

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DIEGO PICOLOTO**

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE  
FORNECEDORES NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

**BENTO GONÇALVES**

**2020**

**DIEGO PICOLOTO**

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES NA  
INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Leonardo Dagnino  
Chiwiacowsky

**BENTO GONÇALVES**

**2020**

**DIEGO PICOLOTO**

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES NA  
INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Aprovado em 17 de dezembro de 2020.**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dr. Gabriel Vidor  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dra. Cíntia Paese Giacomello  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me auxiliou e apoiou nesta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço principalmente a Deus por ter me concedido saúde, paciência e dedicação para concluir com sucesso esta importante etapa em minha vida.

Aos meus familiares, que apoiaram e incentivaram em todos os momentos. Agradeço aos meus avós por serem exemplos incontestáveis e por sempre se preocuparem comigo.

À minha esposa Luana, que sempre me incentivou incondicionalmente. Mesmo estando ausente por diversos momentos, nunca deixou faltar atenção, apoio, carinho e amor.

Agradeço a todos os professores que passaram pela minha trajetória acadêmica e dedicaram seu tempo a ensinar e doaram um pouco de si em prol da educação. Em especial ao Professor Leonardo Dagnino Chiwiacowsky, que foi orientador em meu trabalho de conclusão de curso.

Aos meus amigos que sempre entenderam os momentos de ausência e que me ajudaram nos momentos de dificuldade.

*Nossas virtudes e nossos defeitos são  
inseparáveis, assim como a força e a matéria.  
Quando se separam, o homem deixa de existir.*

*Nikola Tesla*

## RESUMO

A competitividade cada vez mais alta faz com que as empresas busquem ferramentas que as auxiliem nas tomadas de decisão. O processo decisório do setor de compras é de suma importância, e caso for construído de maneira ineficiente pode colocar em risco o futuro da empresa. O presente trabalho visa a desenvolver uma ferramenta, baseada nos métodos de análise multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Data Envelopment Analysis* (DEA), que auxilie o processo de avaliação de fornecedores e melhore a seleção e a ordenação de fornecedores no processo de compras em uma empresa do setor moveleiro. O objetivo principal do trabalho é avaliar os fornecedores atuais e estipular melhorias para aqueles que forem ineficientes de acordo com os modelos e critérios propostos. O modelo de decisão DEA foi desenvolvido com base em critérios encontrados em pesquisas na literatura sobre a seleção de fornecedores, e também considerando aspectos específicos de necessidades da empresa. Tem por objetivo avaliar as DMU's, uma perante as outras, e retornar com um score de eficiência. A abordagem desenvolvida foi empregada de acordo com o número atual de fornecedores envolvidos no processo de compras diárias, sendo estes fornecedores designados como as DMU's avaliadas no DEA. Para a ordenação dos critérios segundo sua importância, e para auxiliar na elaboração do modelo do DEA, o método AHP foi aplicado. O trabalho realizou uma comparação entre os resultados obtidos com a aplicação do modelo multicritério e aqueles gerados pela metodologia atualmente empregada na empresa. O modelo de decisão desenvolvido permitiu uma avaliação mais criteriosa dos fornecedores atuais da empresa, possibilitando a identificação daqueles fornecedores que apresentam uma maior eficiência por meio da geração de uma ordenação com base no conceito de supereficiência.

**Palavras-chave:** Análise de Decisão Multicritério, Avaliação de Fornecedores, Seleção de Fornecedores, DEA, AHP.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Estruturação de modelo hierárquico AHP.....	<b>26</b>
Figura 2 – Exemplo de Fronteira de Eficiência.....	<b>30</b>
Figura 3 – Fluxograma etapas DEA .....	<b>44</b>
Figura 4 – Plano de ação 5W2H.....	<b>54</b>



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Matriz de Comparação dos Critérios .....	<b>43</b>
Quadro 2 – Critérios de avaliação e seleção de fornecedores .....	<b>43</b>
Quadro 3 – Matriz AHP .....	<b>46</b>
Quadro 4 – Ordenação dos Critérios .....	<b>47</b>

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Escala numérica de Saaty .....	<b>27</b>
Tabela 2 – Valores de Consistência Aleatória (CA).....	<b>28</b>
Tabela 3 – Variáveis de Input e Output.....	<b>48</b>
Tabela 4 – Score CCR e BCC .....	<b>48</b>
Tabela 5 – Resultados DEA CCR x IQF .....	<b>50</b>
Tabela 6 – Ordenação de Fornecedores.....	<b>52</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dados de Pesquisa.....	42
Gráfico 2 – Resultados DEA CCR x BCC .....	49
Gráfico 3 – Comparativo DEA CCR x IQF .....	51

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TCC	Trabalho de Conclusão do Curso
UCS	Universidade de Caxias do Sul
JIT	Just in Time
SSP	Supplier Selection Problem
SPE	Supplier Performance Evaluation
PCP	Planejamento e controle da Produção
AHP	Analytic Hierarchy Process
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Units
CRS	Constant Returns to Scale
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
VRS	Variable returns to scale
BCC	Banker, Charnes e Cooper
ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
IQF	Índice de qualidade de fornecimento
RNC	Relatório de não conformidade

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	18
1.2	OBJETIVOS .....	19
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>19</b>
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
2.1	SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES .....	21
2.2	CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES .....	22
<b>2.2.1</b>	<b>Coleta de dados .....</b>	<b>23</b>
2.3	IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	24
2.4	ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO .....	25
<b>2.4.1</b>	<b>AHP - Analytic Hierarchy Process.....</b>	<b>25</b>
2.4.1.1	Estruturação dos Níveis Hierarquicos.....	26
2.4.1.2	Definição de pesos e Prioridades .....	27
2.4.1.3	Avaliação de Consistência da Matriz .....	28
<b>2.4.2</b>	<b>DEA – Data Envelopment Analysis.....</b>	<b>29</b>
2.4.2.1	Modelo CCR.....	31
2.4.2.2	Modelo BCC .....	32
2.4.2.3	Supereficiência DEA .....	34
2.4.2.4	Considerações sobre o DEA .....	35
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TRABALHO .....</b>	<b>37</b>
3.1	CENÁRIO ATUAL .....	37
<b>3.1.1</b>	<b>Apresentação da empresa .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Metodologia atual .....</b>	<b>38</b>
3.2	MODELAGEM PROPOSTA .....	39
<b>3.2.1</b>	<b>Identificação de objetivos.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Caracterização de decisores.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Definição de alternativas.....</b>	<b>39</b>

<b>3.2.4</b>	<b>Definição de Critérios</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Validação de Critérios</b> .....	<b>41</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Ordenação de Critérios Através do Método AHP</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Metodologia de Avaliação dos Fornecedores</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Aplicação do Método DEA</b> .....	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
4.1	DETERMINAÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS.....	46
4.2	RESULTADOS DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DEA.....	47
4.3	COMPARATIVO METODOLOGIA ATUAL X ANÁLISE MULTICRITÉRIO.....	50
4.4	RANQUEAMENTO DE FORNECEDORES.....	51
4.5	RESULTADOS FINANCEIROS.....	53
4.6	RESULTADOS OPERACIONAIS E DE QUALIDADE.....	53
4.7	SUGESTÃO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A seleção e a avaliação de fornecedores se configuram como algumas das atividades mais críticas e importantes para a cadeia de suprimentos (CHENG; LIN; HUANG, 2006). A escolha dos fornecedores afeta o desempenho das organizações (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011), a flexibilidade do sistema de manufatura (NDUBISI et al., 2005) e os resultados obtidos pela implementação de programas de qualidade e melhoria contínua que, conseqüentemente, impactam na qualidade dos produtos gerados e no atendimento de requisitos do cliente final (GONZÁLEZ et al., 2004; WANG, 2010).

Na literatura, a seleção de fornecedores tem sido abordada como um problema de decisão multicritério, cuja solução pode ser obtida pelo emprego de técnicas de pesquisa operacional. Para lidar com tal problema, métodos de análise de decisão multicritério, do inglês *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), ou ainda métodos estatísticos, de programação matemática e de inteligência artificial (IA), vêm sendo explorados amplamente. (HA; KRISHNAN, 2008; HO; XU; DEY, 2010).

Segundo Castro, Gomez e Franco (2009), alguns aspectos se destacam no processo de seleção de fornecedores:

- a) Tamanho desejado para a base de fornecedores (abastecimento com fonte única ou fontes múltiplas).
- b) Relação com os fornecedores (simples operações comerciais ou parcerias estratégicas de longo prazo).
- c) Possíveis situações de compra (primeira compra, recompra modificada e recompra para produtos de rotina).

Os autores reforçam que estes aspectos auxiliam nas fases de um processo de seleção de fornecedores e, conseqüentemente, determinam a complexidade e a importância da decisão. Sendo assim, modelos de decisão específicos para cada etapa do processo de seleção de fornecedores, diante das situações de compra, vêm sendo propostos na literatura. Estes processos tendem a ser complexos devido à natureza e à diversidade dos produtos e serviços adquiridos, bem como por conta das variações quantitativas e qualitativas no comportamento da demanda.

As corporações intensificaram conceitos de fabricação *just-in-time* (JIT), havendo uma ênfase no fornecimento estratégico de insumos que estabeleça um relacionamento mutuamente benéfico e de longo prazo, com um conjunto menor, mas melhor de fornecedores

(VOKURKA,1996). Todos os esforços e investimentos feitos no contexto JIT têm por objetivo reduzir ao máximo desperdícios e prejuízos, muito comuns em indústrias que têm excesso de produtos por falta de rotatividade, por exemplo. Em um conceito JIT, o fornecedor entrega os pedidos em pequenas quantidades, assim exigindo uma maior agilidade na entrega do produto final e, conseqüentemente, otimizando o espaço de armazenagem. Estoques reduzidos e um maior número de entregas demandam fornecedores mais qualificados, pois estas exigências estão diretamente atreladas ao fluxo de trabalho dos setores de manufatura e expedição. Desta forma, qualquer falha na logística de suprimentos impacta negativamente nos processos de produção e na qualidade do produto final.

A terceirização de determinadas atividades é uma alternativa aplicada para que as empresas mantenham o foco em suas principais competências, de forma que os fornecedores de insumos são parceiros que desempenham um papel fundamental neste desafio.

Estratégias focadas na maneira como o fornecimento de insumos é realizado geralmente estão relacionadas com a avaliação e seleção de potenciais fornecedores, para que estes possam atender às demandas da empresa com qualidade e, efetivamente, à longo prazo, caso seja necessário.

As decisões que envolvem a seleção de fornecedores geralmente não são simples, principalmente pelo fato de ser necessário considerar vários critérios simultaneamente no processo de tomada de decisão (CHOY, 2002). Na economia de inovação global e aberta de hoje, onde o desenvolvimento de produtos geralmente dita a seleção estratégica de fornecedores, as decisões de avaliação não devem basear-se apenas em critérios tradicionais de seleção, como custo, qualidade e entrega.

Em um contexto onde se exige um fornecimento estratégico, muitos outros critérios devem ser considerados com o objetivo de desenvolver um relacionamento entre cliente e fornecedor. É importante que os fornecedores adotem estratégias de gestão da qualidade, gestão de boas práticas nas entregas (procedimentos internos), possuam solidez financeira, tecnologia e nível de inovação, capacidade cooperativa, capacidade de codesenvolvimento e capacidades relacionadas à redução de custos (DULMIN E MININNO, 2003).

Segundo Sonmez (2006), o problema da seleção de fornecedores, também conhecido por SSP (do inglês *Supplier Selection Problem*), pode ser considerado um problema de decisão multicritério por avaliar de maneira simultânea inúmeras alternativas e critérios. Os critérios avaliados podem ser identificados como qualitativos, quando definidos com base na preferência e julgamento dos decisores, ou quantitativos, quando definidos com base em uma escala de



valores numéricos, podendo ser conflitantes entre si, o que torna complexa a tarefa de analisá-los de forma conjunta em um único modelo de avaliação e/ou seleção de fornecedores. Usualmente no processo de tomada de decisão de escolha de fornecedores, o encarregado pela realização da compra costuma basear-se apenas em sua experiência, sem o uso de uma abordagem científica que recomende a aplicação de modelos matemáticos ou métodos estruturados que ofereçam determinado auxílio para isso. Esse empirismo pode gerar erros na avaliação, pois existem outros fatores que influenciam no juízo de valor, tais como: estado emocional, grau de relacionamento entre comprador e vendedor, questões culturais, dentre outros. O ser humano não pode ser um maximizador perfeito, pois “em função de sua experiência pregressa e de limitações cognitivas, se deixa guiar pelas rotinas construídas” (CORAZZA; FRACALANZA, 2004). Para Bazerman e Moore (2010), ainda há outros limitadores como, por exemplo, tempo, custo, ou a própria percepção e inteligência dos decisores.

Durante o processo de avaliação dos fornecedores que prestam serviço para as empresas, os responsáveis pela avaliação tendem a aumentar as notas dos parceiros atuais para evitar conflitos inerentes ao feedback do fornecedor (GAO, 2009). De fato, evitar discordância para aliviar o estresse psicológico relacionado parece ser uma característica importante no comportamento dos responsáveis pela atividade de compras. (GONZALEZ-PADRON, HULT, & CALANTONE, 2008; REILLY, SAINI, & SKIBA 2018).

Esses motivos fazem com que o uso de uma abordagem científica baseada em uma avaliação multicritério seja indicada, de modo a fornecer à empresa informações que auxiliam o gestor na identificação dos fornecedores que atendem, da melhor forma, os critérios considerados mais relevantes para a empresa.

O artigo de Rabbani et al. (2015) descreve uma implementação da análise multicritério através do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para seleção de fornecedores em uma indústria de móveis em Bangladesh, mais especificamente fornecedores de matéria-prima.

No estudo realizado por Galankashi et al. (2016), o método de análise DEA (*Data Envelopment Analysis*) é aplicado para a avaliação de fornecedores, sob a perspectiva de uma empresa que adota o sistema de *lean manufacturing*.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Devido à sua relevância no âmbito econômico e operacional das empresas, os métodos de avaliação e seleção de fornecedores através da análise multicritério, vêm sendo amplamente abordados em diversos estudos. Artigos e teses relacionados podem ser facilmente encontrados desde os anos 90, e mais de 180 mil referências ao tema estão disponíveis para consulta no portal Science Direct. De acordo com consulta ao portal da ABEPRO, desde 1996, cerca de 340 artigos e estudos foram elaborados para os congressos do ENEGEP com o objetivo de efetuar avaliações e seleções de fornecedores através dos métodos de análise multicritério.

De acordo com Martins (2005), com o decorrer dos anos, a tarefa de selecionar fornecedores vem ganhando cada vez mais importância. O aumento no valor dos itens comprados em relação ao total da receita das empresas, a aquisição de produtos de outros países viabilizados pela globalização, a crescente velocidade de mudança de tecnologia e a redução no ciclo de vida dos produtos são alguns fatores que contribuem para o crescimento da relevância da seleção de fornecedores.

Por mais que um fornecedor pareça comprometido, adequado e com uma boa proposta de negócio, a negociação pode ser mais focada na obtenção de uma condição favorável quando os fornecedores são previamente selecionados e avaliados.

Quando efetuado um processo adequado de seleção de fornecedores, a preocupação existente no momento da compra, em deduzir se o fornecedor está em condições de honrar seus compromissos, reduz expressivamente, pois o processo decisório foi realizado de forma criteriosa, tendo sido considerados os aspectos de maior relevância para a seleção. As informações precisas sobre o grau de confiabilidade de cada fornecedor são analisadas, permitindo que o departamento de compras faça a sua opção com mais assertividade.

O presente estudo será desenvolvido em uma empresa do setor moveleiro situada na cidade de Bento Gonçalves. A linha de acessórios e ferragens que acompanham o móvel é entregue diariamente pelos fornecedores parceiros e estes têm o compromisso de entregar os pedidos sem falta e emitir as notas fiscais corretamente e no horário combinado. Devido à extrema importância de um atendimento excelente por parte destes parceiros, a avaliação e seleção de fornecedores é uma valiosa ferramenta para a melhora significativa e constante no fluxo de trabalho dos setores de compras e PCP.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral desenvolver e aplicar um modelo de apoio à tomada de decisão multicritério para avaliação e seleção de fornecedores em uma empresa do setor moveleiro. Com o desenvolvimento do modelo de decisão, será possível auxiliar o setor de compras da empresa no processo de tomada de decisão sobre fornecedores e, assim, melhorar o fluxo de processos dos setores de PCP e expedição.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Visando ao atendimento do objetivo geral do trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar as informações relevantes à estruturação do modelo de decisão multicritério;
- b) Desenvolver um modelo de análise multicritério para avaliação e ordenação de fornecedores;
- c) Aplicação da ferramenta de decisão para avaliação do conjunto de fornecedores da empresa;
- d) Identificação dos fornecedores que melhor atendem ao nível de desempenho esperado e dos fornecedores a adotarem um plano de ação de melhorias.

## 1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Visando à efetivação dos objetivos definidos neste estudo, a pesquisa se caracteriza tanto como qualitativa quanto quantitativa. O aspecto de sua natureza é aplicado, pois o objetivo é a resolução de problemas de decisão que ocorrem em situações reais na empresa onde o trabalho será desenvolvido.

A abordagem do estudo se limita à elaboração de um modelo de decisão multicritério para a avaliação e seleção de fornecedores por meio da priorização das alternativas com base em um determinado grupo de critérios. Após a aplicação do método de análise multicritério, será possível estabelecer um ranking de fornecedores, de modo que o resultado será utilizado

como medida de qualidade dos fornecedores atuais, bem como auxiliar na identificação do nível de desempenho exigido de possíveis novos fornecedores de produtos para a empresa.

Visando a uma maior efetividade na utilização do modelo, os fornecedores identificados para a análise serão aqueles que fornecem acessórios no padrão de entrega diária, uma vez que este padrão está alinhado a uma maior parcela de importância relativa ao produto final e maior representatividade financeira no faturamento total da empresa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos das metodologias que foram utilizadas como referência para o desenvolvimento do modelo de decisão multicritério para a seleção de fornecedores, bem como os métodos matemáticos para identificação das melhores alternativas.

### 2.1 SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNEADORES

A avaliação de desempenho pode ser considerada muito mais do que uma ferramenta gerencial: é uma estratégia de sobrevivência de uma organização (MIRANDA; SILVA, 2002). De acordo com Harrington (1993), se não é possível medir, não se pode controlar; se não controlar, não se pode gerenciar; se não gerenciar, não se pode melhorar. O autor ainda cita que a menos que exista um sistema de retorno de informações (específico), o sistema de medição é um desperdício de tempo e dinheiro.

No conceito que abrange a importância de se reconhecer e premiar a melhoria de desempenho, Harrington (1993) diz que um eficiente sistema de recompensas tende a estimular os indivíduos e as equipes a efetivarem esforços adicionais que levem a organização a se destacar. O autor ainda menciona que, sem uma medição, se tira do indivíduo o sentimento de realização.

Entre os critérios comumente avaliados na seleção de fornecedores, a qualidade mostra-se relevante. De acordo com Gordon (2008), mensurar a qualidade do fornecedor é um processo crítico, levando em conta que a baixa qualidade no fornecimento representa em torno de 25% a 70% dos custos relacionados à baixa qualidade do produto final. Para que os impactos sejam minimizados, pode ser implementada a SPE (do inglês *Supplier Performance Evaluation*).

A avaliação de desempenho de fornecedores (SPE) influencia consideravelmente na melhora da relação comprador-vendedor, no aumento da performance do fornecedor, entre outros aspectos, implicando em reduções nos custos da cadeia de suprimentos.

A fim de que a avaliação possa ser implementada e a tomada de decisão seja facilitada, conforme já destacado, podem ser utilizados métodos da abordagem de apoio à tomada de decisão multicritério. Bozarth e Handfield (2008) destacam que esses métodos são muito úteis quando existe um mix de critérios qualitativos e quantitativos e um grande número de

alternativas a serem consideradas no processo de seleção e avaliação, pois métodos desta natureza contribuem na estruturação e formalização da tomada de decisão.

Um exemplo é o artigo de Stevica et al. (2017), onde os autores apresentam a aplicação dos métodos AHP e TOPSIS na seleção de fornecedores especificamente para a indústria moveleira.

## 2.2 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

Existem algumas diferenças entre a avaliação e a seleção de fornecedores. Para a avaliação, a referência é classificar os provedores externos que fornecem ou que podem vir a fornecer algo. Sendo assim, a avaliação pode ser resumida em ações para determinar se o fornecedor é adequado, se atende às demandas solicitadas e se a qualidade de seus produtos ou serviços está de acordo com a necessidade da empresa compradora.

Já a seleção se refere à escolha, ou seja, à identificação daquele fornecedor que será eleito como o vendedor para determinada compra, ou que será contratado para um serviço. Desta forma, enquanto a avaliação dispõe as informações, a seleção corresponde a uma tomada de decisão coesa.

Embora exista uma diferença de critérios de avaliação a serem considerados em cada atividade, é necessário que as empresas se baseiem em critérios corporativos, válidos para todas as atividades, de modo a criar uma identidade junto ao mercado de fornecedores, de modo a tornar claro suas prioridades e exigências (MOTWANI et al, 1999; LIU et al, 2000).

Os critérios de decisão para seleção e avaliação de fornecedores são atributos qualitativos ou quantitativos utilizados na avaliação e classificação de diferentes capacidades.

De acordo com Kahraman, Cebeci e Ulukan (2003), uma categorização dos critérios para seleção de fornecedores os subdivide em critérios relativos à reputação dos fornecedores, ao desempenho de produtos, ao desempenho de serviços e ao desempenho associado a custos.

Já Wang (2009) apresentou um resumo dos principais critérios para a seleção de fornecedores como sendo:

- a) Custo: custo total, custo de informação, preço competitivo e desconto no preço.
- b) Entrega: expedição, tempo de entrega, distância, cumprimento dos prazos e frequências de entrega.
- c) Qualidade: qualidade do produto, durabilidade do produto e conformidade de especificação do produto.

- d) Flexibilidade: flexibilidade de operação, mix diversificado, flexibilidade da entrega.
- e) Serviço: resolução de problemas, facilidade de comunicação e compartilhamento de informações.

Como já citado anteriormente, critérios podem possuir natureza quantitativa, tais como custo e prazo de entrega, ou qualitativa, como a comunicação e capacidade de retorno do fornecedor, confiança e a habilidade para pesquisa e desenvolvimento.

Com o intuito de auxiliar o processo de seleção de fornecedores, em 1995, Ray Carter, Diretor da DPSS Consultants, apresentou os sete C's necessários para a avaliação de fornecedores e, posteriormente, concluiu adicionando mais três novos C's que se mostraram necessários, que são:

- a) Competência (Competency)
- b) Capacidade (Capacity)
- c) Comprometimento (Commitment)
- d) Controle (Control)
- e) Dinheiro (Cash)
- f) Custo (Cost)
- g) Consistência (Consistency)
- h) Cultura (Culture)
- i) Limpeza (Clean)
- j) Comunicação (Communication)

A lista desenvolvida por Ray demonstra ser dinâmica, pois permite analisar pontos diferentes de cada fornecedor. É possível identificar os pontos fortes e fracos de cada um e priorizar o que melhor se adapta às necessidades de cada organização.

### **2.2.1 Coleta de dados**

Para se determinar os critérios e subcritérios, bem como o peso de cada critério com maior assertividade e eficiência, é importante a realização de uma pesquisa com os demais setores da empresa para embasamento na montagem do modelo de decisão multicritério.

Segundo Xavier (2013), os critérios para seleção de fornecedores podem ser obrigatórios ou facultativos. Após o recebimento das respostas dos potenciais fornecedores, deve ser feito o julgamento das propostas, aplicando os critérios de avaliação estabelecidos. Primeiramente, são identificados os critérios obrigatórios, eliminando os que não atendem às necessidades do projeto. Na escolha dos critérios que serão utilizados para avaliar as alternativas, devem ser definidos aqueles com capacidade de diferenciá-las. Xavier ainda cita o exemplo de que se o objetivo é realizar a seleção de fornecedores através do menor preço possível e a melhor qualidade, é necessário utilizar o conceito de “objetivos múltiplos e conflitantes”.

São os critérios de seleção que vão determinar quais pontos devem ser confrontados entre os fornecedores avaliados e os interessados na parceria ofertada. No contexto competitivo em que as empresas se encontram, faz-se necessário o desenvolvimento de diferenciais para sobrevivência em um mercado em constante mudança. Nesse cenário, os critérios de avaliação e seleção de fornecedores podem ser utilizados no contexto do gerenciamento da cadeia de suprimentos. A gestão efetiva desta cadeia consiste em vantagem competitiva para as organizações que a compõem. A concorrência acontece, pois, não mais entre empresas do mesmo ramo, mas sim, entre as cadeias de suprimentos e o seu correto gerenciamento (LANGENDYK, 2002).

### 2.3 IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

De acordo Miranda e Silva (2002), algumas etapas são necessárias para uma efetiva implantação da medição de desempenho, conforme listado:

- a) definição dos objetivos da avaliação;
- b) definição dos parâmetros;
- c) escolha dos indicadores de desempenho;
- d) avaliação do desempenho.

Diversos autores afirmam que nenhuma empresa poderia se deter em melhorar o desempenho de um número elevado de indicadores simultaneamente, e sugerem que não se deveria controlar mais do que cinco ou sete indicadores. Porém, de acordo com Rafaeli e Müller (2007), modelos empregados com auxílio do método AHP permitem um monitoramento de até



35 indicadores, através do uso de saídas gráficas, viabilizado pela construção de um Índice Consolidado de Desempenho - ICD.

É sabido que a observação de um pequeno número de indicadores críticos tende a ser mais eficiente do que o controle de uma grande porção de resultados periféricos. Entretanto, determinadas situações exigem controle de um montante elevado de indicadores, casos nos quais pode-se efetuar o uso de ferramentas específicas para complementar a análise dos dados.

## 2.4 ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

As técnicas de avaliação multicritério surgiram nas décadas de 70 e 80, em substituição aos modelos ortodoxos de pesquisa operacional, que surgiram na década de 50, para a resolução de problemas logístico-militares durante a 2<sup>a</sup> Guerra Mundial, tendo como objetivo resolver problemas gerenciais complexos (FREITAS et al. 2006).

No entanto, a escolha da abordagem a qual o método está vinculado depende da forma de avaliação. Vincke (1992) e Roy (1996) concordam que os especialistas, geralmente, dividem as abordagens em: (i) teoria da utilidade multiatributo ou do critério único de síntese; (ii) abordagem de sobreclassificação ou superação; e (iii) métodos interativos.

Entre os métodos desenvolvidos no ambiente de decisões multicritério, os mais conhecidos e utilizados na seleção de fornecedores são: Método de Análise Hierárquica (AHP – *Analytic Hierarchy Process*), SMART (*Simple Multiattribute Rating Technique*), TOPSIS (*Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*), ELECTRE (*Elimination And Choice Expressing Reality*) e PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation*).

### 2.4.1 AHP – Analytic Hierarchy Process

Também conhecido por método de análise hierárquica, o AHP pode ser definido pela decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (SAATY, 1991).

A base teórica da análise hierárquica introduzida por Saaty é a redução do estudo de sistemas a uma sequência de comparações aos pares, sendo aplicada no processo de tomada de decisões, a fim de minimizar suas falhas. Para o autor, a teoria reflete o método natural de funcionamento da mente humana, isto é, diante de um grande número de elementos

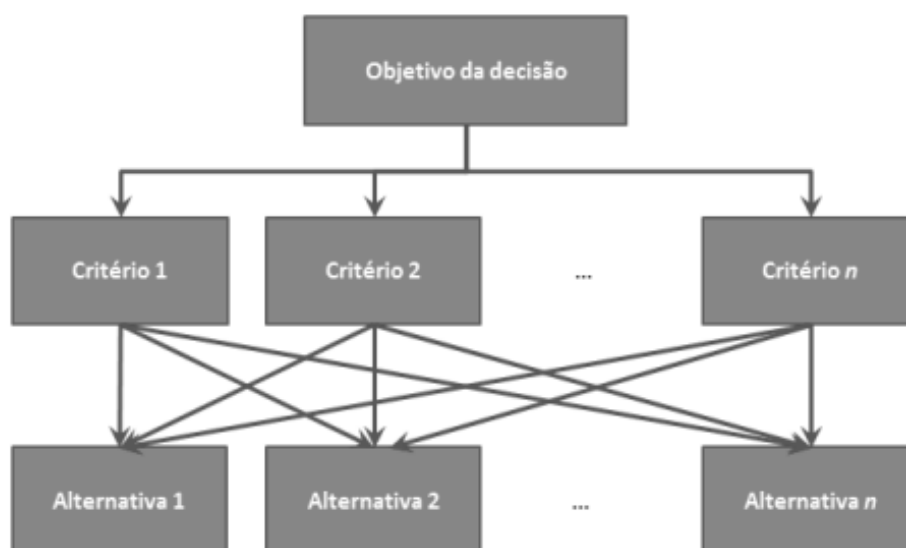
(controláveis ou não), a mente os agrega em grupos segundo propriedades comuns. O cérebro repete esse processo e agrupa novamente os elementos em outro nível “mais elevado”, em função de propriedades comuns existentes nos grupos de nível imediatamente abaixo. A repetição dessa sistemática atinge o nível máximo quando representa o objetivo do processo decisório. Por meio desta estratégia, o problema de decisão é representado por uma hierarquia por níveis estratificados.

O método AHP é aplicado em três etapas. A primeira é a estruturação do problema em níveis hierárquicos, onde o primeiro nível é composto pelos objetivos, o segundo nível pelos critérios, o terceiro nível os possíveis subcritérios e, no último nível, as alternativas (SANTOS et al, 2009). A segunda etapa é a definição de prioridades e a terceira é a avaliação da consistência lógica.

#### 2.4.1.1 Estruturação de níveis hierárquicos

Nesta etapa, o problema é entendido e estruturado em níveis hierárquicos o que possibilita ao decisor ter uma visão geral do problema avaliado com todos seus componentes e interações (MARINS et al, 2009).

Figura 1 – Estruturação de modelo hierárquico AHP



Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

No primeiro nível, tem-se o objetivo, com fatores mais específicos, enquanto no nível seguinte são representados os atributos ou critérios de avaliação. Quanto mais genéricos os

atributos, mais acima eles estarão na hierarquia. As alternativas são a base da estrutura, após o último nível de atributos. Esta configuração permite ao decisor identificar cada parte de todo um complexo problema decisório, e com isso obter prioridades através de uma comparação par a par baseada nos dados obtidos pelo usuário. (BESTEIRO et al. 2009).

#### 2.4.1.2 Definição de pesos e prioridades

Através do modelo hierárquico, determina-se as relações de influência de cada elemento em níveis distintos, de modo a se ter um indicativo do procedimento de cálculo dos pesos relativos aos impactos dos elementos de um nível sobre o nível mais baixo e sobre os objetivos gerais (SAATY, 1991). Para uma melhor comparação par a par, utiliza-se uma escala numérica, Tabela 1, que indica o grau de importância de um elemento em relação aos outros, levando-se em conta o critério ou propriedade ao qual são comparados (SAATY, 2008).

Tabela 1 – Escala numérica de Saaty

<b>Pesos</b>	<b>Definição</b>	<b>Avaliação</b>
1	Importância igual	Ambos elementos contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância Moderada	A experiência e a opinião favorecem um elemento em relação ao outro
5	Importância Grande ou essencial	A experiência e a opinião favorecem fortemente um elemento em relação ao outro
7	Importância muito grande	Um elemento é fortemente favorecido em relação a outro podendo ser demonstrado na prática.
9	Importância Extrema ou absoluta	A evidência favorece um elemento em relação a outro com uma ordem de magnitude de diferença
2,4,6,8	Valores intermediários	Usado como valores de consenso entre as opiniões

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

Os graus de importância definidos após estes julgamentos são dispostos na forma de uma matriz quadrada, com cada linha e cada coluna correspondendo a cada um dos elementos de decisão, conforme a matriz da Equação (1).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

O número de comparações necessárias para cada matriz de comparação é dado pela Equação (2):

$$\frac{n^2 - n}{2} \quad (2)$$

onde  $n$  = indica a quantidade de critérios ou alternativas.

#### 2.4.1.3 Avaliação de Consistência da Matriz

Após o desenvolvimento da matriz, pode ser efetuada a avaliação de consistência a fim de detectar possíveis contradições entre os valores de comparação. Segundo Saaty (1991), quando o método AHP é empregado, aceita-se uma inconsistência de até 10% quando comparada à inconsistência média de 500 matrizes de comparação geradas aleatoriamente. Estes valores médios são denominados Índice Aleatório (RI) ou Consistência Aleatória (CA) e são definidos conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Valores de Consistência Aleatória (CA)

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

Para avaliação da consistência de uma matriz (CR), é necessário o cálculo do vetor de priorização. Para este cálculo, o método aproximado pode ser aplicado, conforme equações (3), (4) e (5):

$$s_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{s_j}, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$p_i = \frac{\sum_{j=1}^n n_{ij}}{n}, \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

onde:  $s$  = soma de elementos;  $i$  = elementos da linha;  $j$  = elementos da coluna;  $n$  = número de elementos comparados;  $p$  = vetor prioridade.

Diversos métodos são utilizados para se medir inconsistência de uma matriz de comparação, porém, o mais utilizado é o proposto por Saaty. Ele indica o Índice de Consistência ( $CI$ ), o qual está relacionado com o método do autovalor, tal que:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (6)$$

onde  $\lambda_{max}$ , é o maior autovalor da matriz de comparações.

A Razão ou Taxa de Consistência ( $CR$ ) é dada por  $CR = CI/RI$ , onde  $RI$  é o índice aleatório definido por Saaty (1991), conforme Tabela 2. Caso sejam verificadas inconsistências na matriz de comparação em um nível acima de 10%, uma nova matriz deve ser gerada.

No presente trabalho, o método AHP será empregado unicamente para o cálculo do peso dos critérios definidos no modelo de decisão, e a etapa de agregação das priorizações não é realizada, por este motivo, seu detalhamento não foi apresentado.

#### 2.4.2 DEA – Data envelopment Analysis

Proposto originalmente em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), a Análise Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA) consiste em determinar a eficiência relativa de uma unidade produtiva, considerando a aproximação de uma fronteira de eficiência. Mais precisamente, pode-se dizer que é um método não paramétrico de construção de uma fronteira de eficiência, relativa à qual se pode estimar a eficiência de cada unidade, bem como determinar as unidades referenciais para os casos de ineficiência.

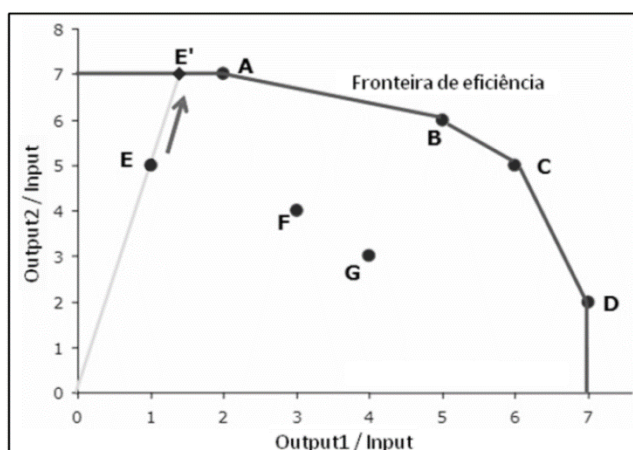
Segundo os autores, o DEA foi definido como um método para ajustar dados a exigências teóricas como superfícies ótimas de produção, antes de ser utilizado em testes estatísticos com propósito de análise de políticas públicas. Ainda afirmam que o objetivo da técnica é medir a eficiência da utilização de recursos, qualquer que seja a combinação dos mesmos ou as tecnologias adotadas.

O foco do DEA é comparar um certo número de DMU's, também conhecidas como unidades tomadoras de decisão, que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de *inputs* que consomem e de *outputs* que produzem. Dois modelos de DEA são considerados: (i) CRS, ou CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978), considera retornos de escala constantes, e (ii) VRS, ou BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984), que considera retornos variáveis de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* (MEZA et al., 2003).

De acordo com Adler, Friedman e Sinuany-Stern (2002), o DEA pode ser considerado um modelo matemático que mede a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão com múltiplos *inputs* e *outputs*, mas que não apresentam uma função de produção óbvia para agregar os dados na sua totalidade. O resultado da DEA é a determinação dos planos que definem uma superfície envoltória, ou fronteira de Pareto.

Segundo Rafaeli (2009), um exemplo pode ser observado na Figura 2, para o caso simplificado com dois *outputs* e um *input*. O autor cita que as unidades que estiverem sobre a superfície, neste caso representadas pelos pontos A, B, C e D, determinam a envoltória e são consideradas eficientes, enquanto as que estão situadas fora da superfície são identificadas como ineficientes. Em resumo, a eficiência de uma unidade ineficiente, como o ponto E, é dada pela razão entre a distância entre o ponto e a origem, e a projeção do ponto na fronteira eficiente e a origem, ou  $OE / OE'$ .

Figura 2 – Exemplo de Fronteira de eficiência



Fonte: Adaptado de Rafaeli (2009)

### 2.4.2.1 Modelo CCR

O DEA foi primeiro desenvolvido como modelo de programação matemática para determinar a eficiência relativa de múltiplas unidades de decisão com diversas variáveis (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978). Mede a eficiência de cada unidade de decisão (DMU) com relação a outras DMU's, definida através do somatório dos *outputs* divididos pelo somatório dos *inputs*. O DEA se aplica no caso de não se conseguir determinar os pesos de eficiência para as DMU's analisadas, conforme o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) desenvolvido por Charnes (1978), e apresentado a seguir, que busca maximizar a medida de eficiência para estas DMU's (LIU et al., 2000).

$$Max H_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}}, \quad (7)$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}} \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$\frac{U_r}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}} \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (10)$$

onde:  $\varepsilon > 0$ ;  $n$  = número de fornecedores;  $m$  = número de parâmetros de entrada (*input*);  $s$  = número de parâmetros de saída (saída);  $X_{ij} > 0$  valor do parâmetro de entrada  $i$  associado ao fornecedor  $j$ ;  $Y_{ij} > 0$  valor do parâmetro de saída  $i$  associado ao fornecedor  $j$ ;  $V_{ij} > 0$  variável peso do parâmetro de entrada  $i$  associado ao fornecedor  $j$ ;  $U_{ij} > 0$  variável peso do parâmetro de saída  $i$  associado ao fornecedor  $j$ .

Mediante a transformação proposta por Charnes et al. (1962), esse modelo pode ser linearizado, transformando-se em um Problema de Programação Linear (PPL) apresentado no modelo representado pela Equação 11 (MEZA, 2003):

$$\max H_0 = \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}, \quad (11)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^r V_i X_{i0} = 1 \quad (12)$$

$$\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$U_r, V_i \geq \varepsilon \quad \forall i, r$$

#### 2.4.2.2 Modelo BCC

Cerca de seis anos após a primeira publicação sobre a DEA, Banker, Charnes e Cooper (1984) ampliaram o conceito do CCR e sua metodologia de aplicação, desenvolvendo o modelo BCC. Assim como o CCR, o nome deriva das iniciais de seus autores, elimina a suposição de retornos constantes de escala do CCR e a substitui por retornos variáveis de escala ou VRS, do inglês *Variable Returns to Scale*, para avaliar a eficiência técnica pura de diversas DMUs. Desse modo, o axioma da proporcionalidade é substituído pelo axioma da convexidade, permitindo a identificação de retornos crescentes e decrescentes da escala (HSU et al. 2006).

Se diferenças de escala tiverem uma influência na eficiência das unidades, assumir retornos constantes de escala pode levar a uma alteração da eficiência de escala devido a diferenças no tamanho e eficiência técnica. Empregando variável adicional  $U^*$  ou  $V^*$ , a abordagem de BCC introduz o retorno variável à escala – VRS, representado para os casos de orientação *input* e *output* pelos problemas (14) - (16) e (17) - (19), respectivamente (BANKER, CHARNES E COOPER, 1984).



$$\text{Max } H_0 = \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} - U^* , \quad (14)$$

Sujeito a:

$$- \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} + \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - U^* \leq 0 \text{ para } j = 1, \dots, n, \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} = 1, \quad (16)$$

$$U_r \geq \varepsilon \text{ para } r = 1, \dots, s,$$

$$V_i \geq \varepsilon \text{ para } i = 1, \dots, m.$$

$$\text{Min } \frac{1}{H_0} = \sum_{r=1}^m V_i X_{i0} - V^* , \quad (17)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - V^* \geq 0 \text{ para } j = 1, \dots, n, \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^m U_r Y_{r0} = 1, \quad (19)$$

$$U_r \geq \varepsilon \text{ para } r = 1, \dots, s,$$

$$V_i \geq \varepsilon \text{ para } i = 1, \dots, m.$$

Nas Equações (14) e (17),  $U^*$  e  $V^*$  são as variáveis associadas à restrição de convexidade acrescentada no modelo VRS, sendo interpretados como fatores de escala, indicando três possibilidades: (i) quando positivos, retornos decrescentes de escala; (ii) quando nulos, retornos constantes de escala; e (iii) quando negativos, retornos crescentes de escala.

### 2.4.2.3 Supereficiência DEA

Apresentada por Andersen e Petersen (1993), a supereficiência no DEA é similar ao CCR. Porém, no modelo de otimização, a unidade sob consideração é excluída do cálculo de restrições, conforme o problema descrito pelas Equações (20) a (22). Neste caso, DMU's altamente eficientes podem obter eficiência maior do que 1, enquanto aquelas ineficientes, mantêm o valor de eficiência correspondente ao obtido no modelo CCR. Essa técnica foi desenvolvida para tornar possível o ranqueamento entre várias unidades consideradas eficientes.

$$H_0 = \text{Max} \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}, \quad (20)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} \geq 0 \text{ para } j = 1, \dots, n; j \neq 0; \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} = 1, \quad (22)$$

$$U_r \geq \varepsilon \text{ para } r = 1, \dots, s,$$

$$V_i \geq \varepsilon \text{ para } i = 1, \dots, m.$$

O modelo dual do modelo de supereficiência, conforme Equações (23) a (26), demonstra a distância entre a fronteira de eficiência avaliada sem a unidade 0 e a própria unidade para  $j = 1, \dots, n, j \neq 0$ .

$$\text{Min } f_0 \quad (23)$$

Sujeito a:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j X_{ij} \leq f_0 X_{i0} \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (24)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{r0} \quad \text{para } r = 1, \dots, s \quad (25)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{para } j = 1, \dots, n; j \neq 0. \quad (26)$$

Os escores de supereficiência ranqueiam as DMU's e geram um desempate dos modelos tradicionais, assim superando as dificuldades do CCR e BCC. Os seus resultados não são mais normalizados entre 0 e 1, embora a interpretação das DMU's com índice menor que 1 serem ineficientes continue sendo válida. Pode-se notar que algumas das unidades são mais eficientes que outras também consideradas eficientes. Assim, uma unidade avaliada como supereficiente deve ser vista por todas as outras, eficientes ou não, como referência em alto desempenho (BARROS E GARCIA 2006).

#### 2.4.2.4 Considerações sobre o DEA

Em relação a vantagens, Gregoriou (2006) aborda a utilização da DEA em relação a técnicas tradicionais paramétricas como a regressão. Segundo o autor, a análise de regressão aproxima a eficiência das unidades relativamente ao seu desempenho médio em um determinado período de análise. Em contrapartida, o DEA foca nas observações individuais das unidades e otimiza a medida de eficiência para cada uma delas. Porém, é necessário cautela na determinação dos *inputs* e *outputs*. A análise por regressão acaba focando em tendências centrais, já a DEA foca em observações extremas.

Um ponto considerado fraco na metodologia do DEA, segundo Ferrier, Rosko e Valdmanis (2006), é de que não há tolerância ao “ruído” e, como resultado, os desvios em relação à fronteira são tipicamente considerados desempenhos ineficientes. Além disso, Seydel (2006) denomina o DEA, especialmente em sua forma pura, como uma metodologia de “caixa-preta”, onde “coisas” diversas acontecem e, então, surge uma solução.

Alguns trabalhos, como o de Wu e Blackhurst (2009), foram capazes de lidar com dados relativamente imprecisos, e apresentaram boa eficiência para separar os fornecedores

mais eficientes dos mais fracos. Narasimhan (2001) aplicou o modelo DEA para avaliar fornecedores alternativos para uma corporação multinacional do setor de telecomunicações. O autor selecionou onze fatores de avaliação que foram considerados no modelo, no qual existem seis *inputs* relacionados à capacidade do fornecedor e cinco *outputs* relacionados ao desempenho do fornecedor.

O modelo DEA, pode ser orientado pelos *inputs* ou pelos *outputs*. Na orientação por *inputs*, o DEA minimiza a entrada para um determinado nível de saída, ou seja, o modelo indica quanto uma DMU pode diminuir seu *Input* para um determinado nível de *output*. (ISHIZAKA, 2013).

O autor ainda afirma que em uma orientação de *output*, o DEA maximiza a saída para um determinado nível de *input*, ou em outras palavras, indica quanto uma DMU pode aumentar sua saída para um determinado nível de entrada.

O DEA permite que várias saídas e várias entradas sejam levadas em consideração na elaboração do modelo. No entanto, de um ponto de vista prático, o número total de entradas e saídas que podem ser considerados não é ilimitado. A quantidade vai depender do número total de DMUs no conjunto de dados. De modo geral, se o número de DMUs é menor do que três vezes a soma do número total de entradas e saídas, é altamente provável que várias DMUs, se não todas, obtenham uma eficiência de cem por cento. (ISHIZAKA, 2013).

### **3 PROPOSTA DE TRABALHO**

No presente capítulo, são desenvolvidas as metodologias propostas para a resolução do problema de avaliação e seleção de fornecedores.

#### **3.1 CENÁRIO ATUAL**

Com a crescente demanda por redução de custos e maior qualidade do produto final, se intensifica a necessidade por melhores fornecedores. Com isso, a identificação de quais são os melhores fornecedores, e quais aqueles que não atendem aos requisitos, se torna uma importante tarefa. Desta forma, o problema de avaliação de fornecedores pode ser entendido como um problema de decisão que envolve um conjunto de diferentes critérios estabelecidos para compará-los entre si, isto é, um problema de decisão multicritério.

##### **3.1.1 Apresentação da Empresa**

O presente estudo foi desenvolvido na empresa Itálínea Móveis, que atua no mercado de móveis planejados desde 1997 e faz parte do grupo Todeschini S/A. Opera com critérios rigorosos de qualidade e com grande parte da produção Just in Time, de forma que os níveis de estoques são reduzidos. Atualmente, conta com 113 funcionários divididos entre área fabril e administrativa. Toda a produção de móveis é feita pela empresa Todeschini, e a Itálínea possui somente os setores de expedição, qualidade, recebimento e embalagem na área fabril.

Os setores de compras e PCP possuem três funcionários cada e são os que estão envolvidos diretamente com os pedidos de compra, negociação de matéria-prima e acessórios. Ambos os setores estão alocados no departamento de engenharia integrada, que possui um gestor encarregado pela supervisão.

Atualmente, a empresa conta com uma rede de mais de 700 lojas distribuídas em todo o território nacional e América Latina. Possui uma linha de produtos ampla e moderna, e que frequentemente é atualizada com as tendências do mercado moveleiro e arquitetônico, estes fatores evidenciam a constante demanda por fornecedores excelentes.

### 3.1.2 Metodologia atual

Atualmente, a empresa adota o cálculo do índice de qualidade de fornecimento (IQF) como procedimento padrão para a avaliação de fornecedores. O índice se baseia em informações geradas via sistema ERP que são utilizadas no cálculo que possibilita a avaliação do fornecedor.

Os seguintes critérios são avaliados:

- a) Qualidade de produto;
- b) Pontualidade;
- c) RNC'S (Relatórios de não conformidades em que o fornecedor esteve envolvido);
- d) Aptidão Comercial, avaliada por meio de um formulário, preenchido manualmente, via sistema, pelo setor de compras, que gera um percentual de demérito, dependendo das alternativas selecionadas.

O IQF é calculado levando-se em conta o valor envolvido nas não conformidades, pontualidade de entrega e aptidão comercial e calculado de acordo com a Equação (27).

$$IQF = \{[(100 - INC) \times 0,6] + (IP \times 0,4)\} - D, \quad (27)$$

onde  $INC$  = Índice de Não-conformidade;  $IP$  = Índice de Pontualidade;  $D$  = percentual de deméritos da aptidão comercial.

Por definição da empresa, se a nota calculada pelo sistema for menor que 7, é necessário que seja informado ao fornecedor, investigada a causa e aplicado um plano de ação conjunta para a solução do problema.

A sistemática utilizada atualmente é uma boa ferramenta, porém calcula a nota de forma fechada, ou seja, não é possível atribuir notas a todos os critérios envolvidos no cálculo. Sendo assim, somente os problemas de qualidade e pontualidade afetam a nota consideravelmente.

O método de análise DEA pode ser aplicado para as situações de avaliação e de seleção, e com isso auxiliar na tomada de decisões com mais precisão do que o sistema adotado atualmente. Estes critérios serão mais efetivos e justos perante as situações enfrentadas diariamente, e com os resultados mais apurados, podem ser utilizados como argumentos na negociação visando à melhoria do serviço oferecido pelos fornecedores.

## 3.2 MODELAGEM PROPOSTA

A metodologia do presente trabalho é fundamentada nas etapas que caracterizam o estudo de análise multicritério e implementação de um modelo matemático para auxílio na avaliação e seleção de fornecedores, ideal para a realidade da empresa.

### 3.2.1 Identificação de objetivos

O objetivo principal do desenvolvimento da abordagem de decisão multicritério é a avaliação dos fornecedores que trabalham atualmente com a empresa, e na seleção de fornecedores para a execução de novos projetos.

### 3.2.2 Caracterização de decisores

O processo de tomada de decisão relacionado ao processo de seleção de fornecedores é feito por funcionários do departamento de engenharia integrada. Os envolvidos diretamente com os processos de formulação e construção do modelo de decisão são, o comprador e o supervisor do departamento. O primeiro, autor do presente trabalho, é estudante do curso de Engenharia de Produção, com 10 anos de experiência na função e atuante na empresa desde 2018. O supervisor do departamento de engenharia possui formação em Design de Produto, atua na função desde 2017 e é funcionário da empresa desde 2011.

Além destes, foram consultados analistas do setor de desenvolvimento de produto. Os mesmos possuem formação em engenharia de produção, engenharia mecânica e administração respectivamente.

### 3.2.3 Definição de alternativas

No caso em estudo, há uma necessidade de se identificar quais fornecedores não estão atendendo aos requisitos mínimos para o fornecimento, ou que atendem com alguma deficiência. Pela representatividade financeira e por sua importância na qualidade do produto final, os fornecedores selecionados para a avaliação são os que realizam as entregas dos acessórios para o móvel no padrão de entrega diária. Atualmente, são 24 fornecedores envolvidos neste processo.

### 3.2.4 Definição de Critérios

Com o objetivo de garantir um grau de efetividade alto na obtenção dos resultados e de permitir maior agilidade na tarefa de decidir entre as diferentes alternativas, além de referências bibliográficas, foram utilizadas sugestões do setor de engenharia da empresa para a escolha dos critérios:

- a) **Preço:** A empresa adota política de precificação fixa por um determinado período de tempo. No momento da negociação, é acordado entre as partes um preço fixo e por quanto tempo este preço será vigente. Após o término do prazo, é negociado um percentual de reajuste considerando os aspectos da economia, mercado, matéria-prima, entre outros. Em caso de aumento expressivo de consumo, é aberta uma negociação para a redução de preços. É de extrema importância que o fornecedor tenha disponibilidade para efetuar negociações com o comprador. Pode ser avaliado de forma quantitativa, ou seja, qual a porcentagem de flexibilidade o fornecedor apresenta nas negociações.
- b) **Qualidade:** É fundamental preservar, na terceirização, a qualidade e garantir a melhoria contínua. O fornecedor deve trabalhar com rígidos critérios de qualidade e será avaliado periodicamente perante a estes aspectos. Além dos processos de produção e armazenagem do fornecedor serem inspecionados, os itens entregues passam por avaliação de qualidade semanalmente, onde o setor responsável coleta amostras aleatórias no momento da entrega e efetua uma conferência com padrões homologados. Pode ser avaliado pela quantidade de não conformidades em um determinado período de tempo.
- c) **Desempenho das Entregas:** O desempenho nas entregas é um dos principais aspectos considerados pela empresa perante seus fornecedores. Estes precisam estar aptos a realizar as entregas diariamente, no horário previamente acordado e na quantidade correta do pedido. Atrasos não informados são pontuados e impactam negativamente na avaliação do fornecedor, porém faltas zeram a nota do mês.
- d) **Flexibilidade:** Ao se escolher um parceiro, é muito importante certificar-se de que este seja capaz de se adaptar às flutuações e variações nas exigências de fornecimento impostas pela empresa contratante. É necessário que o fornecedor tenha flexibilidade para lidar com oscilações de demanda, eventuais alterações na



forma de entrega, desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, rápida reposta às solicitações, entre outros aspectos. Pode ser medida com base na nota do desempenho comercial já aplicado atualmente.

- e) Situação Financeira: Fornecedores financeiramente saudáveis e com boa reputação no mercado possuem maior chance de cumprirem com seus compromissos perante a empresa contratante. Previamente, é efetuada uma consulta no órgão SERASA para verificação de eventuais dívidas da empresa e situação financeira perante à União. Este critério pode ser eliminatório caso a empresa apresente dívidas altas.
- f) Competências Tecnológicas e Inovação: A empresa contratante busca por fornecedores que estejam alinhados a uma política de aperfeiçoamento constante dos processos de produção, integração de novas técnicas e metodologias. A capacidade de adaptação e da inovação são alguns dos principais fatores relacionados às competências essenciais. Avaliado de forma qualitativa.
- g) Pós Venda: É a parte do atendimento que reúne as estratégias pensadas para melhorar a experiência após a compra de um produto ou contratação de um serviço. Envolve agilidade na resolução de problemas após a entrega, disponibilidade de material técnico, atendimento ao cliente e assistência técnica.

Segundo Faria e Vanalle (2006), os critérios selecionados estão entre os mais comumente utilizados nos casos de seleção de fornecedores. Para um acompanhamento mais preciso, a avaliação deve ser feita mensalmente e os resultados obtidos informados ao fornecedor, para que este também possa acompanhar seu desempenho efetivo.

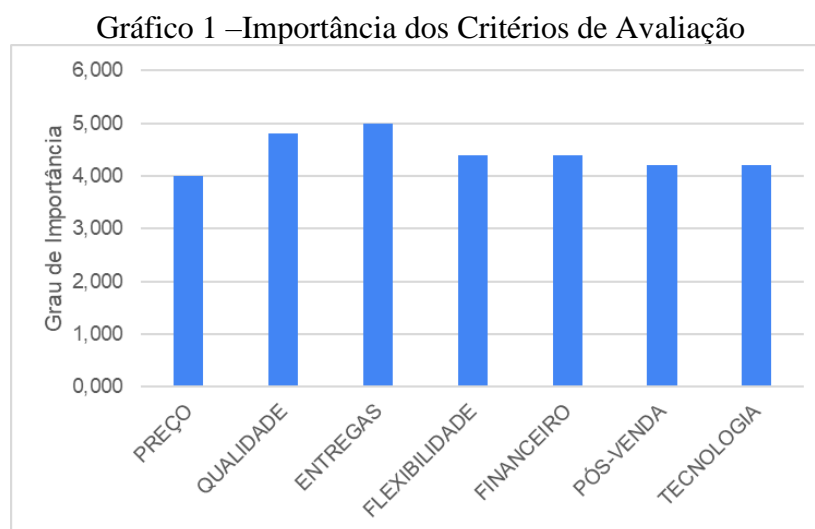
### **3.2.5 Validação de critérios**

Visando à adaptação às necessidades específicas da empresa, uma pesquisa foi realizada com o setor de engenharia e desenvolvimento de produto para verificação da opinião pessoal dos envolvidos, em relação aos critérios aplicados no modelo de avaliação e seleção de fornecedores.

Um questionário foi aplicado, solicitando que os mesmos atribuíssem uma nota variável de 0 a 5, sendo 0 como pouco importante e 5 extremamente importante. Desta forma foi possível elaborar um ranking sobre a importância de cada critério. O questionário aplicado é apresentado no Apêndice A.

Os envolvidos na pesquisa foram, o supervisor de engenharia, analistas de engenharia, analistas de compras e assistentes de PCP, totalizando 7 respondentes.

Os resultados da pesquisa foram compilados e após foi aplicado o cálculo de média dos graus de importância indicados pelos respondentes de modo a permitir uma análise geral. Os dados podem ser observados de acordo com o Gráfico 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Observando os resultados da pesquisa, nota-se que por unanimidade o critério considerado mais importante é a pontualidade. Isso se deve à ausência de estoque de acessórios. A sistemática de entrega e pontualidade é extremamente importante ao processo de logística. Alguns critérios tiveram sua importância considerada igualitária pelos entrevistados, devido às condições impostas pela empresa.

### 3.2.6 Ordenação de critérios através do método AHP

Esta etapa é responsável pela ordenação dos critérios no processo decisório de acordo com sua relevância. Para esta tarefa, foi utilizado o método AHP, conforme Seção 2.3.1. Neste contexto, o conjunto de critérios tem seus graus de importância definidos por meio da realização de comparações par a par. Para o conjunto de critérios avaliados, as comparações realizadas constituem a matriz de comparação dos critérios, cujos julgamentos são realizados de acordo com a escala de importância elaborada por Saaty (Tabela 1). Após definida a matriz de comparação, as ponderações dos critérios são obtidas pelo emprego do método aproximado, seguido pela avaliação de consistência da matriz de comparação. A avaliação da consistência

tem como objetivo assegurar que as comparações foram realizadas de maneira consistente, e que as ponderações obtidas são confiáveis.

A matriz de comparação dos critérios é apresentada no Quadro 1 e os cálculos da priorização e do nível de consistência serão apresentados no capítulo 4.

Quadro 1 – Matriz de Comparação dos Critérios

	Preço	Financeiro	Pontualidade	Flexibilidade	Qualidade	Pós Venda	Tecnologia
Preço	1	1/3	1/7	1/2	1/4	1/3	2
Financeiro	3	1	1/4	1	1/2	1/2	3
Pontualidade	7	4	1	4	2	3	9
Flexibilidade	2	1	1/4	1	1/2	1/2	4
Qualidade	4	2	1/2	2	1	1	6
Pós Venda	3	2	1/3	2	1	1	6
Tecnologia	1/2	1/3	1/9	1/4	1/6	1/6	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 3.2.7 Metodologia de Avaliação dos Fornecedores

De acordo com pesquisas prévias e para uma melhor adaptação às necessidades da empresa, os fornecedores são avaliados em cada um dos critérios de acordo com as métricas descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de avaliação e seleção de fornecedores

Critério	Equivalência Numérica	Escala
Preço	1 a 10	1 = preço muito baixo 10 = preço muito alto
Financeiro	1 ou 10	1 = Atende 10 = Não atende
Flexibilidade	1 a 10	1 = Alta Flexibilidade 10 = Baixa Flexibilidade
Tecnologia	1, 5 ou 10	1 = Alto nível tecnológico 10 = Baixo nível tecnológico
Pontualidade	1 a 10	1 = Alto índice de atrasos e faltas 10 = Baixo índice de atrasos e faltas
Qualidade	1, 5 ou 10	1 = Baixíssima qualidade 10 = Altíssima qualidade
Pós-venda	1, 5 ou 10	1 = Péssimo Pós-venda 10 = Excelente Pós-venda

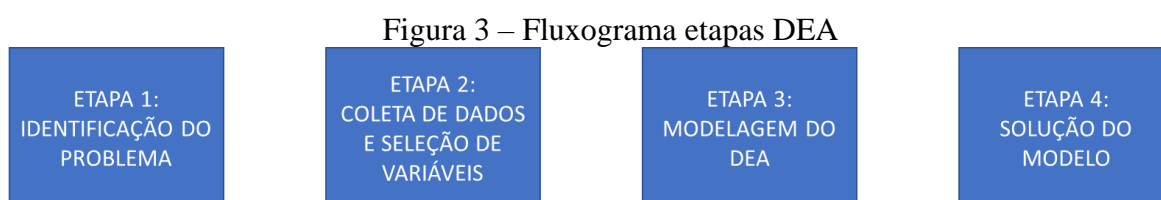
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os resultados de avaliação de cada um dos fornecedores foram obtidos através de análises diárias, informações consultadas via sistema ERP, sobre inspeções do setor de

qualidade, pesquisa de desempenho comercial realizada pelo setor de compras e consulta ao órgão do SERASA.

### 3.2.8 Aplicação do método DEA

A metodologia de trabalho baseou-se na construção e aplicação de um modelo de decisão multicritério com intuito de avaliar e ranquear um determinado conjunto de fornecedores. Para alcançar este objetivo, a análise envoltória de dados foi aplicada. A Figura 3 apresenta um fluxograma que reproduz a sequência de etapas seguidas na construção do modelo do DEA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

- a) Etapa 1: O problema consiste em avaliar o desempenho de determinados fornecedores de uma empresa do ramo moveleiro. As DMU's foram definidas neste caso como sendo cada um dos fornecedores. Foram considerados na análise somente os fornecedores da entrega diária de acessórios, pela representatividade financeira e importância relacionada ao fluxo dos processos.
- b) Etapa 2: Primeiramente, a partir da identificação dos fornecedores a serem avaliados, foi definido o período de abril a junho de 2020 para avaliação. Os desempenhos de cada fornecedor no conjunto dos critérios considerados no modelo, foram definidos de acordo com avaliação prévia e o período de coleta dos dados. No processo de designação dos *inputs* e *outputs*, o resultado da aplicação do método AHP foi utilizado para auxiliar na escolha. Os critérios calculados como os mais importantes no método AHP foram selecionados para serem os *Outputs* e nomeados com o índice Y, os demais foram implementados no cálculo como sendo os *Inputs* e nomeados com índice X.
- c) Etapa 3: As eficiências dos fornecedores foram calculadas, utilizando-se como base os métodos clássicos da Análise Envoltória de Dados. Por se tratar de um modelo

que considera um número elevado de critérios e DMU's, optou-se pelo uso do software MATLAB® e o MAXDEA® para a execução dos cálculos.

- d) Etapa 4: Os resultados de eficiência das DMU's foram gerados através do emprego dos modelos CCR, BCC e CCR SE (supereficiência), este último permitindo um ranqueamento dos fornecedores considerados no estudo. Um estudo foi realizado, para a seleção do modelo mais adequado às necessidades da empresa.

O detalhamento dos resultados obtidos através dos cálculos dos modelos AHP e DEA são apresentados e discutidos no capítulo 4.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados referentes à aplicação do modelo de análise multicritério desenvolvido para a avaliação e seleção de fornecedores, sendo apresentada uma comparação com o sistema utilizado atualmente na empresa.

### 4.1 DETERMINAÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS

Com base na construção da matriz de comparação par a par, apresentada na seção 3.2.7, o método AHP foi utilizado para determinar os pesos dos critérios. O método aproximado foi aplicado, com base nas Equações (3) a (5), e assim foi possível calcular o vetor de priorização dos critérios. Visando a assegurar que as ponderações obtidas pelos cálculos da matriz sejam confiáveis, é necessário avaliar a consistência das comparações que compõem a matriz de comparação, através do emprego da Equação (6) e da relação  $CR = CA/RI$ . A partir disso, é calculada a Taxa de Consistência (CR), considerando o índice aleatório (RI) de 1,32 para o caso de 7 critérios, cujo valor deve ser menor que 10 %, indicando que as comparações realizadas apresentam uma inconsistência aceitável.

O Quadro 3 apresenta o Vetor de Priorização e a Taxa de Consistência encontrados para a matriz de comparação dos Critérios.

Quadro 3 – Matriz AHP

	Preço	Financeiro	Pontualidade	Flexibilidade	Qualidade	Pós Venda	Tecnologia	Priorização
Preço	1	1/3	1/7	1/2	1/4	1/3	2	0,0491
Financeiro	3	1	1/4	1	1/2	1/2	3	0,0994
Pontualidade	7	4	1	4	2	3	9	0,3709
Flexibilidade	2	1	1/4	1	1/2	1/2	4	0,0970
Qualidade	4	2	1/2	2	1	1	6	0,1848
Pós Venda	3	2	1/3	2	1	1	6	0,1687
Tecnologia	1/2	1/3	1/9	1/4	1/6	1/6	1	0,0301
								CR = 7,53%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O resultado para a Taxa de Consistência (CR) foi de 7,53%, sendo considerado satisfatório para análise das informações. Os resultados obtidos para o vetor de priorização indicam uma ordenação dos critérios, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Ordenação de Critérios

Pontualidade	37,09%
Qualidade	18,48%
Pós Venda	16,87%
Financeiro	9,94%
Flexibilidade	9,70%
Preço	4,91%
Tecnologia	3,01%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com base nos resultados obtidos através do cálculo do AHP, foi possível ordenar os critérios segundo sua importância. Estes dados auxiliaram na escolha dos *inputs* e *outputs* para o desenvolvimento do modelo do DEA. Os três critérios que obtiveram as maiores ponderações foram selecionados como *outputs*, e os seguintes com notas menores foram direcionados aos *inputs*.

#### 4.2 RESULTADOS DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DEA

Com base na ponderação dos critérios obtida com o emprego do método AHP, foi possível indicar os aspectos prioritários que um fornecedor deve atender de acordo com as necessidades impostas pela empresa.

Desta forma os critérios de Pontualidade, Qualidade e Pós-Venda são definidos como as medidas de *output* no método DEA. Por outro lado, os critérios Financeiro, Flexibilidade, Preço e Tecnologia são considerados medidas de *input*. Critérios acima de 15% de importância foram selecionados como *inputs*, e além deste percentual, também foi considerado o princípio 80/20 de Pareto, sendo assim os demais critérios serão os *outputs*.

Os critérios considerados como *outputs* na configuração do DEA, foram a pontualidade (Y1), a qualidade (Y2), e o pós-venda (Y3). Já os *inputs* foram definidos pelos critérios de preço (X1), situação financeira (X2), flexibilidade (X3) e a tecnologia (X4).

A Tabela 3 demonstra os valores das notas atribuídas às variáveis de input e output de cada DMU. Os dados foram obtidos através de dados do sistema ERP de avaliação do setor de qualidade e através da vivência e experiências do setor de compras.

Tabela 3 – Variáveis de *Input* e *Output*

DMU	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3
1	7	1	5	1	8	10	5
2	3	1	1	5	7	8	5
3	4	10	5	5	6	9	5
4	6	1	5	5	7	9	10
5	4	1	5	5	9	8	10
6	5	1	1	5	8	8	10
7	6	1	5	5	9	8	10
8	4	1	1	5	9	7	10
9	4	1	5	5	7	7	1
10	5	1	5	1	7	8	5
11	4	1	10	5	4	5	1
12	5	1	5	10	5	5	1
13	6	1	10	5	5	5	1
14	6	1	5	5	7	6	5
15	4	1	1	5	10	8	5
16	3	10	5	10	9	7	5
17	3	1	5	5	7	7	5
18	2	1	5	5	7	4	1
19	4	1	5	5	6	7	5
20	3	1	1	5	10	8	10
21	5	1	5	5	10	9	5
22	3	1	1	5	8	8	10
23	5	1	5	5	7	6	5
24	6	1	5	5	8	9	10

Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

Os resultados obtidos através da aplicação do método DEA foram analisados tanto para o modelo CCR, quanto no modelo BCC e foram orientados pelo *output*. Ambos os métodos apresentaram resultados semelhantes, porém o método CCR foi escolhido para o modelo devido à sua similaridade com os cálculos de supereficiência que será aplicada posteriormente. A Tabela 4 apresenta os respectivos valores de eficiência.

Tabela 4 – Score CCR e BCC

DMU	Score CCR	Score BCC
1	1,000	1,000
2	1,000	1,000
3	0,952	1,000
4	1,000	1,000
5	1,000	1,000

Continua na próxima página.



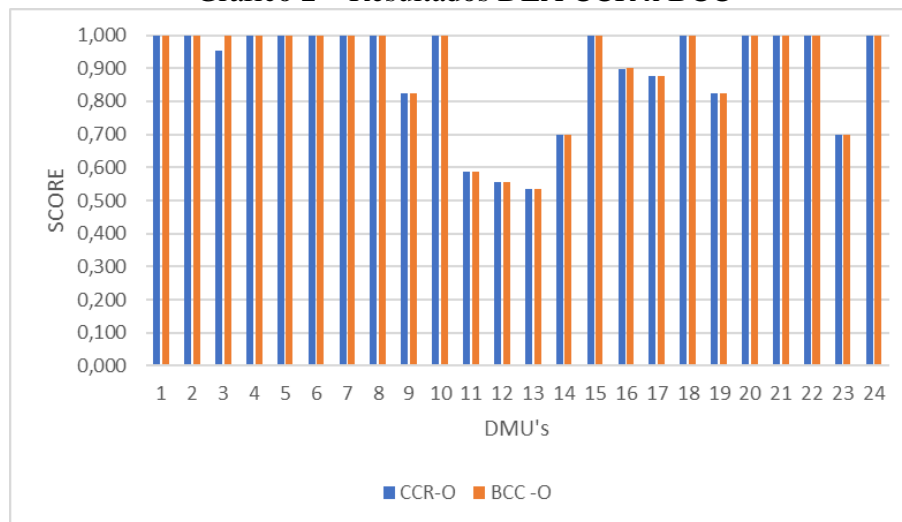
	Conclusão:	
6	1,000	1,000
8	1,000	1,000
9	0,824	0,824
10	1,000	1,000
11	0,588	0,588
12	0,556	0,556
13	0,536	0,536
14	0,700	0,700
15	1,000	1,000
16	0,896	0,900
17	0,875	0,875
18	1,000	1,000
19	0,824	0,824
20	1,000	1,000
21	1,000	1,000
22	1,000	1,000
23	0,700	0,700
24	1,000	1,000

Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

As DMU's 1,2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 18, 20, 21, 22 e 24 se mostraram eficientes, podendo ser consideradas *benchmarks*, levando-se em conta os critérios de avaliação adotados.

Como pode-se observar no Gráfico 2, o modelo BCC e CCR apresentam grande semelhança, porém o maior número de resultados com o nível de eficiência de 100% é o BCC.

Gráfico 2 – Resultados DEA CCR x BCC



Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

#### 4.3 COMPARATIVO METODOLOGIA ATUAL × ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Visando uma maior precisão na metodologia de avaliação de fornecedores e para a validação da proposta e análise dos resultados, foi elaborado um comparativo entre as notas das avaliações atuais geradas via sistema ERP pelo módulo de IQF, conforme descrito na seção 3.1.2, e as medidas de eficiência obtidas a partir da aplicação do método DEA, baseado no modelo CCR. O comparativo entre valores de avaliação e as respectivas diferenças é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados DEA CCR x IQF

<b>DMU</b>	<b>Score CCR</b>	<b>IQF</b>	<b>% Diferença</b>
1	1,000	1,0000	0,0%
2	1,000	0,9330	-6,7%
3	0,952	0,8430	-11,4%
4	1,000	0,9670	-3,3%
5	1,000	0,9330	-6,7%
6	1,000	0,9820	-1,8%
7	1,000	0,9330	-6,7%
8	1,000	0,9670	-3,3%
9	0,824	0,9000	9,3%
10	1,000	0,9330	-6,7%
11	0,588	0,9000	53,0%
12	0,556	0,9330	67,9%
13	0,536	0,9000	68,0%
14	0,700	0,9330	33,3%
15	1,000	0,9670	-3,3%
16	0,896	0,9330	4,2%
17	0,875	0,9330	6,6%
18	1,000	0,9670	-3,3%
19	0,824	0,9330	13,3%
20	1,000	0,9670	-3,3%
21	1,000	0,9330	-6,7%
22	1,000	0,9670	-3,3%
23	0,700	0,8430	20,4%
24	1,000	0,9670	-3,3%

Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

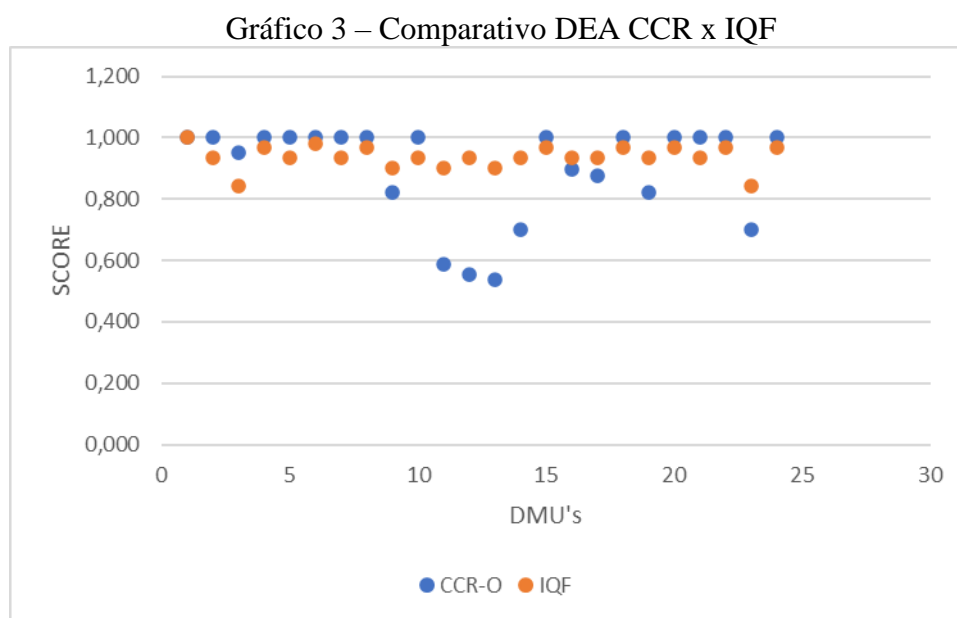
Conforme análise dos resultados, pode-se observar, para alguns fornecedores, diferenças expressivas entre os resultados fornecidos pelas duas abordagens de avaliação. São

observadas diferenças tanto para mais, quanto para menos, chegando a serem observados valores superiores a 50% de diferença entre as medidas de avaliação.

Nota-se um comportamento específico quando os percentuais são observados. Se o DEA indica uma eficiência maior que a indicada pelo IQF, a diferença é pequena ( $< 12\%$ ). Isso demonstra que o IQF é adequado para avaliar bons fornecedores. Porém, quando o DEA indica uma eficiência menor que a indicada pelo IQF, a diferença é expressiva em alguns casos ( $> 50\%$ ). Estes resultados indicam que o IQF pode não ser adequado para mapear fornecedores ineficientes.

Os números apontam que podem acontecer equívocos na avaliação dos fornecedores, caso somente seja levado em conta a metodologia atualmente adotada pela empresa. Atualizando a escala, o mínimo aceitável para a nota do IQF é de 0,7, e seguindo este padrão, nenhum fornecedor necessitaria de plano de ação. Caso esta mesma medida fosse assumida em conjunto com a aplicação do método DEA, no mínimo três fornecedores necessitariam adotar um plano de ação de melhorias, para se manterem no conjunto de fornecedores atuais da empresa em estudo.

O Gráfico 3 evidencia ainda mais a diferença entre os resultados de ambas as análises.



Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

#### 4.4 RANQUEAMENTO DE FORNECEDORES

Após a escolha do modelo CCR-O, e efetuada a comparação dos resultados com a metodologia atual, calculou-se a supereficiência para obtenção de um ranking completo, em

que se pode observar a ordenação de todos os fornecedores, mesmo os considerados eficientes perante aos critérios.

Os resultados obtidos após o cálculo do DEA, e o ranqueamento dos fornecedores segundo sua pontuação perante os critérios propostos, pode ser observado com detalhamento na tabela 6.

Tabela 6 – Ordenação de Fornecedores

<b>DMU</b>	<b>Ordem</b>	<b>CCR SE</b>	<b>Colocação</b>
1	1	1,25000	1
20	2	1,25000	1
10	3	1,23080	3
21	4	1,05560	4
18	5	1,05000	5
24	6	1,02380	6
2	7	1,00000	7
4	8	1,00000	7
5	9	1,00000	7
6	10	1,00000	7
7	11	1,00000	7
8	12	1,00000	7
15	13	1,00000	7
22	14	1,00000	7
3	15	0,95190	15
16	16	0,89580	16
17	17	0,87500	17
9	18	0,82350	18
19	19	0,82350	18
14	20	0,70000	19
23	21	0,70000	19
11	22	0,58820	22
12	23	0,55560	23
13	24	0,53570	24

Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020).

O ranqueamento pode ser utilizado de forma à auxiliar na seleção de fornecedores. Um exemplo são novos projetos, que demandam a compra de acessórios até então não utilizados. As informações da ordenação podem ser fator decisório na escolha do fornecedor para atender esta nova demanda.

#### 4.5 RESULTADOS FINANCEIROS

Ao se implementar um modelo de decisão preciso e que forneça informações completas sobre os fornecedores ao setor de compras, um ganho financeiro expressivo pode ser alcançado. A informação é uma das armas mais fortes em um processo de negociação, podendo ser utilizada caso um fornecedor não esteja cumprindo de forma satisfatória com o desempenho esperado quando comparado aos demais, por exemplo, com uma resposta negativa por parte do comprador frente a um pleito de reajuste. Segundo Martinelli (2012), a informação pode afetar a avaliação e as decisões que serão tomadas positiva ou negativamente. Uma peça importante para uma boa negociação é a busca por informações relevantes sobre os envolvidos na negociação. Esta busca deve-se iniciar antes mesmo do encontro das partes no processo, pois, quanto mais informações sobre as prioridades, prazos, pressões sofridas, produto, e, sobre o outro, melhor será sua posição na negociação. No entanto, é importante dispor cuidadosamente e de maneira controlada destas informações, podendo ser algo vital para o sucesso da negociação.

Comparado ao processo atual, o emprego de um modelo de decisão multicritério fornece uma gama mais ampla de informações, pois além da possibilidade de se avaliar um número maior de critérios, o nível de comparação entre eles é maior e pode apresentar resultados mais aproximados à realidade da empresa, ou seja, os resultados serão mais precisos e justos com os fornecedores.

#### 4.6 RESULTADOS OPERACIONAIS E DE QUALIDADE

Além do resultado financeiro, os critérios relacionados ao modelo foram escolhidos com foco na melhoria contínua dos processos operacionais e de qualidade. Além de planos de ação gerados em casos críticos de baixo desempenho, o constante monitoramento e *feedback* que o modelo de decisão multicritério proporciona, faz com que exista uma constante procura pela melhora por parte dos avaliados. É um processo que tende a aumentar o grau de exigência de ambas as partes para com o trabalho envolvido.

A logística de entregas é um dos pontos mais críticos. Em caso de falta de itens, existe um prejuízo em todo o processo de faturamento da empresa, pois o saldo destes itens é necessário para o fechamento das notas fiscais e das cargas diárias. Fornecedores mais confiáveis e com pontualidade na entrega minimizam este risco e agregam qualidade não só no

produto, mas também no prazo em que o cliente final irá receber o seu pedido e consequentemente em sua satisfação.

#### 4.7 SUGESTÃO DE IMPLEMENTAÇÃO

Qualquer tipo de mudança de processo requer um planejamento estruturado para as rotinas se tornarem adequadamente definidas, e para estarem de acordo com a necessidade de cada corporação. A Figura 4, apresenta um plano de ação 5W2H como sugestão para o processo de implementação da ferramenta abordada no presente estudo.

Figura 4 – Plano de Ação 5W2H

Ação	O Que Fazer? What	Por que Fazer? Why	Como fazer? How	Quando Fazer? When	Onde Fazer? Where	Quanto Custa? How Much	Quem Vai Fazer? Who
1	Selecionar grupo de fornecedores à avaliar	Tornar o modelo mais específico	Definir quais os fornecedores serão avaliados no modelo	Início do projeto	Carteira de fornecedores da empresa	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 1.	Analista de compras
2	Seleção dos critérios do modelo	Adequação dos critérios perante o objetivo e grupo de fornecedores envolvidos	Análise do contexto e dos fornecedores envolvidos	Início do projeto	Sistema ERP e Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras e supervisor. Multiplicar custo hora por 1.	Analista de compras e supervisor
3	Efetuar avaliação dos fornecedores	Obtenção dos resultados referentes aos critérios	Conferência de pontuações referentes ao setor de qualidade e elaboração de questionário.	Início do projeto	Sistema ERP e Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 5.	Analista de compras
4	Cálculos AHP	Obtenção de resultados referentes à ordenação dos critérios e sua importância	Cálculo via planilha Excel ou software específico	Após etapas 1,2 e 3 estiverem finalizadas.	Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 1.	Analista de compras
5	Cálculos DEA	Obtenção de resultados referentes ao score de eficiência de cada fornecedor.	Cálculo via software específico (existem opções de uso gratuito)	Após etapa 4 finalizada.	Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 2.	Analista de compras
6	Análise e organização dos dados	Avaliar se os cálculos foram efetuados corretamente e verificar a confiabilidade das informações	Exportar dados para planilha Excel e organizar as informações relevantes.	Após etapa 5 finalizada.	Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 2.	Analista de compras
7	Comparativo	Comparar as notas fornecidas pelos scores do DEA com a metodologia atual	Exportar dados para planilha Excel e elaborar comparativo e gráfico de dispersão.	Após etapa 6	Planilha Excel	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 1.	Analista de compras
8	Apresentação de resultados para supervisão e direção da empresa.	Compartilhar resultados e discutir com supervisão para tomada de ações.	Elaboração de Slides e apresentação em reunião.	Após etapa 7 finalizada	Sala de reunião ou meeting virtual.	Verificar honorários do analista de compras e supervisor. Multiplicar custo hora por 1.	Analista de compras e supervisor
9	Verificação de implementação via Sistema ERP	Aprimorar método de avaliação, facilitar cálculos.	Chamado técnico para setor de T.I	Após aprovação da etapa 8 pela supervisão.	Sistema de chamados T.I	Verificar custo de implementação com T.I	Analistas de T.I
10	Feedback para fornecedor	Melhora na qualidade de fornecimento	Envio do resultados aos fornecedores e solicitação de planos de ação para melhoras	Etapa Final	Excel e E-mail Outlook	Verificar honorários do analista de compras. Multiplicar custo hora por 2.	Analista de compras

Fonte: Elaborado pelo Autor. (2020)

## 5 CONCLUSÃO

Atualmente, a redução de custos e a melhoria na qualidade é uma necessidade constante das empresas, pois são fatores imprescindíveis para a sustentabilidade do negócio. Para justificar a implementação de uma nova metodologia de avaliação de fornecedores é necessário que a mesma traga retornos significativos para a empresa.

O estudo realizado visa evidenciar a importância dos modelos de decisão multicritério como ferramenta auxílio para a tomada de decisão.

Os métodos de análise AHP e DEA se mostraram adequados para a realização de uma avaliação dos fornecedores da empresa em foco neste estudo, e podem ser aplicados utilizando ferramentas como o Microsoft Excel, MATLAB e MAX DEA.

Além dos benefícios já citados anteriormente na identificação de fornecedores para a entrega diária de insumos, a utilização de um modelo matemático que retorne uma avaliação mais acurada, pode implicar em melhorias para outros fatores da empresa. A aquisição de matérias-primas, por exemplo, é diretamente influenciada pela qualidade de fornecimento, podendo-se assim haver uma redução dos problemas relacionados ao processo de fornecimento de materiais. Outro ponto que pode ser beneficiado é o menor desgaste dos funcionários encarregados do processo de compra de insumos, que, com menores índices de problemas, não terão que se envolver em discussões junto aos fornecedores, evitando desgastes na relação comercial estabelecida.

As principais diferenças entre o método atual de avaliação de fornecedores e o modelo proposto no presente estudo está na maneira como são gerados os resultados das avaliações. No método atual, utiliza-se as informações contidas no ERP da empresa, a partir das quais se gera uma nota com base em pontuações feitas pelos setores de qualidade e de compras. Já a abordagem proposta desenvolveu um modelo de análise multicritério que exige o uso de um software para executar os cálculos necessários para ser obtida a avaliação relativa de cada fornecedor.

Com o estudo realizado, foi constatado que existem diferenças expressivas entre os resultados gerados por cada um dos métodos, evidenciando a possibilidade de se implementar uma nova sistemática para a avaliação de fornecedores na realidade atual da empresa. Além disso, o problema de avaliação e seleção de fornecedores vem sendo amplamente estudado, por sua relevância no cenário da engenharia de produção e administração. Inúmeras pesquisas

acadêmicas, periódicos e teses na área de engenharia abordam o tema e destacam sua importância no âmbito empresarial e acadêmico.

Para trabalhos futuros, existem outras possibilidades para a continuidade da proposta, tais como: (i) adequação do modelo com foco na seleção de novos fornecedores; (ii) novos critérios podem complementar o modelo; (iii) novos métodos podem ser testados para comparação e ajustes de resultados.



## REFERÊNCIAS

- ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. **Review of ranking methods in the data envelopment analysis context.** European Journal of Operational Research, Amsterdam, v.140, n. 2, p. 249-65, jul. 2002.
- ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. C. **A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis.** Management Science, Linthicum, v. 39, n. 10, p. 1261-4, out. 1993.
- ANGULO MEZA, L., GOMES, E.G., SOARES DE MELLO, J.C.C.B., BIONDI NETO, L. **Fronteira DEA de dupla envoltória no estudo da evolução da ponte aérea Rio-São Paulo.** Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro, RJ. 2003.
- ALVAREZ, MANUEL S. B. **Terceirização: parceria e qualidade.** Rio de Janeiro: Campus. 1996.
- BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER, W. W. (1984) - **Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis.** - Management Science, 30 (9), pp 1078-1092. 1984.
- BARROS, C. P.; GARCIA, M. T. M. **Performance evaluation of pension funds management companies with data envelopment analysis.** Risk Management and Insurance Review, Mount Vernon, v. 9, n. 2, p. 165-88, 2006.
- BAZERMAN, M. H.; MOORE, D. **Processo Decisório. 7.ed.** Rio de Janeiro: Elsevier, 319 P. 2010.
- BESTEIRO, A. M., PAIVA, G., MIUCCIATO, V., & BUENO, J. **A Utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia,** Artigo UNESP, 2009.
- BORAN, F. E. et al. **A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method.** Expert Systems with Applications, v. 36, p. 11363-11368, 2009.
- BOZARTH, C. C., & HANDFIELD, R. B. **Introduction to operations and supply chain management.** New Jersey: Pearson Education Inc. 2008.
- CARTER, RAY. **Os 10 C's da Avaliação de fornecedores.** Disponível em: <<https://www.doo.com.br/conheca-os-10-cs-da-avaliacao-de-fornecedores/>>. Acesso em 21/05/2020.
- CASTRO, W. A. S.; GOMEZ, O. D. C.; FRANCO, L. F. O. **Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte.** Cuadernos de Administración, v. 22, p. 145-167, 2009.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., e RHODES, E. **Measuring the efficiency of decision making units.** European Journal of Operational Research 2(6):429 -444, 1978.

CHEN, C.; LIN, C.; HUANG, S. **A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management.** *International Journal of Production Economics*, v. 102, p. 289-301, 2006.

CHOY, K.L., LEE, W.B., LO, V. **An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing.** *Expert Systems with Applications* 22, 213–224. 2002.

CORAZZA, R. I.; FRACALANZA, P. S. **Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas.** *Nova Economia*, v. 14, n. 2, p. 127-155, Mai./Ago., 2004.

DULMIN, R., MININNO, V., **Supplier selection using a multicriteria decision aid method.** *Journal of Purchasing and Supply Management* 9, 177–187. 2003.

FARIA, P.O., VANALLE, R.M., **Crítérios para a Seleção de Fornecedores: Uma Análise das Práticas de Grandes Empresas Industriais do Estado do Espírito Santo.** XXVI Enegep, 2006.

FENG, Y.J., LU H., BI K. **An AHP/DEA Method for Measurement of the Efficiency of R&D Management Activities in Universities.** *International Federation of 95 Operational Research Societies, International Transactions in Operational Research*, Res. 11, pg 181–191, Blackwell Publishing Ltd, 2004.

FERRIER, G. D.; ROSKO, M. D.; VALDMANIS, V. G. **Analysis of uncompensated hospital care using a DEA model of output congestion.** *Health Care Management Science*, Bussum, v. 9, n. 2, p. 181-8, maio 2006.

FREITAS, A. L. P., MARINS, C. S., E SOUZA, D. O. **A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso.** *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 1, n. 2, p. 51. 2006.

GALANKASHI, M R., MUHAMMAD, H & HELMI S. A. **Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.** Kuala Lumpur, Malaysia, March 8-10, 2016.

GONZÁLEZ, M. E. et al. **Determining the importance of supplier selection process in manufacturing: a case study.** *International Journal of Physical Distribution & logistics Management*, v. 34, p. 492-504, 2004.

GONZALEZ-PADRON, T., HULT, G. T. M., & CALANTONE, R. **Exploiting innovative opportunities in global purchasing: An assessment of ethical climate and relationship performance.** *Industrial Marketing Management*, 37(1), 69–82, 2008.

GORDON, S. **Supplier evaluation and performance excellence - A Guide to Meaningful Metrics and Successful Results.** Fort Lauderdale, Florida: J. Ross Publishing. 2008.

GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (GAO). **Federal contractors: better performance information needed to support agency contract award decisions (GAO-09-1032).** Washington, DC: Government Accountability Office. 2009.

GRANDZOL, J. R. **Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: a case for the analytic hierarchy process.** IR Applications, v. 6, 13 p., 2005.

GREGORIOU, G. N. **Optimization of the largest US mutual funds using data envelopment analysis.** Journal of Asset Management, Londres, v. 6, n. 6, p. 445-55, mar. 2006.

HA, S. H.; KRISHNAN, R. **A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain.** Expert Systems with Applications, v. 34, p. 1303- 1311, 2008.

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando processos empresariais.** São Paulo: Makron Books, 1993. 368p.

HELMS, MARILYN M.; DIBRELL, CLAY; WRIGHT, PETER. - **Competitive Strategies and Business Performance: Evidence from the Adhesives and Sealants Industry.** Management Decision, vol. 35, iss. 9, pp.689-703(15).1997.

HO, W.; XU, X.; DEY, P. K. **Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review.** European Journal of Operational Research, v. 202, p. 16-24, 2010.

HSU, C.; SHEN, M.; CHEN, M.; CHAO, C. **A study on the relationship between corporate governance mechanisms and management effectiveness.** The Business Review, Cambridge, v. 6, n. 1, p. 208-17, dez. 2006.

ISHIZAKA, ALESSIO. **Multi-criteria decision analysis : methods and software.** E-book. New Delhi, India. 2013.

KAHRAMAN, C.; CEBECI, U.; ULUKAN, Z. **Multi-criteria supplier selection using fuzzy.** Logistics Information Management, v. 16, p. 382-394, 2003.

LANGENDYK, ADRIANO. **Estratégias de logística em uma empresa do setor automobilístico: o caso da Volkswagen-Audi no período 1996-2001.** 192 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Qualidade e Produtividade, UFSC, 2002.

LIU, J., DING, F. Y., LALL, V.- **Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement – Supply Chain Management: An International Journal Vol 5 No 3 pp 143-150.** 2000.

MARTINELLI, D. **Negociação aplicações práticas de uma abordagem sistêmica.** São Paulo. Saraiva. 2012.

MARTINS, R. **Estratégia de compras na indústria brasileira de higiene pessoal e cosméticos: um estudo de casos.** Dissertação (Mestrado) – Instituto Coppead, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

MILGATE, MICHAEL. **Supply Chain Complexity and Delivery Performance: An International Exploratory Study**. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 6, no. 3, pp. 106-118. 2001.

MIN H. **International Supplier Selection: A Multi-attribute Utility Approach**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 1 May 1994, vol. 24, no. 5, pp. 24-33. 1994

MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. **Medição de desempenho**. Controladoria: agregando valor para a empresa. Porto Alegre: Bookman, 2002. 262p. cap. 7, p.131-153.

MOTWANI J.; YOUSSEF M.; KATHAWALA Y.; FUTCH E.- **Supplier selection in developing countries: a model development**. Integrated Manufacturing Systems, vol. 10, no. 3, pp. 154-162. 1999.

MÜLLER, C. J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

NARASIMHAN, R TALLURI, S. AND MENDEZ, D., **Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: An empirical examination**, International Journal of Supply Chain Management, Vol. 37, No. 3, pp. 28– 37. 2001.

NDUBISI, N. O. et al. **Supplier Selection and Management Strategies and Manufacturing Flexibility**. The Journal of Enterprise Information Management, v. 18, p. 330-349, 2005.

PINTO, ALAN KARDEC; XAVIER, JÚLIO AQUINO N. **Manutenção função estratégica**. 2° ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed. 2002.

RABBANI, MD & SARKAR, MD. **Best Supplier Selection Using Analytical Hierarchy Process (AHP) of a Furniture Industry in Bangladesh**. International Conference on Mechanical, Industrial and Materials Engineering (ICMIME), Rajshahi, Bangladesh, pp. 1-5, 2015..

RAFAELI, L.; MÜLLER, C. J. **Estruturação de um índice consolidado de desempenho utilizando o AHP**. Gestão e Produção, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 363-77, maio-ago. 2007.

RAFAELI, L.; **A Análise Envoltória de Dados como ferramenta para avaliação de desempenho relativo**. Tese (Mestrado em Engenharia de produção) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

REILLY, T., SAINI, A., & SKIBA, J. **Ethical purchasing dissonance: Antecedents and coping behaviors**. Journal of Business Ethics, 1–21. 2018.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aid**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1996.

SAATY, T. L. **How to make a decision: The analytic hierarchy process**. International Journal of Services Sciences, v. 1, n. 1, p. 80-100, 2008.

SAATY, T. L., **Método de Análise Hierárquica**, Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1991.

SANTOS, R. F. DOS, & VIAGI, A. F. **Uso do método AHP (Analytic Hierarchy Process) para otimizar a cadeia de suprimentos durante o desenvolvimento integrado de produtos**. Simpósio de Administração da Produção. Logística e Operações Internacionais - Simpoi, 1–12, 2009.

SEYDEL, J. **Data envelopment analysis for decision support**. Industrial Management & Data Systems, Wembley, v. 106, n. 1, p. 81-95, 2006.

SILVA, CIRO PEREIRA DA. **A terceirização responsável: modernidade e modismo**. São Paulo: LTr. 1997.

SONMEZ, M. A. **Review and Critique of Supplier Selection Process and Practices**. Business School Occasional Papers Series, Paper 2006:1. Loughborough: Loughborough University. 2006.

THRULOGACHANTAR, P.; ZAILANI, S. **The influence of purchasing strategies on manufacturing performance**. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 22, p. 641-663, 2011.

VIEIRA, ADRIANE; GARCIA, FERNANDO COUTINHO. **Gestão do Conhecimento e das Competências Gerenciais: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Revista de Administração de Empresas Eletrônica – FGV/SP. São Paulo, v.3, n.1, Art.6. 2004.

VINCKE, P. P. **Multicriteria decision-aid**. England: John Wiley & Sons. 1992.

VOKURKA, R.J., CHOOBINEH, J., VADI, L. **A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers**. International Journal of Operations and Production Management 16 (12). 106–127,1996.

WANG, J. W.; CHEN C. H.; E CHEN, H. K. **Fuzzy hierarchical TOPSIS for Supplier Selection**. Applied Soft Computing, 2009.

WANG, W. **A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation**. Applied Mathematical Modelling, v. 34, p. 3130-3141, 2010.

WU; BLACKHURST, J. **Supplier evaluation and selection: an augmented DEA approach**. International Journal of Production Research, Vol. 47, No.16, pp. 4593-4608. 2009.

XAVIER, C. M. **Gerenciamento de Aquisições em Projetos**. Editora FGV – 3ª edição. 2013.

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES.

### Definição de Critérios para Seleção e Avaliação de Fornecedores

De acordo com sua percepção, responda qual o nível de importância dos critérios abaixo no processo de seleção e avaliação de fornecedores.

\*Obrigatório

Nome: \*

Sua resposta

Preço: Competitividade do fornecedor perante aos seus concorrentes em relação à precificação dos produtos. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Qualidade: Preocupação referente à qualidade dos produtos e melhoria contínua. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Critérios Administrativos: A empresa deve estar adequadamente constituída para atuar em seu ramo de atividade, ter mão de obra especializada, adequadamente remunerada e com os direitos trabalhistas respeitados. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Competências Tecnológicas e Inovação: fornecedores que estejam alinhados ao aperfeiçoamento constante dos processos de produção, integração de novas técnicas e metodologias visando melhoria de produtos e redução de preços. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Segurança e Meio-ambiente: adequações perante os critérios de segurança do trabalho e meio ambiente, de acordo com as suas funções. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Pós-venda: o fornecedor precisa oferecer suporte caso seja necessário repor peças ou fazer ajustes técnicos. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Desempenho das Entregas: Estes precisam estar aptos a realizar as entregas diariamente, no horário previamente acordado e na quantidade correta do pedido. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Flexibilidade: flexibilidade para lidar com oscilações de demanda, eventuais alterações na forma de entrega, desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, rápida reposição às solicitações e entre outros aspectos. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Saúde Financeira: Fornecedores financeiramente saudáveis e com boa reputação no mercado possuem maior chance de cumprirem com seus compromissos perante a empresa contratante. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Histórico da empresa no mercado: se o fornecedor comprovar que atendeu empresas semelhantes a sua, com eficiência, é justo supor que ela está em condições de fazer o mesmo no seu caso. \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Posicionamento: leva em conta a visão, a missão e os valores dos fornecedores que você pretende fazer negócio. É relevante que essas características estejam alinhadas ou ao menos sejam próximas dos ideais da sua empresa.

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Localização: distância entre a empresa e o fornecedor. Considerar o fato de que você não tenha condições de manter um estoque e precise fazer pedidos com um prazo de entrega curto: \*

Pouco importante  1  2  3  4  5 Extremamente Importante

Considera mais algum critério importante no contexto da nossa empresa? Cite-os abaixo:

Sua resposta