dados, recorreu-se a relatórios da empresa. Posteriormente utilizou-se o processo *Swing* para obtenção dos critérios ordenados, numa ordem de importância definida pelo decisor.

A partir da ordem acima definida aplicou-se o ROC para a obtenção dos pesos de cada um dos critérios. E por fim apresentou-se a ponderação total dos critérios de avaliação de desempenho de cada uma das alternativas, obtidas pelo somatório dos indicadores de desempenho relativos a cada um dos critérios multiplicado pelos respetivos pesos, para cada uma das alternativas, resultando deste modo na pontuação final de cada fornecedor e consequentemente a obtenção do *ranking* das alternativas avaliadas. Reiterando que para o fornecimento de válvulas de *chocke* foi estipulado pelo decisor um nível de serviço de 55%.

Deste modo para o nível de serviço tem-se:

$$(11) \quad NSF = f \sum_{i=1}^n d_{cri}$$

Onde:

d = desempenho do fornecedor

i = critério avaliado do fornecedor

NSF = nível de serviço do fornecedor avaliado

i = representa o desempenho, num determinado mês, do fornecedor avaliado para o critério i .

Para o cálculo dos indicadores de desempenho (Tabela IX) de um fornecedor/alternativa para um período de tempo (t), respetivo a um dado critério, calcula-se:

$$(12) \quad d_{C_{ri}} = \frac{d_1 + d_2 + dt}{t}$$

De acordo aos dados do período (3 meses) obtidos por meio de relatórios da empresa, recorrendo a equação 11, obteve-se os seguintes indicadores gerais de desempenho, aplicado a 8 alternativas de fornecimento, considerando os seguintes critérios para avaliação: qualidade, HSE, entrega, serviço pós-venda, posição financeira, tipo de contrato.

Tabela IX - Indicadores de desempenho

Alternativas	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR10
Alt1	0,50	0,70	0,60	0,40	0,70	0,80
Alt8	0,60	0,70	0,40	0,40	0,60	0,80
Alt4	0,70	0,60	0,90	0,60	0,80	0,40
Alt18	0,90	0,50	0,60	0,70	1,00	0,50
Alt12	0,90	0,50	0,60	0,60	0,30	0,40
Alt2	0,50	0,40	0,60	0,50	0,80	1,00
Alt5	0,50	0,50	0,70	0,60	0,60	0,70
Alt10	0,80	0,70	0,50	1,00	0,60	0,80

Fonte: Elaboração própria

4.2.1 Ordem dos critérios pelo Swing e obtenção dos pesos pelo ROC

Pelo processo de swing, como anteriormente exposto na *secção* 3.2.2, obteve-se a seguinte ordem de critérios (Tabela X):

Tabela X - Ordem de importância dos critérios de avaliação

Critérios		Ordem de Importância
CR2	Qualidade	1º
CR3	HSE	2º
CR4	Entrega	3º
CR5	Pós-venda	4º
CR6	P. Financeira	5º
CR10	T. Contrato	6º

Fonte: Elaboração própria

Obtidas as ordens de importância dos critérios, passa-se a transformações destas ordens em pesos, pelo ROC, expresso em $W_1 > W_2 > W_3 > W_4 > W_5 > W_6$; $W_6 = (0+0+0+...+1/6) / 6$, tem-se (Tabela XI):

Tabela XI - Pesos dos critérios de avaliação

Critérios		Pesos obtidos pelo ROC
CR2	Qualidade	$w_1=0,41$
CR3	HSE	$w_2=0,24$
CR4	Entrega	$w_3=0,17$
CR5	Pós-venda	$w_4=0,12$
CR6	P.Financeira	$w_5=0,06$
CR10	T.Contrato	$w_6=0,03$

Fonte: Elaboração própria

Da ponderação dos níveis de desempenho de cada alternativa, relativa a cada critério pelo respetivo peso, que é calculado por:

$$(13) \quad Ni = \sum_{j=1} F_{ij} W_j$$

Onde:

F_{ij} = representa o desempenho do fornecedor para determinado critério avaliado, ou seja, i é o fornecedor avaliado e j é o critério avaliado.

W_j = representa o peso relativo ao critério avaliado.

i = representa a ponderação final para cada fornecedor i .

Obteve-se os seguintes resultados, apresentados na Tabela XII:

Tabela XII - Níveis de desempenho de avaliação ponderados

Alternativas	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR10
Alt1	0,204	0,169	0,103	0,047	0,043	0,022
Alt8	0,245	0,169	0,069	0,047	0,037	0,022
Alt4	0,286	0,145	0,155	0,070	0,049	0,011
Alt18	0,368	0,121	0,103	0,082	0,061	0,014
Alt12	0,368	0,121	0,103	0,070	0,018	0,011
Alt2	0,204	0,097	0,103	0,058	0,049	0,028
Alt5	0,204	0,121	0,121	0,070	0,037	0,019
Alt10	0,327	0,169	0,086	0,117	0,037	0,022

Fonte: Elaboração própria

Em conformidade com os dados obtidos na Tabela anterior (Tabela XII), somam-se os valores dos critérios referentes a cada alternativa como descrito na equação 8, e obtém-se o nível de serviço para cada alternativa avaliada (Tabela XIII).

Tabela XIII - Nível de serviço fornecido num período de 3 meses e *ranking* das alternativas avaliadas

Alternativas	Nível de serviço %	Ranking
Alt10	75,8	1º
Alt18	74,8	2º
Alt4	71,6	3º
Alt12	69,1	4º
Alt8	58,9	5º
Alt1	58,8	6º
Alt5	57,2	7º
Alt2	53,9	8º

Fonte: Elaboração própria

4.3 Análise dos resultados

Como abordado anteriormente, os processos de seleção e avaliação de fornecedores são de grande importância para qualquer organização; e o estabelecimento de parcerias certas pode constituir uma estratégia de negócios de modo a reduzir custos, a otimizar produtos e serviços, e a melhorar a competitividade da empresa no mercado.

Analizando os resultados obtidos pelo modelo proposto de seleção de fornecedores, para empresa *Gama Oil & Gas*, utilizando um dos modelos multicritério de apoio a tomada de decisão (MCDM), nomeadamente o *PROMETHEE II*, observa-se que foi possível obter um *ranking* baseado no fator de decisão, que distintamente prioriza os fornecedores tendo em conta os critérios, a sua ponderação e respetivo desempenho individual de cada alternativa, sem permitir a compensação entre critérios; o que torna o método o mais realístico possível, e a escolha mais imparcial.

Das 20 alternativas de fornecimento inicialmente aprovadas no processo de pré-seleção, após a aplicação do *PROMETHEE II*, obteve-se um conjunto de alternativas considerando todos os *trade-offs* inerentes ao processo, devidamente destacadas pelas suas posições em relação as demais alternativas, sem que o preço fosse o fator de decisão final entre as alternativas.

Assim sendo, da classificação obtida pela aplicação do método, o agente decisor considera 8 alternativas como sendo “ideais/ótimas” para a continuidade do processo, em que as alternativas com as maiores pontuações destacam-se das demais, como se vê na tabela seguinte (Tabela XIV):

Tabela XIV - *Ranking* das alternativas aptas no processo

Alternativas	Fluxo Positivo Φ^+	Fluxo Negativo Φ^-	Fluxo Líquido Φ	Ranking
Alt1	0,079	0,000	0,079	1º
Alt8	0,079	0,005	0,074	2º
Alt4	0,063	0,000	0,063	3º
Alt18	0,058	0,000	0,058	4º
Alt12	0,063	0,005	0,058	5º
Alt2	0,047	0,005	0,042	6º
Alt5	0,042	0,000	0,042	7º
Alt10	0,032	0,005	0,026	8º

Fonte: Elaboração própria

Dando seguimento, e passando ao processo de avaliação, o agente decisor definiu um nível de serviço mínimo de 55% de satisfação. Por um período de 3 meses foram coletados indicadores de desempenho que cada uma das alternativas teve no cumprimento

dos critérios de avaliação, e a partir dos quais foram aplicados o método *SMARTER* para melhor avaliar cada alternativa e o serviço prestado por cada uma de forma individual. Observa-se que relativamente aos critérios de avaliação, o decisor estabelece um grau de importância superior para o critério “*qualidade*”, equiparando os outros critérios com o mesmo grau.

Da ponderação dos níveis de serviço, pelos pesos obtidos pelo ROC obtém-se o resultado da matriz de avaliação, onde se pode ver claramente que as alternativas selecionadas estão acima do padrão (55%) estabelecido pela empresa para o fornecimento de válvulas de *chocke*, com exceção da alternativa 2.

As três primeiras alternativas mostraram um alto grau de satisfação no fornecimento do produto e na continuidade dos serviços prestados a empresa, não descurando das outras quatro que também estiveram acima do nível pretendido. Relativamente a alternativa 2 que não apresentou o nível de satisfação pretendido, será notificada sobre quais aspetos precisa melhorar. Esta avaliação permite não só medir o grau de desempenho no ato da compra, mas também avaliar o serviço prestado após a venda.

Pode ainda observar-se que apesar dos processos de Seleção e Avaliação serem processos muito próximos que podem decorrer de forma mais ou menos similar, no que diz respeito a condução dos métodos *PROMETHEE II* e *SMARTER* que são distintos, mas em algum momento convergem, obtiveram-se *rankings* diferentes, o que reafirma a independência entre os métodos, e a funcionalidade dos dois aplicados a um mesmo problema.

Conforme a Tabela XV, tem-se a junção dos *rankings* resultantes do processo de seleção e do processo de avaliação. Na terceira coluna tem-se a ordem de seleção “ideal/ótima” obtida – quanto maior o valor do fluxo líquido melhor é a alternativa, e na quinta coluna, o nível de serviço prestado pelas alternativas, em que se encontram destacadas as alternativas cujo nível de serviço é considerado muito bom.

Tabela XV - *Rankings* obtidos do processo de seleção e avaliação de fornecedores da empresa *Gama Oil & Gas*

Alternativas	Fluxo Líquido Φ	<i>Ranking seleção</i>	Nível de serviço %	<i>Ranking avaliação</i>
Alt1	0,079	1º	58,83	6º
Alt8	0,074	2º	58,86	5º
Alt4	0,063	3º	71,58	3º
Alt18	0,058	4º	74,83	2º
Alt12	0,058	5º	69,11	4º
Alt2	0,042	6º	53,92	8º
Alt5	0,042	7º	57,17	7º
Alt10	0,026	8º	75,75	1º

Fonte: Elaboração própria

Em suma, fazendo uma analogia do processo utilizado para seleção anteriormente pela empresa e o modelo de seleção e avaliação propostos, constatou-se pelos dados apresentados que no modelo proposto, os métodos mostram-se eficazes na solução da problemática de seleção e avaliação de fornecedores considerando todos os *trade-offs* inerentes aos processos especialmente para variáveis qualitativas que frequentemente têm características vagas, difíceis de definir com precisão, dificultando a sintetização dos resultados da avaliação (Wang *et al.*, 2020).

Neste contexto, com a aplicação dos MCDM o agente decisor passa a ter uma visão mais clara e precisa para tomar decisões. Todavia, o agente decisor é parte fundamental do processo, pois os métodos não tomam a decisão, os métodos auxiliam o agente decisor no processo de tomada de decisão; e como abordado anteriormente, a quantidade de critérios e os critérios, bem como os respectivos pesos a serem definidos são de responsabilidade do decisor, sendo estes adequados ao problema em análise.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o intuito de melhorar o desempenho organizacional, criar oportunidades estratégicas, e adquirir vantagens competitivas no mercado em que se opera, os gestores procuram cada vez mais gerar laços de confiança com os seus parceiros. Assim sendo, o processo de seleção de fornecedores revela-se cada vez mais uma das atividades cruciais das empresas, mas também uma das mais complexas a ser levada a cabo, dada a diversidade de critérios qualitativos e quantitativos inerentes ao processo, bem como a variedade e quantidade de alternativas a considerar.

Em resposta à questão colocada na problemática inicial: “Como melhorar o processo de seleção e avaliação de fornecedores, no âmbito da empresa *Gama Oil & Gas* do sector petrolífero?”, o presente trabalho, permitiu por meio do modelo desenvolvido selecionar e avaliar as alternativas disponíveis ao fornecimento de válvulas de *choke*, considerando e ponderando todos os *trade-offs* respetivo a cada alternativa, permitindo que a seleção e a avaliação das alternativas fosse mais acessível e simplificada consoante as necessidades da empresa. Ao contrário da abordagem tradicional, onde o custo por si só determinaria o *ranking* das alternativas a serem consideradas para seleção e avaliação.

Com a aplicação de ambos os métodos, *PROMETHEE II* e *SMARTER*, o intuito foi auxiliar a empresa *Gama Oil & Gas* a otimizar os seus processos de seleção e avaliação de fornecedores, encontrando as alternativas que melhor se adequassem às exigências e às suas necessidades.

Com base nas metodologias estudadas e nos resultados obtidos, conclui-se que a seleção dos critérios de seleção e avaliação, principalmente os qualitativos, assumem um papel preponderante no processo e é necessária uma análise intensiva e complexa do comportamento destes face ao problema que se analisa. Conclui-se ainda que o agente decisor tem um papel preponderante na definição ou atribuição dos pesos baseados nas suas preferências, mas que devem refletir o problema em análise uma vez que estes têm uma influência considerável nos resultados obtidos.

Em suma, fica concluído que o modelo proposto aplicado a empresa resultou em dados satisfatórios, simplificando o processo de tomada de decisão, dando uma base mais clara e precisa ao agente decisor.

Uma das limitações encontradas neste estudo, teve que ver com a recolha de dados, que devido a pandemia não foi possível fazê-lo em tempo real e de forma presencial, o que

certamente refletiria melhor o processo de seleção e avaliação feitos no momento. Tendo-se recorrido para o efeito aos registos documentais existentes na empresa.

Como sugestão de trabalhos futuros, propõe-se a implementação das metodologias MCDMs nos processos padrão de seleção e avaliação da empresa, de forma gradual, e a sua consequente extensão a sua gama variada de produtos.

Ainda a título sugestivo e porque cada vez mais se torna imperativo que se introduza a sustentabilidade nos modelos de negócios e suas cadeias de abastecimento, propõe-se a inclusão de critérios relacionados com as vertentes social e ambiental, com esta última, mais relacionada com a economia circular.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E. (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers and Operations Research*, 34(12), 3516–3540.
<https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.016>
- Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275–292.
- Bowersox, D., & Closs, D. J. (2010). Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas.
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The Promethee method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228–238.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- Carvalho, A. P. (2011). Gestão Sustentável de Cadeias de Suprimento: análise da indução e implementação de práticas socioambientais por uma empresa brasileira do setor de cosméticos. Tese de Doutorado em Administração de Empresas (não publicada). Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
- Dempsey, W. (1978). Vendor selection and the buying process. *Industrial Marketing Management*, 7(4), 257–267. [https://doi.org/10.1016/0019-8501\(78\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0019-8501(78)90044-5)
- Dickson, G. W. (1966). An Analysis Of Vendor Selection Systems And Decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5–17. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.1966.tb00818.x>
- Frödell, M. (2011). Criteria for achieving efficient contractor-supplier relations. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18(4), 381–393.
<https://doi.org/10.1108/09699981111145826>
- Gonçalo, T. E. E., & Morais, D. C. (2018). Supplier selection model for a Brazilian oil company based on a multi-criteria group decision approach. *South African Journal of Business Management*, 49(1), 97–98. <https://doi.org/10.4102/sajbm.v49i1.354>
- Junior, F. R. L., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2013). Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: Um panorama do estado da arte. *Gestão e Produção*, 20(4), 781–801.
<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000005>
- Kaviani, M. A., Karbassi Yazdi, A., Ocampo, L., & Kusi-Sarpong, S. (2019). An integrated grey-based multi-criteria decision-making approach for supplier evaluation and selection in the oil and gas industry. *Kybernetes*, 49(2), 406–441. <https://doi.org/10.1108/K-05-2018-0265>
- Lima, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2015). Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. *Gestão e Produção*, 22(1), 17–34. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1190>

- Lu, D. (2011). *Fundamentals of Supply Chain Management*. Colorado: Ventus Publishing.
- Luzon, B., & El-Sayegh, S. M. (2016). Evaluating supplier selection criteria for oil and gas projects in the UAE using AHP and Delphi. *International Journal of Construction Management*, 16(2), 175–183. <https://doi.org/10.1080/15623599.2016.1146112>
- Montagna, A. F., & Cafaro, D. C. (2019). Supply chain networks servicing upstream operations in oil and gas fields after the shale revolution. *AIChE Journal*, 65(12), 16762. <https://doi.org/10.1002/aic.16762>
- Raut, V., Gardas, B. B., Raut, R. D., & Narkhede, B. E. (2017). Multi-criteria decision making approach: a sustainable warehouse location selection problem. *International Journal of Management Concepts and Philosophy*, 10(3), 260. <https://doi.org/10.1504/ijmcp.2017.10006951>
- Sahabuddin, M., & Khan, I. (2021). Multi-criteria decision analysis methods for energy sector's sustainability assessment: Robustness analysis through criteria weight change. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47(June), 101380. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101380>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Method for Business Students* (5th edi.). New York: Pearson Education.
- Silva, A. L. G. (2013). *Seleção e Avaliação de Fornecedores: uma proposta de modelo para uma empresa de impermeabilização*. Tese de Mestrado em Engenharia da Produção (não publicada), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-22022006-124752/>
- Tan, K. C. (2001). A framework of supply chain management literature. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(1), 39–48. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00020-4](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00020-4)
- Vashi, M., Patel, M., & Jahan, A. (2017). SMART - Multi-criteria decision-making technique for use in planning activities. *Proceedings of the Conference: New Horizons in Civil Engineering (NHCE-2017)*. Gujarat: India.
- Vivas, R., Sant'anna, Â., Esquerre, K., & Freires, F. (2019). Measuring sustainability performance with multi criteria model: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 11(21), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su11216113>
- Wang, C. N., Tsai, H. T., Ho, T. P., Nguyen, V. T., & Huang, Y. F. (2020). Multi-criteria decision making (MCDM) model for supplier evaluation and selection for oil production projects in vietnam. *Processes*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/pr8020134>
- Weber, C. A., & Current, J. (1993). A multiobjective approach to vendor selection. *European Journal of Operational Research*, 68, 173–184. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90301-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90301-3)

Wen, Z., Liao, H., Kazimieras Zavadskas, E., & Al-Barakati, A. (2019). Selection third-party logistics service providers in supply chain finance by a hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 32(1), 4033–4058.

<https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1678502>

Ziaee Bigdeli, A., Bustinza, O. F., Vendrell-Herrero, F., & Baines, T. (2018). Network positioning and risk perception in servitization: evidence from the UK road transport industry. *International Journal of Production Research*, 56(6), 2169–2183.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1341063>

ANEXOS

Anexo I - Normalização (passo 1 - cálculos dos critérios de benefícios e custos)

Alternativas/ Critérios	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
Alt,1	7	3	2	280	3,9	2	1,9	2,6	2
Alt,2	5	2,5	1,9	250	3	3	2	2,8	2
Alt,3	5,5	2,7	2,5	300	3,6	2,7	1,8	2,8	1
Alt,4	5,4	3	3,2	350	3,4	2	2	3	2
Alt,5	6	2,9	2,9	400	4,6	3	2,6	2,7	2
Alt,6	6,5	2	3	450	4	3	3	3	2
Alt,7	8	2,4	4,5	480	4,5	2,6	2,9	2,5	1
Alt,8	9,5	3	5	530	5	3	3	3	2
Alt,9	10	2,9	4	550	5	3	3	3	1
Alt,10	6,5	2,2	3	370	3	2,3	2,4	2,5	2
Alt,11	8	2,6	4	450	3,5	2,8	2,5	2,4	1
Alt,12	10	3	5	500	4	3	3	2,5	2
Alt,13	5,5	2	1,5	290	2,8	1,9	2	2	1
Alt,14	5	1,8	1	200	3	2	1,9	2	2
Alt,15	6	2,3	3,4	430	3	2,7	2,7	2,4	1
Alt,16	5,5	2	2,7	390	2,5	2,5	2,5	2,6	2
Alt,17	5	2,5	1	250	2	2	2	2	2
Alt,18	7	2,8	3	470	4,5	3	3	3	2
Alt,19	5	2	2	270	2,7	2	2	2,5	2
Alt,20	7	1,7	3	360	3,5	2,9	2,6	3	2
Max	10	3	3	550	5	3	3	3	2
Min	5	1,7	1	200	2	1,9	1,8	2	1

Fonte: Elaboração própria

Anexo II - Comparação par a par

Alternativa 1- Comparação par a par em relação as demais

Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
0,40	0,38	-0,05	-0,09	0,30	0,91	0,08	-0,20	0,00
0,30	0,23	0,25	0,06	0,10	0,64	-0,08	-0,20	1,00
0,32	0,00	0,60	0,20	0,17	0,00	0,08	-0,40	0,00
0,20	0,08	0,45	0,34	-0,23	0,91	0,58	-0,10	0,00
0,10	0,77	0,50	0,49	-0,03	0,91	0,92	-0,40	0,00
-0,20	0,46	1,25	0,57	-0,20	0,55	0,83	0,10	1,00
-0,50	0,00	1,50	0,71	-0,37	0,91	0,92	-0,40	0,00
-0,60	0,08	1,00	0,77	-0,37	0,91	0,92	-0,40	1,00
0,10	0,62	0,50	0,26	0,30	0,27	0,42	0,10	0,00
-0,20	0,31	1,00	0,49	0,13	0,73	0,50	0,20	1,00
-0,60	0,00	1,50	0,63	-0,03	0,91	0,92	0,10	0,00
0,30	0,77	-0,25	0,03	0,37	-0,09	0,08	0,60	1,00
0,40	0,92	-0,50	-0,23	0,30	0,00	0,00	0,60	0,00
0,20	0,54	0,70	0,43	0,30	0,64	0,67	0,20	1,00
0,30	0,77	0,35	0,31	0,47	0,45	0,50	0,00	0,00
0,40	0,38	-0,50	-0,09	0,63	0,00	0,08	0,60	0,00
0,00	0,15	0,50	0,54	-0,20	0,91	0,92	-0,40	0,00
0,40	0,77	0,00	-0,03	0,40	0,00	0,08	0,10	0,00
0,00	1,00	0,50	0,23	0,13	0,82	0,58	-0,40	0,00
0,40	1,00	0,50	0,77	0,63	0,91	0,92	0,60	1,00

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 2- Comparação par a par em relação as demais

Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
-0,40	-0,38	0,05	0,09	-0,30	-0,91	-0,08	0,20	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,10	-0,15	0,30	0,14	-0,20	-0,27	-0,17	0,00	1,00
-0,08	-0,38	0,65	0,29	-0,13	-0,91	0,00	-0,20	0,00
-0,20	-0,31	0,50	0,43	-0,53	0,00	0,50	0,10	0,00
-0,30	0,38	0,55	0,57	-0,33	0,00	0,83	-0,20	0,00
-0,60	0,08	1,30	0,66	-0,50	-0,36	0,75	0,30	1,00
-0,90	-0,38	1,55	0,80	-0,67	0,00	0,83	-0,20	0,00
-1,00	-0,31	1,05	0,86	-0,67	0,00	0,83	-0,20	1,00
-0,30	0,23	0,55	0,34	0,00	-0,64	0,33	0,30	0,00
-0,60	-0,08	1,05	0,57	-0,17	-0,18	0,42	0,40	1,00
-1,00	-0,38	1,55	0,71	-0,33	0,00	0,83	0,30	0,00
-0,10	0,38	-0,20	0,11	0,07	-1,00	0,00	0,80	1,00
0,00	0,54	-0,45	-0,14	0,00	-0,91	-0,08	0,80	0,00
-0,20	0,15	0,75	0,51	0,00	-0,27	0,58	0,40	1,00

a) Alternativa 3- Comparação par a par em relação as demais

Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
-0,30	-0,23	-0,25	-0,06	-0,10	-0,64	0,08	0,20	-1,00
0,10	0,15	-0,30	-0,14	0,20	0,27	0,17	0,00	-1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	-0,23	0,35	0,14	0,07	-0,64	0,17	-0,20	-1,00
-0,10	-0,15	0,20	0,29	-0,33	0,27	0,67	0,10	-1,00
-0,20	0,54	0,25	0,43	-0,13	0,27	1,00	-0,20	-1,00
-0,50	0,23	1,00	0,51	-0,30	-0,09	0,92	0,30	0,00
-0,80	-0,23	1,25	0,66	-0,47	0,27	1,00	-0,20	-1,00
-0,90	-0,15	0,75	0,71	-0,47	0,27	1,00	-0,20	0,00
-0,20	0,38	0,25	0,20	0,20	-0,36	0,50	0,30	-1,00
-0,50	0,08	0,75	0,43	0,03	0,09	0,58	0,40	0,00
-0,90	-0,23	1,25	0,57	-0,13	0,27	1,00	0,30	-1,00
0,00	0,54	-0,50	-0,03	0,27	-0,73	0,17	0,80	0,00
0,10	0,69	-0,75	-0,29	0,20	-0,64	0,08	0,80	-1,00
-0,10	0,31	0,45	0,37	0,20	0,00	0,75	0,40	0,00
0,00	0,54	0,10	0,26	0,37	-0,18	0,58	0,20	-1,00
0,10	0,15	-0,75	-0,14	0,53	-0,64	0,17	0,80	-1,00
-0,30	-0,08	0,25	0,49	-0,30	0,27	1,00	-0,20	-1,00
0,10	0,54	-0,25	-0,09	0,30	-0,64	0,17	0,30	-1,00
-0,30	0,77	0,25	0,17	0,03	0,18	0,67	-0,20	-1,00

Fonte: Elaboração própria

b) Alternativa 4- Comparação par a par em relação as demais

Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
-0,32	0,00	-0,60	-0,20	0,63	0,00	-0,08	0,40	0,00
0,08	0,38	-0,65	-0,29	0,33	0,91	0,00	0,20	0,00
-0,02	0,23	-0,35	-0,14	0,53	0,64	-0,17	0,20	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,12	0,08	-0,15	0,14	0,87	0,91	0,50	0,30	0,00
-0,22	0,77	-0,10	0,29	0,67	0,91	0,83	0,00	0,00
-0,52	0,46	0,65	0,37	0,83	0,55	0,75	0,50	1,00
-0,82	0,00	0,90	0,51	1,00	0,91	0,83	0,00	0,00
-0,92	0,08	0,40	0,57	1,00	0,91	0,83	0,00	1,00
-0,22	0,62	-0,10	0,06	0,33	0,27	0,33	0,50	0,00

-0,52	0,31	0,40	0,29	0,50	0,73	0,42	0,60	1,00
-0,92	0,00	0,90	0,43	0,67	0,91	0,83	0,50	0,00
-0,02	0,77	-0,85	-0,17	0,27	-0,09	0,00	1,00	1,00
0,08	0,92	-1,10	-0,43	0,33	0,00	-0,08	1,00	0,00
-0,12	0,54	0,10	0,23	0,33	0,64	0,58	0,60	1,00
-0,02	0,77	-0,25	0,11	0,17	0,45	0,42	0,40	0,00
0,08	0,38	-1,10	-0,29	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
-0,32	0,15	-0,10	0,34	0,83	0,91	0,83	0,00	0,00
0,08	0,77	-0,60	-0,23	0,23	0,00	0,00	0,50	0,00
-0,32	1,00	-0,10	0,03	0,50	0,82	0,50	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 5 -Comparação par a par em relação as demais

Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
-0,20	-0,08	-0,45	-0,34	0,23	-0,91	-0,58	0,10	0,00
0,20	0,31	-0,50	-0,43	0,53	0,00	-0,50	-0,10	0,00
0,10	0,15	-0,20	-0,29	0,33	-0,27	-0,67	-0,10	1,00
0,12	-0,08	0,15	-0,14	0,40	-0,91	-0,50	-0,30	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,10	0,69	0,05	0,14	0,20	0,00	0,33	-0,30	0,00
-0,40	0,38	0,80	0,23	0,03	-0,36	0,25	0,20	1,00
-0,70	-0,08	1,05	0,37	-0,13	0,00	0,33	-0,30	0,00
-0,80	0,00	0,55	0,43	-0,13	0,00	0,33	-0,30	1,00
-0,10	0,54	0,05	-0,09	0,53	-0,64	-0,17	0,20	0,00
-0,40	0,23	0,55	0,14	0,37	-0,18	-0,08	0,30	1,00
-0,80	-0,08	1,05	0,29	0,20	0,00	0,33	0,20	0,00
0,10	0,69	-0,70	-0,31	0,60	-1,00	-0,50	0,70	1,00
0,20	0,85	-0,95	-0,57	0,53	-0,91	-0,58	0,70	0,00
0,00	0,46	0,25	0,09	0,53	-0,27	0,08	0,30	1,00
0,10	0,69	-0,10	-0,03	0,70	-0,45	-0,08	0,10	0,00
0,20	0,31	-0,95	-0,43	0,87	-0,91	-0,50	0,70	0,00
-0,20	0,08	0,05	0,20	0,03	0,00	0,33	-0,30	0,00
0,20	0,69	-0,45	-0,37	0,63	-0,91	-0,50	0,20	0,00
-0,20	0,92	0,05	-0,11	0,37	-0,09	0,00	-0,30	0,00

Fonte: Elaboração própria

Anexo III – Cálculo das funções agregadas de preferência

Q- índice de indiferença

P- índice de Preferência

Funções de Preferência									
Q	3,5	0,5	1,5	3	2	1	1	0,5	0,5
P	5	1	2	5	3	2	2	1	1

a) Alternativa 1 – Funções agregadas de preferência

	Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
Alt1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt4.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt5.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt6.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt7.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt8.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt9.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt10.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt11.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt12.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt13.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt14.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt15.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt16.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt17.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt18.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt19.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt20.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Fonte: Elaboração própria

b) Alternativa 2 – Funções agregadas de preferência

	Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
Alt1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt4.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt5.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt6.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt7.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt8.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt9.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Alt10.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt11.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt12.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt13.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Alt14.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Alt15.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Alt16.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt17.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Alt18.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt19.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt20.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 3 – Funções agregadas de preferência

	Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P. F	L.G	MO	PN	TC
Alt1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt4.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt5.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt6.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt7.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt8.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt9.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt10.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt11.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt12.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt13.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Alt14.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Alt15.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt16.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt17.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Alt18.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt19.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alt20.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 4 – Funções agregadas de preferência

Qldd	HSE	Entr	Preço	PF	L.G	MO	PN	TC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria

b) Alternativa 5 – Funções agregadas de preferência

Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria

Anexo IV - Ponderação das alternativas pelos pesos

Alternativa1- (alternativas*respetivos pesos, e somatório de pesos)

Pesos	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC	$\sum W_n * Alt_n / 1$
Alt1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt6	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt13	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3
Alt14	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt16	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt17	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt19	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt20	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 2- (alternativas*respetivos pesos, e somatório de pesos)

Pesos	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Qldd	HSE	Entr	Preço	PF	LG	MO	PN	TC	$\sum W_n * Alt_n / 1$
Alt1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt13	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2

Alt14	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt17	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 3- (alternativas*respetivos pesos, e somatório de pesos)

Pesos	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Qldd	HSE	Entr	Preço	P.F	LG	MO	PN	TC	$\Sigma W_9 * Alt/1$
Alt1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt13	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt14	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt17	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Alt18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt20	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 4- (alternativas*respetivos pesos, e somatório de pesos)

Pesos	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Qldd	HSE	Entrg.	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC	$\Sigma W_n * Alt._n/1$
Alt1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt6	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Alt7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt13	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2
Alt14	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt16	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt19	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt20	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Fonte: Elaboração própria

a) Alternativa 5- (alternativas*respetivos pesos, e somatório de pesos)

Pesos	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Qldd	HSE	Entrg	Preço	P.F	L.G	MO	PN	TC	$\sum W_n * Alt_n / 1$
Alt1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt14	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Alt15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Alt16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alt20	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Fonte: Elaboração própria

Anexo V – Avaliação de fornecedores

Nível de serviço

Pesos	0,41	0,24	0,17	0,12	0,06	0,03
Alternativas	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR10
Alt1	0,50	0,70	0,60	0,40	0,70	0,80
Alt8	0,60	0,70	0,40	0,40	0,60	0,80
Alt4	0,70	0,60	0,90	0,60	0,80	0,40
Alt18	0,90	0,50	0,60	0,70	1,00	0,50
Alt12	0,90	0,50	0,60	0,60	0,30	0,40
Alt2	0,50	0,40	0,60	0,50	0,80	1,00
Alt5	0,50	0,50	0,70	0,60	0,60	0,70
Alt10	0,80	0,70	0,50	1,00	0,60	0,80

Fonte: Elaboração própria

Nota: Não sendo possível anexar as 60 tabelas derivadas da aplicação do *PROMETHEEII*, apresenta-se neste anexo a título ilustrativo, as tabelas correspondendo a 5 alternativas, das 20 existentes, para cada um dos passos de execução do *PROMETHEEII* (1º comparação par a par; 2º Funções de preferência; 3º Ponderação de pesos), salientando que o processo de cálculo é exatamente o mesmo para as restantes alternativas, respeitante a cada um dos passos.

