

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

LUCAS CARNEIRO GOMES

PROPOSTA DE UM MODELO DE APOIO PARA DECISÕES DE
TERCERIZAÇÃO DE PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DO MÉTODO
MACBETH

Joinville

2021

LUCAS CARNEIRO GOMES

PROPOSTA DE UM MODELO DE APOIO PARA DECISÕES DE
TERCERIZAÇÃO DE PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DO MÉTODO
MACBETH

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia Automotiva do
Centro Tecnológico de Joinville da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Dr. Eng. Cristiano Vasconcellos
Ferreira

Joinville

2021

LUCAS CARNEIRO GOMES

PROPOSTA DE UM MODELO DE APOIO PARA DECISÕES DE
TERCERIZAÇÃO DE PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DO MÉTODO
MACBETH

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Automotiva, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 07 de Maio de 2021.

Banca Examinadora:

Dr.
Cristiano Vasconcellos Ferreira
Orientador
Presidente

Dr.
Modesto Hurtado Ferrer
Membro coordenador do curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr.
Régis K. Scalice
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a toda minha família, o maior bem que um homem pode ter.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, minha maior incentivadora, o meu profundo agradecimento por toda sua insistência, paciência e principalmente apoio durante minha infância, ressaltando a todo o momento a importância da educação acadêmica.

À meu pai, espelho profissional para escolha desta graduação, minha gratidão pelo apoio e orientações no entendimento dos possíveis cursos a trilhar neste ramo.

À minha avó materna, o agradecimento pelas inúmeras lições quando criança, sem as quais não seria possível se quer iniciar a graduação.

À Minha avó paterna, por sempre pontuar a importância do estudo e garantir todo suporte para o fazê-lo.

À meu avô paterno pelas inúmeras conversas a respeito de engenharia e ciência, me incentivando e apoiando sempre que presente.

À minha esposa, minha eterna gratidão por todo amor e atenção que sustentaram os anos finais de faculdade.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz. (Ayrton Senna, 1960).

RESUMO

O ambiente competitivo da indústria automotiva demanda constantes análises sobre a viabilidade da produção e a ampliação da rentabilidade do negócio. Neste cenário, alternativas como a terceirização total ou parcial de processos produtivos são cogitadas a fim de garantir um ou ambos os parâmetros. A terceirização das atividades produtivas deve ser estudada de acordo com as premissas organizacionais e os objetivos centrais da empresa em questão, gerando à diretoria da organização a necessidade de um processo decisório. Comum a todas as empresas, o propósito do lucro leva a necessidade de avaliar os impactos financeiros da opção de produzir externamente, mas além do lucro questões sociais e de estratégia organizacional estão relacionadas no processo de terceirização. Nesse sentido, este trabalho estuda as variáveis envolvidas na análise da terceirização e propõem um modelo para auxiliar na tomada de decisão em problemas de terceirização. Por meio do método MACBETH uma proposta com a finalidade de traduzir as diversas entradas em indicadores conhecidos, de modo que o processo decisório relacionado se torne mais claro. O método realiza um comparativo de atratividade entre as variáveis influentes na terceirização ponderando as importâncias para o problema. Como exemplo de aplicação, aborda-se um estudo de caso de uma empresa da indústria de linha branca em Joinville. São levantadas as condições iniciais, desdobrados os objetivos e apresentados os indicadores de desempenho, construindo a análise do problema por meio do modelo proposto. São encontradas as atividades de manufatura indicadas para terceirização, e para uma em específico são avaliadas as alternativas de fornecimento. Ao fim concluem-se os impactos de um caso de terceirização sobre os efeitos nas condições iniciais, e por fim são apresentados os pontos para aprofundamentos futuros.

Palavras-chave: Terceirização. Tomada de decisão. Manufatura, MACBETH.

ABSTRACT

The competitive environment of the automotive industry is constantly demanding production feasibility analyses and profitability growth plans. In this scenario, alternatives like full or partial production outsource are taken in order to guarantee one or both goals. The outsource of production activities should be examined according to the condition and the core objectives of the organization, leading a decision process to the board. Similar to all manufactures, the profitability requires the evaluation of the financial effects in new manufacture strategy, but beyond the financial frontiers there are many other issues related with outsourcing alternatives, like social relationship effects and market strategy. In this sense, this work defines the range of variables involved in the analysis of outsourcing, proposing a standard method for decision-making on make-or-buy problems. The proposal aims to translate the various inputs using the MACBETH multi-criteria method, so that the decision-making process becomes clearer. The method applies an attractiveness comparison between the multiple variables, defining the weights of which criteria. The input data is collected, the environmental conditions are taken and the analysis model is developed over performance indicators to evaluate outsourcing alternatives. The proposed method is applied to a practical case in a refrigerator compressor manufacturer base in Joinville-SC. This work identifies some manufacturing activities at Embraco indicated for outsource, developing for one of those the performance evaluation of supply alternatives. In conclusion the outsourcing impacts based for the study case are indicated measuring the effects on initial conditions. Finally some non-developed aspects are identified to suggest opportunities for further studies.

Keywords: Make-or-buy. Manufacturing outsourcing. MACBETH. Multicriteria decision model

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore de pontos de vista fundamentais do problema exemplo.....	44
Figura 2 – Descritores do problema exemplo.....	45
Figura 3 – Descritor indireto do problema exemplo.....	46
Figura 4 – Comparação de atratividade entre faixas do descritor exemplo.....	47
Figura 5 – Escala gerada para PVF no problema exemplo	48
Figura 6 – Julgamentos inconsistentes no problema exemplo	49
Figura 7 – Ponderação dos pontos de vista do problema exemplo.....	50
Figura 8 – Indicação de desempenho das alternativas no exemplo.....	51
Figura 9 – Pontuação geral das alternativas no problema exemplo	51
Figura 10 – Análise de sensibilidade da velocidade do problema exemplo.....	52
Figura 11 - Análise de robustez do problema exemplo	53
Figura 12 - Fatores de influência na terceirização.....	55
Figura 13 - Objetivos da terceirização e agentes de influência	56
Figura 14 – Indicadores de relações sociais	56
Figura 15 – Classificação de indicadores de desempenho	57
Figura 16 – Fluxo de avaliação da terceirização	58
Figura 17 – Desdobramento genérico das Condições Iniciais.....	59
Figura 18 – Árvore de pontos de vista genérica para análise de atividades	61
Figura 19 - Árvore de pontos de vista genérica para análise de fornecimento.....	63
Figura 20 – Componentes do compressor hermético	66
Figura 21 – Desdobramento das condições iniciais do problema	68
Figura 22 – Árvore de objetivos e indicadores de atividade	70
Figura 23 – Descritor e Julgamento do Regime de Operação	71
Figura 24 - Descritor e Julgamento de Ineficiências presentes	72
Figura 25 - Descritor e Julgamento de Payback de RBC	72
Figura 26 - Descritor e Julgamento de Originalidade.....	73
Figura 27 - Descritor e Julgamento de Índice de Refugos	73
Figura 28 - Descritor e Julgamento Know-How	74
Figura 29 - Descritor e Julgamento de Importância para Cliente.....	74
Figura 30 - Descritor e Julgamento de Quantidade de Fornecedores.....	75
Figura 31 - Descritor e Julgamento de Monopólios	75

Figura 32 - Descritor e Julgamento de Leis de incentivo à atividade.....	76
Figura 33 - Descritor e Julgamento de Impacto ambiental da atividade	76
Figura 34 - Descritor e Julgamento Importância da atividade para Funcionário	77
Figura 35 – Matriz de Julgamento dos indicadores de atividade	78
Figura 36 – Ponderação dos indicadores de atividade.....	78
Figura 37 – Opções de atividades para terceirização	79
Figura 38 – Pontuação geral das opções de atividade.	80
Figura 39 – Análise de sensibilidade da importância da atividade para o cliente	81
Figura 40 - Análise de sensibilidade do incentivo governamental à atividade	81
Figura 41 - Análise de sensibilidade do regime de operação da atividade.....	82
Figura 42 - Análise de sensibilidade da presença de ineficiência	82
Figura 43 – Dominância das opções de atividades com ponderação	83
Figura 44 - Dominância das opções de atividade sem ponderação	83
Figura 45 - Dominância das opções de atividade com incertezas	84
Figura 46 – Árvore de objetivos e indicadores de fornecimento.....	85
Figura 47 - Descritor e julgamento do volume de produção	86
Figura 48 - Descritor e julgamento do custo de fabricação.....	86
Figura 49 - Descritor e julgamento dos custos logísticos.....	87
Figura 50 - Descritor e julgamento da garantia de qualidade.....	87
Figura 51 - Descritor e julgamento de disponibilidade tecnológica.....	88
Figura 52 - Descritor e julgamento da imagem do fornecedor com o cliente	88
Figura 53 - Descritor e julgamento da dependência do fornecedor.....	89
Figura 54 - Descritor e julgamento da capacidade de estabelecer contratos por desempenho. 89	
Figura 55 - Descritor e julgamento do impacto na empregabilidade local.....	90
Figura 56 - Descritor e julgamento do atendimento das leis ambientais.....	90
Figura 57 - Descritor e julgamento da quantidade de mão de obra capacitada.....	91
Figura 58 - Matriz de Julgamento dos indicadores de fornecimento	91
Figura 59 - Ponderação dos indicadores de fornecimento.....	92
Figura 60 - Opções de fornecimento para pré-usinagem de blocos.	92
Figura 61 - Avaliação dos indicadores para as opções de fornecimento.....	93
Figura 62 - Pontuação geral das opções de fornecimento.	94
Figura 63 - Análise de sensibilidade da dependência do fornecedor.	95
Figura 64 - Análise de sensibilidade da capacidade de estabelecer contratos de desempenho 95	

Figura 65 - Análise de sensibilidade do volume de produção	96
Figura 66 - Análise de sensibilidade do custo de fabricação.....	96
Figura 67 - Dominância das opções de fornecimento sem ponderação	97
Figura 68 - Dominância das opções de fornecimento com incertezas	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de relações genéricos propostos.....	60
Quadro 2 – Avaliação dos indicadores para as opções de atividade	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MCDA - Multiple Critéria Decision Analysis

MACBETH - Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

PVF - Pontos de Vista Fundamentais

PVE - Pontos de Vistas Elementares

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral.....	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	RESULTADOS ESPERADOS	19
1.4	METODOLOGIA CIENTÍFICA.....	19
1.4.1	Desenvolvimento teórico e conceitual	19
1.4.2	Construção do modelo	20
1.4.3	Aplicação do modelo	21
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	TERCEIRIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS	23
2.1.1	O contexto industrial moderno.....	23
2.1.2	Descentralização da produção: Terceirização como ferramenta estratégica.....	25
2.1.3	Terceirização: Uma problemática Multivariável	29
2.1.4	Terceirização: Indicadores de desempenho	33
<u>2.1.4.1</u>	<u>Teoria dos custos operacionais – Indicadores de eficiência.....</u>	<u>34</u>
<u>2.1.4.2</u>	<u>Teorias da Especialização – Indicadores de posicionamento da atividade</u>	<u>35</u>
<u>2.1.4.3</u>	<u>Teoria das relações sociais – Indicadores de relacionamento</u>	<u>37</u>
2.1.5	Terceirização: O processo de decisão entre fazer ou comprar	38
2.2	MODELOS DE ANÁLISE MÚLTICRITÉRIO	40
2.2.1	Método MACBETH.....	41
<u>2.2.1.1</u>	<u>MACBETH – Fase de Estruturação (Passos 1 e 2).....</u>	<u>43</u>
<u>2.2.1.2</u>	<u>MACBETH – Fase de Avaliação (Passos 3, 4, 5 e 6).....</u>	<u>47</u>
3	PROPOSTA DO MODELO DE DECISÃO.....	54
3.1	PRIMEIRA ETAPA: DESCRIÇÃO DAS CONDIÇÕES E OBJETIVOS	58
3.2	SEGUNDA ETAPA: DESCRIÇÃO DOS RELACIONAMENTOS SOCIAIS	59
3.3	TERCEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES PARA TERCEIRIZAÇÃO.....	60
3.4	QUARTA ETAPA: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE FORNECIMENTO	62
3.5	QUINTA ETAPA: APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO.....	63

4	APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO.....	65
4.1	A EMPRESA E SUAS ATIVIDADES DE MANUFATURA.....	65
4.2	O PROBLEMA PROPOSTO E APLICAÇÃO DO MODELO	67
4.2.1	Aplicação da 1ª etapa: Descrição das condições e objetivos do problema.....	67
4.2.2	Aplicação da 2ª etapa: Descrição dos relacionamentos sociais da Embraco.....	70
4.2.3	Aplicação da 3ª Etapa: Avaliação das atividades de fabricação do compressor ..	70
4.2.4	Aplicação da 4ª Etapa: Avaliação de alternativas de fornecimento de pré-usinagem de bloco	84
4.2.5	Aplicação da 5ª Etapa: Proposta de solução pra terceirização de atividades	98
5	CONCLUSÕES.....	100
	REFERÊNCIAS	103

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No início do século passado as montadoras de veículos absorviam a maioria dos processos de manufatura dos componentes veiculares. Dos limpadores de para-brisa à carroceria, das rodas ao motor, do volante à transmissão. A cadeia industrial automotiva estava concentrada em poucos produtores e fornecedores, controlada por poucos gestores e espalhada em poucos países. O sistema industrial automotivo estava desenvolvendo e aprimorando os métodos da administração científica de Taylor, buscando realizar atividades padronizadas em massa com objetivo de produzir maiores volumes com menores custos.

Segundo Luedemann (2003), nos EUA Henry Ford protagonizou na atividade industrial automobilística, intensificando a especialização do trabalho de Taylor e empregando o acúmulo de matéria prima e produtos acabados como forma de aumentar o volume de produção e vendas. Conhecido como Fordismo, esse sistema de produção prezou pelo investimento em instalações produtivas como forma de crescimento, criando um modelo de empresa oligopolizada. Os conglomerados, com característica vertical de atuação na cadeia de manufatura, aprestaram-se à época como solução para alta produtividade.

Com avanços tecnológicos e científicos, o período pós Segunda Guerra impulsionou o processo de globalização, expandindo as fronteiras geográficas de atuação das empresas e ampliando a concorrência e demanda no setor automotivo. Esse efeito é constatado na pesquisa realizada por Sturgeon e Florida (2000), que mostra o crescimento da produção global de automóveis em 600% entre 1937 e 1973, e a redução da participação do mercado Estadunidense de 64% para 36% nesse mesmo período.

Como consequência dessa nova característica de mercado, modificações nas estratégias de manufatura foram necessárias para garantir competitividade e produtividade aos negócios. Novos modelos de produção surgiram, empregando conceitos voltados à otimização de recurso e redução dos investimentos em novas instalações, flexibilização dos produtos para atender consumidores globais, e melhores respostas a variação de demanda local. Desenvolveu-se no Japão o Toyotismo, modelo de produção precursor de conceitos de redução de estoques e produtos acabados, flexibilização das linhas de produção, e a descentralização dos processos de manufatura.

A expansão e a consolidação das novas estratégias no setor industrial global deram origem ao modelo de Produção Enxuta direcionado para produzir mais valor com menos recursos. O fluxo puxado pela demanda, que por meio da flexibilização de produto e de capacidade deve produzir somente o que será vendido, e a eliminação de desperdícios provocados por processos sem agregação de valor, caracterizam a nova estratégia. Suportando esses conceitos, o modelo de produção enxuta traz um novo formato organizacional, que substitui uma estrutura verticalizada com concentração de atividades, por outra horizontalizada baseada em parcerias com fornecedores. Dessa forma racionalizam-se os processos produtivos, simplificando as estruturas de controle de qualidade para garantir eficiência, minimizando estoques intermediários de componentes, reduzindo investimentos necessários, e diluindo os riscos de variação de demanda (MEZA, 2003).

Com o aumento de capital como objetivo comum à todas as empresas, a metodologia da Produção Enxuta foi integrada às estratégias de manufatura em todos os setores industriais. Segundo Meza (2003), cada organização utiliza destas estratégias para construir um sistema produtivo que garanta mais qualidade, produtividade e competitividade. Nesse sentido, **a descentralização das atividades de manufatura**, princípio fundamental da Produção Enxuta, é implementada de tal modo que os efeitos estejam em acordo com o objetivo comum. De acordo com Pereira (2014) a terceirização de processos produtivos tem sido utilizada como estratégia competitiva com grande frequência na indústria. Segundo o autor, as empresas tem buscado definir atividades de baixo valor agregado e pouco relacionadas às atividades principais do negócio, a fim de terceirizar esses processos como forma de redução de custos. Entretanto, para atividades essenciais ao negócio, que constituam qualidade específica da empresa, a opção de terceirização pode oferecer riscos à organização, necessitando uma análise criteriosa.

Segundo Wolf (2001) o processo de decisão de terceirização é extremamente complexo de modo que envolve múltiplas variáveis, muitas das quais podem não estar disponíveis. O autor divide-as em variáveis quantitativas e qualitativas. Como exemplo, a análise da viabilidade de um processo de terceirização passará pela caracterização da atividade de acordo com a relevância estratégica para organização, considerando os impactos a curto, médio e longo prazo na sustentabilidade do negócio. De forma paralela, os impactos quantitativos como custos de operação, investimento e variação de capacidade também são abordados. Neste sentido, tem-se a importância compartilhada dos dois modos análise, sendo que ambas podem inviabilizar a terceirização. Pereira (2014) ainda reforça a noção de

complexidade da decisão de terceirizações ao considerar o envolvimento de diversas áreas da corporação no processo da escolha estratégica.

Ao observar um ambiente empresarial dinâmico em constante transformação, tem-se rotineiramente a necessidade de caracterizar novas possibilidades de terceirização de processo. As mudanças no comportamento do consumidor e os desenvolvimentos tecnológicos podem alterar as importâncias das atividades e a viabilidade de alternativas de terceirização. Conforme aponta Wolf (2001) as empresas devem continuamente rever, sobre as novas perspectivas, as oportunidades de terceirizar parte das atividades produtivas, garantindo assim a manutenção da competitividade do negócio. Freytag, Clarke e Evald (2014) complementam que não só as oportunidades de terceirização devem ser avaliadas, como também os resultados dos processos já terceirizados, reavaliando-os sobre os objetivos e condições atuais da empresa.

A necessidade recorrente de compreender a viabilidade das terceirizações torna útil um método definido para o processo de decisão de fazer-ou-comprar, de forma que esse possibilite uma avaliação das alternativas propostas. Entretanto, a complexidade das variáveis envolvida na análise da terceirização de atividades pode comprometer a velocidade da caracterização completa. De forma geral, os parâmetros de processo quantificáveis como custos de mão de obra, capacidade de produção e necessidades de investimentos podem ser facilmente obtidos permitindo uma rápida avaliação. Enquanto fatores qualitativos como os impactos na percepção do cliente, conflitos de interesse com fornecedores e perda de conhecimento tecnológico podem demandar mais tempo. A delimitação das variáveis da problemática ocorre baseada na priorização dos aspectos mais relevantes para organização e reduz o campo de análise, agilizando o processo de avaliação.

Na literatura existem diversos métodos de apoio ao processo de tomada de decisão. O objetivo deste trabalho não é discorrer sobre os métodos, mas utilizar um que permita considerar em sua análise, variáveis quantitativas e qualitativas. Para isto, será empregado o método MACBETH, o qual possibilita abordar com certa simplicidade as incertezas e complexidades da problemática multivariável. A característica iterativa do o método torna-o interessante do ponto de vista das necessidades recorrentes de avaliação das alternativas de terceirização, e por isso será utilizado.

Com a necessidade justificada e a aplicação definida, o trabalho será iniciado definindo as variáveis quantitativas e qualitativas envolvidas na caracterização de propostas de terceirização. Imediatamente após, os mecanismos da terceirização serão definidos de forma

que se compreendam os efeitos na empresa. Ao organizar tais procedimentos de forma sistêmica e genérica, tem-se a criação de um método padrão de análise rápida de decisões fazer-ou-comprar.

Ainda que este trabalho tenha como inspiração as transformações sofridas na indústria automotiva e as ferramentas desenvolvidas durante sua adaptação, o escopo apresentado não contempla um caso específico da indústria automotiva. Considerando certa generalização dos fatores envolvidos na representação de desempenho de atividades de manufatura nos diversos setores industriais, este trabalho se propõe a desenvolver um método aplicável a qualquer ramo industrial.

Um estudo de caso na indústria da linha branca será realizado seguindo as etapas de definição das variáveis influentes, análise dos efeitos da externalização, e avaliação das alternativas de solução. O processo buscará compreender quantitativamente e qualitativamente os impactos da alternativa de terceirização de uma operação de manufatura da empresa em questão. Ao final do trabalho pretende-se ter definido o método padrão para decisão preliminar de fazer-ou-comprar, bem como caracterizar cada uma das alternativas apresentadas de acordo com seus efeitos no caso.

1.2 OBJETIVOS

Para sustentar decisões de fazer-ou-comprar de processos produtivos na indústria, os seguintes objetivos são propostos neste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de apoio ao processo de tomada de decisão para terceirização de processo de manufatura utilizando o método multicritério MACBETH.

1.2.2 Objetivos Específicos

Esclarecer os fatores motivadores e dificuldades envolvidas na terceirização de processos;

- Apresentar o mecanismo de avaliação multicritério MACBETH
- Formular as variáveis quantitativas e qualitativas básicas de entrada para a análise de terceirização de processos produtivos;

- Propor um modelo padrão de processamento das variáveis a partir do método MACBETH;
- Desenvolver as variáveis para estudo de caso em uma empresa de Joinville;
- Analisar a aplicação do método;

1.3 RESULTADOS ESPERADOS

Ao final deste trabalho pretende-se alcançar uma caracterização da terceirização de processos produtivos como ferramenta para atingir as necessidades da organização. Além disso, espera-se a identificação das variáveis que influenciam o problema de terceirização, possibilitando a disponibilização de um modelo que de suporte ao processo de tomada de decisão, para que seja possível tomar decisões de forma mais consistente.

A partir do modelo de decisão construído espera-se que os dados reais das alternativas de terceirização do processo produtivo de uma empresa da linha branca da cidade de Joinville possam ser avaliados, sugerindo a concepção desejável para atingir os objetivos estratégicos levantados como premissa.

1.4 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Este trabalho de conclusão de curso tem como finalidade desenvolver uma pesquisa estratégica na área de externalização de processos produtivos a fim de possibilitar que seus resultados sejam aplicados na indústria automotiva de forma geral. Para tanto se tem as seguintes etapas: Desenvolvimento teórico e conceitual; Geração do modelo de apoio a tomada de decisão; Aplicação do modelo em um caso real.

As seguir, cada uma das fases será detalhada.

1.4.1 Desenvolvimento teórico e conceitual

Será realizada uma pesquisa bibliográfica para apresentar um breve histórico evolutivo dos métodos de manufatura e a participação da indústria automotiva nessa evolução. As transformações das práticas da gestão de manufatura serão apresentadas, fundamentando-se nas causas geradoras dos movimentos presenciados no passado.

Concomitante a contextualização do cenário industrial, os conceitos base da terceirização como estratégia competitiva na indústria serão discorridos, definido os principais

tipos de aplicação, os fatores envolvidos na implementação, vantagens teóricas e os possíveis efeitos adversos. Nesses conceitos apresentar-se-ão a importância do tema e sobre quais perspectivas esse pode ser abordado.

Com base na literatura, as variáveis de influência no processo de terceirização e seus resultados serão aprofundados em tópico específico da fundamentação. Uma avaliação geral das abordagens desenvolvidas em trabalhos anteriores será utilizada para indicar a natureza dos aspectos presentes nas decisões de terceirização, remetendo-os aos parâmetros de desempenho de processos produtivos como um todo. A caracterização desses aspectos permitirá a definição da correta abordagem do método de apoio para avaliação de decisões de terceirização de acordo com os objetivos da empresa.

Por fim, para a organização do problema de decisão serão referenciados modelos de avaliação multicritérios, mostrando os mecanismos de análise de acordo com as vantagens e desvantagens. Dentre todos os métodos de apoio a tomada de decisão, o Macbeth será descrito com maior profundidade, justificando-se na literatura sua pertinência ao presente trabalho, bem como suas limitações.

1.4.2 Construção do modelo

Com objetivo de criar um modelo prático que permita com agilidade direcionar decisões de fazer-ou-comprar, será explorado o problema de forma sistêmica, definindo etapas e procedimentos padrão. Com justificativas sustentadas em estudos de diversos autores referenciados ao longo do texto, o perímetro no qual o método está contido e quais os resultados gerais esperados. Busca-se então definir de acordo com as premissas adotadas os parâmetros de entradas necessários para realizar a análise da proposta de terceirização. Segue-se para o desenvolvimento das etapas de processamento dos dados, relacionando os mecanismos de transformação presentes com as características da estratégia de descentralização da produção. Finalmente, saídas resultantes serão apresentadas, indicando o que representam como podem ser interpretadas e as quais as relevâncias para o processo decisório de fazer-ou-compar.

Consideram-se as variáveis básicas e as similaridades entre os processos produtivos da indústria manufatureira, ambas descritas no embasamento teórico, será construído um modelo genérico de análise para decisões de fazer-ou-comprar. Baseando-se em parâmetros industriais padrão com entradas quantitativas e qualitativas universais, será possível concluir

que as saídas do modelo proposto são suficientemente genéricas para caracterizar de forma geral os processos decisórios de externalização de todos os setores da indústria de manufatura.

1.4.3 Aplicação do modelo

Uma pesquisa aplicada será desenvolvida com objetivo de exemplificar os conceitos apresentados e validar o modelo hipotético de análise de descentralização proposto. O autor buscará de forma exploratória os dados em um estudo de caso, no qual a possibilidade de externalizar um processo produtivo é considerada como alternativa para ampliar a competitividade. Como parte da avaliação do processo decisório pelo modelo padrão, as variáveis básicas de entradas para o caso devem serão extraídas e apresentadas. As informações, oriundas de uma indústria de componentes da linha branca, serão retiradas de eventos reais, e quando não, destacada a justificativa para tal consideração hipotética.

As análises dos resultados provenientes da aplicação do modelo no estudo de caso serão de natureza: Quantitativa, para comparar os indicadores resultantes do método de avaliação construído e aplicado; Qualitativa, para declarar as vantagens e desvantagens de efeitos intangíveis, apresentando a complexidade do tema e propondo oportunidades de aprofundamento.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos de acordo com propósito geral, e subdivididos ao critério de um propósito específico. Assim consta:

Capítulo 1 - Introduz uma breve contextualização com as motivações, os objetivos gerais e específicos, os resultados esperados, a metodologia científica e a apresentação da organização do trabalho;

- Capítulo 2 - Apresenta os referenciais teóricos para os desenvolvimentos e conclusões futuras, fundamentando o processo de terceirização em seu contexto, como utilização como ferramenta estratégica, quanto as variáveis influentes e por fim sobre os aspecto das tomadas de decisão. Da mesma forma conceituam-se os modelos de tomada de decisão multivariáveis e em específico o modelo MACBETH;
- Capítulo 3 - Discorre sobre a proposta do modelo. Sintetizam-se as informações conceituais geradas no capítulo teórico criando um modelo genérico prático para avaliar alternativas de terceirização de processos produtivos;

- Capítulo 4: Apresenta a aplicação do modelo proposto no capítulo anterior para avaliar um caso real de alternativas de terceirização;
- Capítulo 5 – São descritas as conclusões, confrontando os resultados obtidos com os resultados esperados. Resumem-se as aplicações do trabalho e pontos compreendidos como relevantes para futuros aprofundamentos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será trada a fundamentação teórica deste trabalho, a qual engloba dois grandes temas: o processo de terceirização e o método de tomada de decisão MACBETH

2.1 TERCERIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS

2.1.1 O contexto industrial moderno

No final século XX o mundo presenciava uma transformação nos métodos de manufatura, passando por uma nova revolução industrial. Neste período, a indústria automotiva apresentava-se como figura central, com alta capacidade produtiva e grandes desenvolvimentos científicos nos métodos de produção. O modelo de produção dominante conhecido como Fordista, concebido pela fabricante de automóveis americana, em vigência desde o início do mesmo século, começava a apresentar dificuldades para garantir a competitividade dos negócios. O cenário global estava em transformação e demandava adaptações nos métodos de manufatura.

Os avanços tecnológicos e a consolidação de um sistema financeiro internacional foram alguns dos principais responsáveis pela modificação do ambiente industrial. As inovações nos meios de comunicação e mobilidade reduziram as distâncias do globo, possibilitando grandes deslocamentos em pequenos espaços de tempo. Enquanto isso o crescimento dos sistemas financeiros globais facilitou o comercio exterior, potencializando um mercado internacional e ampliação concomitante de demanda e concorrência. Assim as possibilidades de atuação das atividades empresariais foram ampliadas, bem como os desafios competitivos.

Segundo Torres (2011), após a segunda guerra mundial a integração do sistema financeiro evoluiu de forma gradual, intensificando-se nas décadas de 1960 e 1970 com políticas governamentais de desburocratização de transações comerciais, liberalização cambial e a expansão do mercado de produtos financeiros. O novo cenário monetário simplificou a operação internacional das empresas com a desburocratização e facilitou o acesso ao capital ampliando a concorrência dos agentes financeiro, garantindo recursos para novos investimentos. Do ponto de vista tecnológico, as inovações na informática possibilitaram os que o sistema de comunicação suportasse as operações industriais a nível global, enquanto os avanços nos meios de transporte aperfeiçoaram o fluxo de mercadorias.

O novo cenário globalizado reduziu as fronteiras do mercado consumidor permitindo que as indústrias com atuação local ofertassem bens e serviços em diversas partes do planeta, criando uma demanda diversificada. Da mesma forma, essa expansão ocorreu também no sentido da concorrência com a atuação de empresas internacionais, intensificando a competitividade e a necessidade de processos produtivos mais eficientes para garantir a sustentabilidade dos negócios.

As transformações sofridas na segunda metade do século refletiram diretamente na capacidade de competição do modelo de produção Fordista. O modelo preparado para atender as largas demandas padronizadas do período bélico não se mostrava mais capaz de absorver novas necessidades. A estratégia de produção em massa com concentração da cadeia de processos produtivos sobre uma mesma organização, conhecida como modelo de acumulação verticalizado, não era capaz de garantir a flexibilidade requerida pela demanda diversificada com constantes variações (MEZA, 2003).

Da necessidade de atender eficientemente essa nova condição de mercado surgiu o novo modelo conhecido como Toyotismo, que buscava suprir as deficiências do modelo predecessor. Prioritariamente o modelo empregava a produção da mínima quantidade necessária para atender a demanda existente, ao mesmo tempo em que com o menor custo possível. Além disso, a flexibilização da produção para atender um mercado consumidor com volume e especificidade variáveis foram pontos fundamentais da abordagem proposta.

Com início na indústria automotiva Japonesa, o Toyotismo e os novos objetivos da estratégia industrial transformaram a organização das empresas e suas relações internas e externas. Para redução dos custos empregou-se uma diminuição da quantidade de mão de obra, automatizando atividades e qualificando operadores multifuncionais, alterando a característica altamente especializada da mão de obra do modelo Fordista. Para flexibilidade optou-se por uma descentralização das atividades, desverticalizando a cadeia produtiva ao transferir determinados processos a fornecedores (FREITAS, 2016)

Segundo Meza (2003), a estratégia de produção Toyotista fundamenta-se nas limitações de previsibilidade da demanda em uma condição em que as variações dessa não são proporcionais ao aumento da oferta. Para defender as indústrias dessa imprevisibilidade, a lógica de produção empurrada de alto volume empregada pelo Fordismo é alterada para produção puxada pela demanda, objetivando a máxima flexibilização da produção. Ao mesmo tempo, para garantir a competitividade no mercado altamente concorrido, uma produção de alta qualidade e baixo desperdício de recursos foi traçada como meta.

Logo que foram implementadas no Japão, o novo modelo de produção difundiu-se pelo mundo, e após ser aplicado pelas empresas norte-americanas recebeu o nome de *Lean Manufacturing*, ou Manufatura enxuta. Neste os mesmos objetivos de flexibilização das linhas de produção, redução de desperdícios e aumento da qualidade foram definidos. Para os esses também foram propostos a qualificação de mão de obra para atividades multifuncionais, automatização de tarefas, redução de estoques e descentralização da produção como meios de obtenção desses resultados.

Configurou-se então o novo modelo de produção industrial para atender dinâmica comercial do mercado globalizado. O Toyotismo, ou a Manufatura Enxuta, introduziu novas ferramentas para permitir a atuação das indústrias em um cenário de demanda incerta com produtos variados, quando o antigo modelo Fordista já não suportava mais a atividade de forma eficiente. De todos os conceitos desenvolvidos, teve-se a flexibilização da produção como a maior alteração apresentada, para a qual a solução da descentralização dos processos produtivos foi apontada.

A seguir será tratado o processo de descentralização da produção.

2.1.2 Descentralização da produção: Terceirização como ferramenta estratégica

O conceito de descentralização, ou análogo, horizontalização da cadeia produtiva, apresenta como solução o método da manufatura enxuta, que remete ao movimento reverso as práticas empregadas pelo modelo Fordista. Na condição anterior, a estrutura industrial acumulava grande parte dos processos produtivos envolvidos na fabricação do produto final, onde uma mesma empresa controlava verticalmente a cadeia de manufatura. A estrutura verticalizada, ou centralizada, vigente no início do século XX possuía, em casos extremos, da extração da matéria prima ao processamento do produto final. Com o decorrer do século e a chegada da globalização, esse modelo de organização passou a apresentar desvantagens competitivas as indústrias, de forma que foi revisto pela manufatura enxuta.

Conforme aponta Wolf (2001), as estratégias empresariais do período Fordista consistiam na incorporação à sua estrutura organizacional de todos os processos produtivos os quais fossem necessários para alcançar seu processo final, criando empresas altamente verticalizadas. Modelo este em que, no novo cenário globalizado em formação teve a complexidade de gerenciamento do grande número de processos e a execução de atividades

sem conhecimento especializado, como causadores da perda de eficiência e do aumento dos custos produtivos.

Já Freitas (2016) aponta que a atuação dos fabricantes de automóveis no mercado internacional intensificou a concorrência, o que forçou processos produtivos mais eficientes. Como solução as indústrias buscaram realizar atividades de forma especializada, minimizando as perdas e garantindo um processo eficiente. Assim, desta forma, as indústrias automotivas japonesas, pioneiras da manufatura enxuta, empregaram a especialização em certas atividades e direcionaram as demais atividades pertencentes da cadeia produtiva para terceiros, aumentando a qualidade e reduzindo custos de fabricação.

A terceirização das atividades produtivas, as quais estavam anteriormente concentradas no modelo vertical Fordista, está relacionada também a dois fatores econômicos. Em primeira instância, como afirma Freitas (2016), fatores tarifários oriundos de leis comerciais protecionistas, garantiram vantagens aos fabricantes de componentes com produção local, os quais contavam com menores cargas tributárias e consequentemente ofertavam produtos com preços inferiores. Sob essas condições foi necessário às multinacionais, interessadas em competir no mercado local, à criação de novas instalações fabris. Complementarmente, segundo Calabrese (2001), a implementação das fábricas locais em um modelo vertical de produção seria inviabilizada não só pela dimensão dos investimentos, mas também pelo tempo necessário para construção de toda cadeia produtiva. Assim, foi necessária a descentralização da produção, dividindo as atividades fabris de componentes entre os já existentes fornecedores locais. Enquanto que para os processos produtivos principais, novas unidades fabris especializadas foram implementadas utilizando menores investimentos.

Como condição resultante da expansão internacional das empresas, a competição capitalista nos mercados locais moldou as novas características da demanda. A expansão da oferta de produtos redefiniu os padrões de exigência dos consumidores no sentido de qualidade, preço e variedade. Assim, novamente a necessidade de eficiência produtiva para garantia de baixo custo e alta qualidade justifica a transformação do modelo de produção industrial do Fordismo a uma configuração especializada e enxuta. Contudo, a diversificação e a variação dos produtos demandados nos diversos mercados globais, somados a flutuação desta demanda apresentaram um novo requisito com dois aspectos: A flexibilidade produtiva, relacionada com variação de volume e com a diversidade de demanda.

Assim como afirma Torres (2011), a expansão da indústria automotiva nos mercados internacionais aplica o princípio de produção flexível para atender as condições de volume

variável de demanda. A descentralização das atividades é implementada para possibilitar que as indústrias adequem-se as particularidades de cada mercado. Nessa configuração, as oscilações na demanda são absorvidas somente nos processos produtivos finais, que apresentam alta flexibilidade de produção, enquanto os efeitos de inflexibilidade da cadeia completa são diluídos entre os diversos fornecedores.

Quanto à flexibilidade por variedade de produtos e modelos, Pirayesh e Poormoaiied (2011) apontam ainda a maior capacidade de diversificação da produção ao terceirizar processos produtivos iniciais. A afirmação fundamenta-se na especialização das atividades, que permitira mais capacidade de realizar alterações nos processos sem que a capacidade produtiva seja comprometida.

De forma geral, a terceirização de atividades produtivas apresenta-se como ferramenta de descentralização da cadeia de produção, estratégia utilizada para garantir eficiência, custo, qualidade e flexibilidade dos processos, substituindo a anteriormente praticada, estrutura vertical. Componente da metodologia de manufatura enxuta, a terceirização é fundamentada no conceito de especialização das atividades, buscando dividir os processos da cadeia produtiva, de forma que a execução seja realizada com máximo desempenho. Mitigando a vulnerabilidade às variações de demanda e otimizando a capacidade de diversificação da produção da estrutura verticalizada, a terceirização surge como alternativa a cenários competitivos desafiadores.

Em um contexto prático, as indústrias de manufatura posicionam-se entre os limites teóricos de concentração da cadeia, ajustando essa posição de acordo com as condições reais e a estratégia da empresa. Em um extremo a cadeia produtiva totalmente verticalizada, contemplando todos os processos produtivos relacionados ao produto final, incorporando desde atividades relacionadas à extração da matéria prima à montagem final. No lado oposto, a cadeia produtiva totalmente horizontalizada, com todos os processos terceirizados, na iminência de deixar os processos de manufatura e executar apenas atividades comerciais. O posicionamento estratégico da operação dará à empresa características intrínsecas de cada um dos extremos, intensificando-as conforme o balanceamento, atuando como vantagens ou desvantagens competitivas.

Conforme apresenta Wolf (2001) o posicionamento atual de uma empresa deriva do histórico de decisões entre produzir internamente ou terceirizar, tornando-se verticalizada ao optar majoritariamente por produzir ou horizontalizada ao terceirizar com maior frequência. Concordando com os efeitos da horizontalização empregados na manufatura enxuta, a

empresa que optou com maior frequência pela terceirização terá maior flexibilidade produtiva e menor necessidade de realizar investimentos em instalações. Entretanto, a medida que processos são terceirizados, dependências externas são criadas, podendo de acordo com a intensidade comprometer a autonomia estratégica da empresa. No caso oposto, a incorporação dos processos verticaliza a estrutura, amplia o campo de atuação e o do controle da cadeia. Colateralmente, inflexibiliza o processo produtivo, demanda investimentos e compromete a especialização das atividades.

Diante das oportunidades e riscos presentes nas alternativas de terceirização, Pereira (2014) enfatiza importância estratégica das definições de quais atividades transferir a terceiros, onde avalia fundamentalmente a relevância das atividades para a competitividade da empresa. Essas podem ser uma oportunidade de aumentar a eficiência do processo, ou um risco ao posicionamento de mercado ao longo prazo. O autor aponta ainda que ao decidir pela terceirização ou não, haverá necessariamente efeitos positivos e negativos, para os quais novamente deve se avaliar a coerência com os objetivos da empresa.

Quanto aos objetivos esperados gerados por terceirização de atividades produtivas, Kang *et al.*(2014) distingue em duas fases evolutivas da utilização da terceirização, ampliando o aplicação dessa prática além dos objetivos iniciais da manufatura enxuta. Em um primeiro momento a eficiência operacional foi o intuito final da terceirização, buscando garantir parâmetros como redução de custos e aumento de produtividade. Em um segundo momento os autores entendem a terceirização como uma ferramenta estratégica para desenvolver parceiros potencializadores de inovação, buscando ampliar a capacidade de flexibilidade de produção e de desenvolvimento de produtos customizados de alta qualidade utilizando novos recursos tecnológicos.

A relevância de ambos os objetivos, de eficiência operacional e posição estratégia é considerada, segundo Kang *et al.*(2014), crucial para competitividade da organização, o que indica a necessidade da constante avaliação de alternativas de terceirização. Consideração semelhante é feita por Wolf (2001) que afirma ser rotineira a necessidade de avaliar os efeitos de alternativas de terceirização e decidir de acordo com a estratégia empresarial.

A aplicação da terceirização de atividades produtivas como ferramenta impulsionadora da capacidade competitiva em indústrias de manufatura transcende os objetivos primordiais desenhados ao início da expansão da manufatura enxuta. No cenário industrial real, a aplicação da terceirização em processos produtivos não se configura de forma binária, onde fazer ou comprar remete diretamente a uma produção enxuta ou Fordista, respectivamente. A

questão apresenta-se de fato, como um mecanismo fundamental na manutenção e/ou aprimoração das vantagens competitivas da atividade industrial, sendo capaz de atender a múltiplos objetivos sobre diversas condições.

2.1.3 Terceirização: Uma problemática Multivariável

Em um sentido amplo a terceirização de processos produtivos busca favorecer a rentabilidade e competitividade da organização, ampliando-a por meio da expansão de suas capacidades com recursos de terceiros (DEKKERS, 2000). Com essa característica, diversos são os critérios com poder de influencia no desempenho da produção industrial e na determinação da competitividade de um negócio. Macro critérios como aspectos de rentabilidade, posicionamento de mercado e interação com a sociedade estão presentes no cenário industrial e relacionam-se diretamente com as avaliações de processos de terceirização.

A literatura relacionada à terceirização de atividades é unanime na caracterização multivariável do tema, mostrando a amplitude do campo de estudo. Assim, diversas categorizações são construídas na tentativa de definir a problemática envolvida nas decisões de terceirizações, remetendo sempre aos impactos no desempenho industrial. Os critérios de rentabilidade, posicionamento de mercado e interação com a sociedade são organizados, de acordo com as condições e objetivos pospostos. Da mesma forma, a relevância de cada um dos critérios para análise da terceirização é resultado das premissas apresentadas.

Mihn (2011) mostra que primordialmente as abordagens para a problemática de avaliação de alternativas de terceirização apresentam-se em diversos campos, sendo direcionada de acordo com as condições consideradas. Análises relacionadas a cadeia de suprimentos, compras, desenvolvimento de produtos, especialização de atividades e custos de operação são mencionadas pelo autor. Entre essas, justificando os objetivos principais da manufatura enxuta, a perspectiva sobre os custos de operação foi utilizada majoritariamente como ferramenta para avaliação de eficiência operacional.

McIvor (2008) mostra que as abordagens do processo de terceirização tem fundamentação teórica em duas áreas, a Teoria dos Custos de Operação e a Teoria de Especialização das Atividades. Para cada um tem-se um objetivo principal e critérios específicos a serem analisados. O autor resume os campos como segue:

- **Teoria dos Custos Operacionais** - Inicia as primeiras análises envolvendo processos de terceirização e tem como objetivo principal o aperfeiçoamento da eficiência operacional, maximizando parâmetros do processo produtivo. Nesse sentido os estudos foram centralizados na avaliação de fatores quantitativos relacionados a custos de operação, capacidade de produção, índice de refugos, produtividade por mão de obra, retorno por investimento, entre outros critérios específicos da cada setor industrial.
- **Teoria da Especialização das Atividades** – Apresenta uma evolução das necessidades antes concentradas em eficiência operacional, objetivando o direcionamento dos recursos empresariais para atividades-chave, as quais garantem a diferenciação competitiva do negócio. Essa teoria trouxe para a avaliação dos processos de terceirização a necessidade de compreender fatores qualitativos relacionados à importância dos processos na produção completa dos produtos e as perspectivas de crescimento e especialização das empresas.

Paralelamente as duas abordagens de aplicação da terceirização, McIvor (2008) complementa ainda que para a avaliação das propostas de terceirização de processo devem ser considerados também o potencial de oportunismo da transação. Esta análise verifica as vulnerabilidades da relação com o fornecedor, tratando de questões como dependência e complexidade do controle do fornecimento. Tais condições podem se apresentar como determinantes na definição de terceirizações.

A categorização teórica apresentada por McIvor (2008) é, de forma semelhante, abordada por Fraytag (2012). Este segundo autor apresenta a avaliação dos processos produtivos sobre as abordagens da teoria de custos e da teoria da especialização, igualmente ao primeiro autor, mas dá mais ênfase à abordagem das relações externas geradas com a terceirização, brevemente citadas pelo primeiro autor. Assim é criada uma terceira teoria para avaliação, conforme segue:

- **Teoria das Relações Sociais** - Aborda as considerações relacionadas aos riscos e oportunidades gerados pelas relações com clientes, fornecedores e a sociedade em geral. Diferentemente das teorias de custos e de especialização, esta terceira teoria não avalia a terceirização a partir de um objetivo principal, mas busca entender os efeitos da possível nova cadeia produtiva sobre o ponto de vista das relações externas e internas. Assim, a teoria das relações não é utilizada como ponto de partida para análise de terceirizações, mas como etapa posterior de avaliação dos possíveis efeitos na percepção de clientes, na adequação às normas governamentais, na dependência de fornecedores, nos impactos ambientais. As análises realizadas nessa área concentram-se majoritariamente em fatores

qualitativos, ainda que em determinados caso possam ser desdobradas e reduzidas a fatores quantitativos.

A terceira dimensão de análise, apresentada por McIvor (2008) como potencial de oportunismo e ampliada por Freytag (2012) como a teoria do relacionamento social, aumenta os limites da avaliação dos impactos da terceirização para fatores externos, mostrando que as características internas das atividades produtivas não podem garantir isoladamente a assertividade das decisões de terceirização. Como exemplo, uma organização pode considerar inviável a terceirização de certa atividade de acordo com a percepção de importância dos clientes sobre esta, identificando uma potencial deterioração de sua confiabilidade se o fizer. De maneira similar, havendo uma limitação de fornecedores aptos a realização de determinado processo, atividades não chave com oportunidades de otimização de eficiência operacional podem ser avaliados como inviáveis para terceirização a fim de evitar dependências.

As condições de relacionamento externo das organizações com fornecedores, clientes e a sociedade como um todo, oferecem também oportunidades para que as indústrias transcendam as limitações internas. Além da direta utilização da capacidade produtiva de fornecedores para direcionamento de atividades secundárias e para o aperfeiçoamento operacional, as relações de fornecimento podem estender-se para uma parceria de mútuo desenvolvimento competitivo. As relações sinérgicas surgem com o compartilhamento de tecnologias, com a transferência de *know-how* e com o favorecimento de reputações em mercados consumidores, mostrando assim uma nova abordagem dos objetivos da terceirização.

Para Dekkers (2000) e Ehie (2001) a transferência de atividades produtivas à terceiros tem não só objetivo de ampliar o desempenho produtivo e concentrar-se nas atividades-chave, como também busca garantir competitividade através de inovações geradas junto dos fornecedores. Ehie (2001) explica que a relação entre parceiros especializados cria a condição de economia de escala, aumentando a eficiência operacional e reduzindo os investimentos necessários para o desenvolvimento de novas tecnologias. Assim, o autor sugere uma expansão dos objetivos contidos na Teoria da Especialização das Atividades, utilizando parcerias com altos níveis de confiança para combinar competências individuais e criar um planejamento de desenvolvimento e inovação compartilhado. As avaliações sobre essa condição evolutiva consideram as possibilidades de expansão e/ou domínio de mercado das empresas por meio de produtos inovadores criados com expertises compartilhadas.

Como pioneiras da indústria de manufatura, as montadoras automotivas desenvolveram-se ao longo da história utilizando as melhores práticas e estratégias de produção industrial disponíveis. Assim, é possível observar hoje parcerias de alta sinergia entre montadoras e fornecedores de peças, as OEM (*Original Equipment Manufacturing*). Conhecidas como consórcios modulares, essa configuração de cadeia produtiva aplica a terceirização de atividades como estratégia de inovação e desenvolvimento de produtos altamente tecnológicos (PEREIRA, 2014).

Gunasekaran *et al* (2014) resumem que a diversidade de objetivos e abordagens que podem ser utilizadas para avaliação da terceirização implica em diferentes modos de análise e fatores a serem considerados. O autor mostra ainda que fatores relevantes para análise de decisão e controle de desempenho de alternativas de terceirização dependem diretamente do grau de responsabilidade que será transferido ao fornecedor. Para o processo produtivo terceirizado de alta complexidade, como desenvolvimentos de produtos relacionados a percepção de clientes, os critérios estratégicos de produto e mercado tornam-se de alta relevância para a análise. Por outro lado, a medida que as atividades transferidas se aproximam de execuções de pequenas tarefas e os objetivos restringem-se a eficiência operacional, os critérios para avaliação torna-se mais quantitativos e financeiros.

Entretanto, ainda que sejam diversas as aplicações e objetivos da terceirização e alguns exemplos de estágios avançados de aplicação da terceirização possam ser apresentados, no contexto prático as análises de terceirização de processos produtivos raramente envolvem os cenários complexos das alternativas estratégicas, sendo que usualmente os esforços são direcionados para efeitos de redução de custos e aumento da eficiência operacional. Essa afirmação amplia a relevância dos critérios relacionados ao aumento de eficiência operacional e direciona a tomada de decisão baseada em fatores quantitativos (MIHN, 2011).

Ao retomar a avaliação de Pereira (2014) sobre a constante necessidade de avaliação de alternativas de terceirização sobre cenários em constantes mudanças, é possível justificar a maior frequência de análises básicas voltadas à eficiência operacional. A necessidade surgirá em função das condições de mercado que pressionarão a organização a adequar sua produção. De acordo com a fundamentação apresentada no capítulo anterior, uma ampliação, retração ou saturação do mercado exigirão variações da produção no mesmo sentido, sendo aumento de capacidade, redução dos custos operacionais ou flexibilização, conceitos esses que são avaliados pela teoria dos custos operacionais.

As avaliações estratégicas profundas, ainda que realizadas em menor frequência dos que as relacionadas a eficiência operacional, apresentam também significativa importância para garantia de competitividade dos negócios. Condições empresariais de reposicionamento de mercado, direcionamento de recursos limitados, expansão da capacidade tecnológica e demanda por inovações, exigem que sejam utilizadas as abordagens apresentadas na Teoria da Especialização de Atividades. Neste cenário a análise será direcionada para fatores qualitativos relacionados a estratégia de produto e a manutenção da capacidade tecnológica (MIHN, 2011).

Assim as avaliações das alternativas de terceirização dependeram das condições sob as quais estão sendo consideradas e para quais objetivos principais serão utilizadas. A intensidade como que as abordagens teóricas de custos, especialização e relação social serão aplicadas é função das condições e dos objetivos apresentados. Para cada alternativas de terceirização de processos, uma configurações específicas aos casos estudados define os objetivos específicos e os indicadores sob os quais serão analisados. De forma geral o processo de avaliação é majoritariamente multifatorial, de forma que, mesmo para os casos com objetivos reduzidos a eficiência operacional, avaliações qualitativas sobre a importância competitiva das atividades e as vulnerabilidades nas relações exteriores estão presentes no processo de decisão (GUNASEKARAN et al., 2014).

2.1.4 Terceirização: Indicadores de desempenho

O processo de decisão de terceirização requer que sejam mensurados os efeitos das alternativas produtivas nos objetivos específicos, por meio dos quais o objetivo principal será alcançado. Conforme apontam Gunasekaran *et al* (2014), indicadores de desempenho são utilizados para avaliar impacto das decisões de terceirização, caracterizando a atividade produtiva em diferentes situações e comparando-as. Os autores afirmam que a correta determinação dos indicadores de desempenho é fundamental para mostrar os benefícios e prejuízos de cada uma das alternativas de produção, onde a capacidade de cada indicador de representar com precisão o desempenho de cada atividade direcionará para uma correta análise. Gunasekaran *et al* (2014) mostram ainda uma variedade de indicadores de desempenho que podem ser utilizados e devem ser escolhidos de acordo com as características da indústria avaliada e conforme os objetivos.

Para cada uma das abordagens teóricas apresentadas por McIvor (2008) e Freytag (2012) diferentes indicadores de desempenho caracterizam a atividade produtiva e podem ser utilizados na avaliação das alternativas de terceirização. Os indicadores relacionados a teoria dos custos de operação tendem a ser mais financeiros e quantitativos, enquanto para as outras teorias tornam-se mais qualitativos. Por outro lado, a condição quantitativa relacionada a teoria de custos e a condição qualitativa das outras teorias não são absolutas, podendo ambas apresentar simultaneamente fatores quantitativos e qualitativos. A composição de indicadores de desempenho utilizados nas análises de terceirização é indicada de maneiras distintas por diversos autores, os quais justificam suas escolhas nas aplicações utilizadas. A seguir os indicadores utilizados na literatura são ordenados a partir da relação de suas características com as três abordagens teóricas: teoria dos custos operacionais, teoria da especialização e teoria das relações sociais.

2.1.4.1 Teoria dos custos operacionais – Indicadores de eficiência

No trabalho desenvolvido por Rosyidi(2015) a decisão de terceirizar um processo produtivo é analisada para fabricação de determinado componente com tolerância dimensional específica. No modelo proposto fatores quantitativos da produção interna e dos fornecedores são avaliados para encontrar a alternativa com o menor custo de fabricação total capaz de atender o volume de produção demandado. O custo produtivo de cada alternativa é composto pelo custo de fabricação unitário mais os custos relacionados a não qualidade, sendo este último composto pelo custo do refugo por peça e pelo custo de fabricação do refugo. Com os parâmetros de tolerância dimensional do componente, a capacidade do processo (probabilidades das máquinas garantirem as tolerâncias) e a capacidade de produção interna e dos fornecedores, é determinada a configuração com o menor custo total. O autor levanta ainda a custo intangível de defeitos de produtos vendidos ao fornecedor, sendo este um fator não analisado no trabalho mais apontado como relevante.

Para Ehie (2001) os ganhos da terceirização podem ser mensurados pela redução dos custos fixos. O autor mostra que esse efeito é proporcionado pela realização de atividades por agentes mais eficientes, reduzindo desperdícios, Mas também mostra que a característica básica da terceirização, a utilização de recursos externos para fabricação, implica diretamente na redução de investimentos em instalações, custos de pessoal e custo de inventário enquanto condiciona custos por peça adquirida com terceiros. A análise do autor sob o aspecto da

aplicação de economia de escalas das terceirizações aponta para critérios como custos de fabricação unitários, custos de qualidade e aumento da capacidade produtiva.

Na avaliação de Pirayesh (2011) a terceirização é abordada a partir da restrição de capacidade produtiva, onde a terceirização levará a um aumento de produção e consequentemente do faturamento da empresa. Do ponto de vista de capacidade de produção restrita a produtos específicos, a análise de Pirayesh (2011) mostra que um aumento da capacidade de produção em determinados processo pode conferir não só aumento de vendas, mas também maior flexibilidade de produção. A análise do autor considera ainda os custos de inventário, os custos de fabricação e os custos de gerenciamento de suprimentos.

O gerenciamento de suprimentos também é abordado por McIvor (2008), o qual afirma ao terceirizar atividades devem-se comparar os custos de fabricação e gerenciamento interno aos custos da fabricação externa e de gerenciamento e controle do fornecedor. Para esse critério as análises podem tornar-se complexas dadas as incertezas e variações dos custos, as quais podem ser minimizadas de acordo com relação praticada com os fornecedores. Neste sentido, o custo de gerenciamento e controle do fornecedor é tratado sob a perspectiva de eficiência operacional quando sua determinação pode ser feita de forma simples, e abordados por meio da teoria das relações quando apresenta maior complexidade.

Gunasekaran *et al* (2014) ampliam a análise de eficiência operacional, considerando os mesmos indicadores dos autores anteriores e ainda acrescentando outras perspectivas, dividindo-os em quantitativos e qualitativos conforme segue.

- **Indicadores quantitativos de eficiência operacional** – Custo de produção; Custos de qualidade; Custo de manutenção; Retornos sobre investimento; Custo de gerenciamento da cadeia de suprimentos; Custos de inventário; Produtividade; Faturamento; Lucratividade.
- **Indicadores qualitativos de eficiência operacional** – Adaptação às variações de demanda; Facilidade de produção e controle de qualidade; Tempo e confiabilidade de entrega dos produtos.

2.1.4.2 Teorias da Especialização – Indicadores de posicionamento da atividade

McIvor (2008) trás como critério para avaliação da terceirização a classificação dos processos de acordo com sua relevância para o diferencial competitivo da empresa. Neste

algumas condições do processo devem ser analisadas. A especificidade da atividade e a influência dessa no funcionamento do produto final percebido pelo cliente, as perspectivas de evolução tecnológica relacionadas à área do processo e a capacidade da empresa de adequar-se a essas mudanças, e sua importância comparada a outros de processos já considerados fundamentais.

Para Freytag (2012) os critérios envolvidos na decisão de terceirização para especialização estão relacionados com resultados de longo prazo. O autor aponta para comparações entre processos realizados buscando compreender qual seria prioritário em uma situação futura de restrições de investimentos. De acordo com esse entendimento, o processo não prioritário poderia ser terceirizado, direcionando de imediato os investimentos e também iniciando o desenvolvimento de uma relação de fornecimento onde atividade secundária também receberia investimentos. Neste ponto é possível evidenciar o objetivo da inovação como evolução da teoria da especialização, sendo constituída em um cenário aperfeiçoado onde a especialização das atividades é concomitante ao desenvolvimento de parcerias de inovação para as atividades secundárias.

Freytag (2012) apresenta de forma semelhante a McIvor (2008) o critério de avaliação da evolução tecnológica da área relacionada a atividade. Freytag (2012) indica que a capacidade histórica de aprendizado da empresa nas áreas das atividades deve ser comparada com a capacidade de possíveis fornecedores. Uma menor capacidade pode identificar futuros pontos de ineficiência operacional, enquanto maiores capacidades indicam oportunidades de futuros diferenciais competitivos. Assim, novamente podem ser definidas as atividades para as quais é preferível especializar-se e para quais desenvolver fornecedores trará a máxima eficiência no futuro.

Mihn (2011) segue com as análises de longo prazo apresentando a necessidade de critérios que avaliem um posicionamento de mercado no futuro. De forma semelhante a Freytag (2012) e McIvor (2008), o autor mostra de forma mais simplificada que atividade a ser terceirizada deve ser avaliada como sendo uma ameaça ou oportunidade para a competitividade no futuro. Isso remete ao potencial de evolução e exploração da área relacionada a atividade, sendo que o direcionamento de recursos no presente pode determinar tanto condições de destaques quanto a permanência em mercados saturados no futuro.

Ainda explorando as condições que determinarão a competitividade dos negócios no futuro, Mihn (2011) sugere a avaliação da capacidade e da propriedade tecnológica da empresa nas atividades que realiza. Neste ponto o autor aborda a terceirização como

ferramenta de inovação e desenvolvimento tecnológico como precursores das vantagens competitivas. O know-how da empresa na atividade e as diferenças tecnológicas com os fornecedores serão indicadores para manter interno ou terceirizar um processo produtivo.

Gunasekaran *et al* (2014) apresentam novamente os critérios para terceirização como ferramenta de inovação são baseados formação de alianças com fornecedores dada a evolução da confiança nas parcerias de terceirizações. Com escopo ampliado os autores trazem os indicadores de desempenho para esse último estágio evolutivo da terceirização, bem como também os indicadores semelhantes aos autores já referenciados nesse capítulo. Com características majoritariamente qualitativas, a seguir os principais para cada estágio evolutivo.

- **Indicadores de especialização de atividades** – Grau de conhecimento da atividade; Diferença de capacidade de fornecedores; Quantidade de atividades realizadas; Segredos de mercado; Proximidade da atividade com cliente; Maturidade do mercado; Especificidade da atividade; Representatividade da atividade no produto final.
- **Indicadores de desenvolvimento e inovação** – Tempo para desenvolver novos produtos; Capacidade de inovação; Conhecimento e disponibilidade tecnológica; Disponibilidade de investimentos.

2.1.4.3 Teoria das relações sociais – Indicadores de relacionamento

Freytag (2012) dá ênfase a relevância da abordagem da terceirização pela teoria das relações sociais, mostrando as alternativas de terceirização podem ser inviabilizadas por esse aspecto, mesmo sendo vantajosas do ponto de vista das teorias de custos e da especialização. O autor mostra que a caracterização do processo de terceirização sobre o aspecto das relações sociais pode ser feita por meio de indicadores qualitativos que descrevem a interação da organização com agentes externos e internos. De forma semelhante Gunasekaran *et al* (2014) apontam para os riscos potenciais presentes nas relações com fornecedores, colaboradores internos e aspectos governamentais de cada região.

Padillo e Diaby (1999) realizam uma avaliação multicritério da terceirização e consideram fatores relacionados às relações sociais com os diversos agentes em contato com a organização. No artigo, os autores propõem comparar a importância relativa de cada critério para direcionar a organização em situações com alternativas de interesses conflitantes.

De acordo com os três autores citados neste tópico, são apresentados a seguir os indicadores de desempenho das relações sociais organizados de acordo com o agente de influência.

- **Indicadores de relações com cliente:** Percepção de importância da atividade pelo cliente; Imagem do fornecedor com o cliente.
- **Indicadores de relações com fornecedores:** Dependência da organização com o fornecedor; Dependência do fornecedor com a organização; Capacidade de estabelecer contratos de fornecimento baseado em desempenho; Importância da atividade para o fornecedor; Flexibilidade de demanda; Complexidade de governança do fornecimento; Confiança no fornecedor.
- **Indicadores de relações internas:** Imagem da terceirização para os colaboradores; Moral dos colaboradores; Disponibilidade de mão de obra capacitada;
- **Indicadores de relações com governo e sociedade:** Atendimento as legislações locais da atividade; Concentrações e Monopólios; Impacto na empregabilidade local; Atendimento das exigências ambientais; Impacto na cultura local; Incentivo a atividades

2.1.5 Terceirização: O processo de decisão entre fazer ou comprar

Ao apresentar uma proposta de terceirização à organização enfrenta uma decisão entre especializar-se ou diversificar-se. (WOLF, 2001). Entretanto, a ferramenta de terceirização apresenta-se de diversas formas, variando de acordo com os objetivos principais, os fatores que caracterizarão as análises de viabilidade. Como mostram Gunasekaran *et al* (2014) a complexidade dos fatores e critérios que definirão se uma terceirização é ou não viável, está diretamente relacionada com o escopo definido para o fornecedor, o que por sua vez é resultado dos objetivos definidos.

Neste sentido a análise da terceirização de processos produtivos parte de uma necessidade específica da organização em determinado momentos Gunasekaran *et al* (2014) apontam que as avaliações de terceirização podem ser realizadas antes de transferir um processo a um fornecedor, mas também serem construídas como uma reavaliação de processos já terceirizados. Em virtude de mudanças nas condições em que se apresentam as organizações, processos realizados integralmente de forma interna podem tornar-se potenciais

oportunidades, bem como processos executados de forma terceirizada podem apresentar resultados insatisfatórios no novo cenário. Assim, como afirma Wolf (2001), tem-se a necessidade contínua de avaliações dos efeitos da terceirização.

Dekkers (2000) descreve que os critérios considerados nas avaliações de alternativas de terceirização de processos de manufatura estão relacionados também com o estágio de desenvolvimento em que se encontra o produto a ser terceirizado. O estágio de desenvolvimento definirá, concomitantemente com as características do momento atual da empresa e do mercado, as condições gerais para qual se formam os objetivos da terceirização e consequentemente os fatores a serem avaliados. Pode-se projetar a manufatura de componentes por terceiros desde a concepção inicial do produto, bem como para produtos já manufaturados internamente.

Para Padillo e Diaby (1999) as condições em que se encontram as empresas e os processos geram as metas de análise, para as quais são definidos os objetivos específicos em determinada priorização. Os autores mostram que o processo de decisão será então avaliado para as alternativas de terceirização geradas, sendo essas ponderadas de acordo com indicadores de desempenho que as qualificaram em relação aos objetivos específicos. Ao final do processo tem-se uma perspectiva dos efeitos de cada uma das alternativas de terceirização, avaliando a viabilidade e o atendimento aos interesses principais da organização.

Ainda que o efeito final da terceirização de um processo produtivo seja influenciado por diversas variáveis e possa ser avaliado sobre diferentes perspectivas, algumas condições características das atividades em análise e das relações sociais podem se apresentar como fatores limitantes. Como afirmam Freytag (2012) e Dekkers (2000), em algumas circunstâncias o alto grau de relevância de determinado processo produtivo para operação total da organização pode determinar diretamente a inviabilidade da terceirização. De outra forma, a terceirização de uma atividade-chave poderia implicar diretamente na perda de competitividade e sustentabilidade do negócio. Gunasekaran *et al* (2014) mostram de modo semelhante que algumas condições de relacionamento também podem diretamente inviabilizar propostas de terceirização, expondo a organizações a riscos legais, a dependência de fornecedores pouco confiáveis, ou a conflitos de interesses com clientes.

Para que o processo de decisão de terceirizações possa considerar de forma conjunta os critérios quantitativos e qualitativos presentes nas teorias de Custos Operacionais, de Especialização das Atividades e das Relações Sociais, a literatura trás como nos trabalhos de Valois e Teixeira (2008), Tjader *et al* (2014), Padillo e Diaby (1999) e Volquind e Vecchia

(2019) a aplicação de modelos multicritério. Por meio destes modelos é possível estruturar o problema de terceirização com múltiplos fatores, ponderando a importância individual desses fatores para mensurar o efeito geral de cada uma das alternativas de terceirização.

2.2 MODELOS DE ANÁLISE MÚLTICRITÉRIO

Os modelos de análise multicritério são ferramentas para avaliação formal de alternativas de solução para um problema específico, o qual contemple múltiplas variáveis de influência. Esses modelos buscam apoiar os processos decisórios enfrentados nas organizações, indicando aos indivíduos ou grupo de indivíduos responsáveis pela decisão qual escolha realizar para atingir as necessidades propostas. Para tanto as alternativas de solução são avaliadas de acordo com o desempenho em cada um dos critérios considerados na análise, os quais são ponderados quanto à relevância para as necessidades finais (CERVI, 2017)

Ensslin *et all* (2009) mostram que os modelos de avaliação multicritério apresentados na literatura pela sigla em inglês MCDA (Multiple Critéria Decision Analysis) foram desenvolvidos para auxiliar na avaliação de problemas complexos e incertos. Os resultados influenciados por múltiplas variáveis, por vezes conflitosas, aumentaram a complexidade do processo decisório, o que exigiu uma avaliação ponderada dos critérios presentes no problema. Paralelamente, a incorporação de fatores quantitativos e qualitativos trouxe incertezas para as análises, criando a necessidade de isolar a influencia de determinados fatores.

Para Cervi (2017) os modelos de análise multicritério têm o objetivo de ordenar, classificar ou categorizar por meio de um método sistematizado as alternativas de solução apresentadas para o problema em avaliação. Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013) caracterizam os modelos de avaliação multicritério como processos de definição de regras para avaliação dos critérios de influencia. Com isso as avaliações de diferentes alternativas podem ser automatizadas, aumentando a velocidade do processo decisório e formalizando as premissas que determinaram os resultados finais.

A revisão da literatura relacionada a MCDA realizada por Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013) apresenta uma variedade de modelos de análise multicritérios, com diferentes sistemáticas de estruturação. Os autores mostram que as variações dos métodos e a combinação desses buscam aperfeiçoar a representação do modelo para a problemática específica. Para isso faz se necessário que a avaliação dos critérios reflita a condição real do

problema, mitigando três principais dificuldades: A incerteza dos dados, a imprecisão das importâncias relativas dos múltiplos critérios, e a dificuldade de determinar as medidas para esses fatores. Assim, diante de um problema específico, os agentes responsáveis pela avaliação podem, de acordo com as principais dificuldades encontradas, utilizar um ou mais modelos de análise multicritérios.

É importante ressaltar que, neste trabalho, o objetivo não é avaliar os diferentes modelos de análise, mas utilizar um método específico denominado MACBETH, o qual será descrito a seguir.

2.2.1 Método MACBETH

Entre os diversos modelos de análise multicritério utilizados no apoio a tomada de decisão, o método conhecido por sua sigla em inglês MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) é apresentado por Schmidt (1995) como uma ferramenta capaz de avaliar com certa simplificação problemas de grande complexidade. Sua relevância também é afirmada por Braz (2011), o qual aponta além da facilidade de utilização, a capacidades de mitigar dificuldades na determinação e ponderação de critérios. Os mecanismos de ação que garantem vantagens ao método MACBETH serão expostos neste capítulo ao longo da descrição do modelo.

Bana e Costa, Ângulo-Meza e Oliveira (2013) descrevem a avaliação de alternativas pelo método MACBETH como um processo de considerações técnicas e sociais. Do ponto de vista do primeiro aspecto, quanto a considerações técnicas, a afirmação é justificada ao apresentar a metodologia de ordenação das alternativas propostas, a qual pondera de acordo com a atratividade relativa entre cada critério a importância de cada um desses para a avaliação geral. A avaliação de atratividade é realizada por meio de comparativos par a par, construindo uma matriz de julgamentos. Já do ponto de vista das considerações sociais, a afirmação é justificada ao determinar que a comparação de atratividade dos critérios possa ser realizada tanto por um único decisor quanto por um grupo de indivíduos, expressando assim o entendimento do coletivo sobre o comportamento do problema em análise.

O modelo multicritério MACBETH apresenta-se como ferramenta para auxiliar a tomada de decisão em problemas complexos com influencia de múltiplas variáveis. Dentre os diversos MCDA, o método em questão permite que o processo de construção do problema seja realizado de forma iterativa entre os decisores, provocando um aprendizado aos

participantes (SCHMIDT, 1995). Por essa razão o método é conhecido por seu caráter técnico-social, expandido sua aplicação para problemas de interesse comunitário que necessitem de uma construção do conhecimento coletivo antes de tomar a decisão.

Como pontos relevantes, o método busca mitigar as três principais dificuldades encontradas nos problemas multicritério. Para a incerteza dos dados uma análise de robustez é considerada ao final da etapa de avaliação, acrescentando as incertezas dos fatores na ponderação final. Quanto a ausência de medidas, o método considera a comparação direta das alternativas criando um indicador para representação. Por fim, a importância relativa dos fatores é ponto central das análises do MACBETH, sendo construída por avaliações semânticas e reavaliada sobre a perspectiva de sua sensibilidade ao final das etapas de desenvolvimento..

Aprofundando as técnicas de avaliação dos múltiplos critérios para construção de uma avaliação geral das alternativas de solução, Ensslin *et al* (2009) mostram que o método MACBETH calcula a importância de todas as variáveis de influência e as transformam para uma única base de medida, permitindo a consideração simultânea de critérios quantitativos e qualitativo em múltiplos níveis hierárquicos. Os processos de ponderação e transformação de base ocorrem essencialmente por meio de dois mecanismos:

- **Criação de faixas de desempenho** para todos os critérios e subcritérios, definindo para cada uma delas os valores de referência e a pontuação que será considerada para as alternativas nelas classificadas. Esse mecanismo tem dois efeitos: Ordena os critérios, preparando-os para uma avaliação comparativa, e cria pontos de referência, determinando padrões para desempenhos excelentes e indesejáveis.
- **Comparação entre faixas de desempenho quanto a importância para o problema.** Realiza para todo critério e subcritério uma avaliação do grau de relevância de uma alternativa apresentar-se, para determinado critério, em uma faixa ou em outra. Tal avaliação é realizada não só para relevância entre as faixas de desempenho de um critério, mas também para relevância entre critérios. Esse mecanismo possibilita realizar a agregação ponderada de todos os resultados de desempenhos dos múltiplos critérios ao longo de toda a hierarquia, formando um indicador geral para cada alternativa de conjunto de critérios. As relevâncias são avaliadas em seis qualidades, entre extremamente relevante e relevância muito fraca.

Ensslin *et all* (2009) e Schmidt (1995) apontam que a aplicação do método MACBETH está dividindo em duas grandes etapas:

Estruturação do método – Nesta etapa é construído de acordo com o problema em questão a hierarquia dos critérios, as faixas de desempenhos e os comparativos de relevância;

Avaliação das alternativas – Nesta etapa são aplicadas as condições específicas dos critérios para cada alternativa, calculando o índice de desempenho individual e geral, e avaliando a sensibilidade da ordenação das alternativas às alterações nas condições dos critérios e nas premissas consideradas.

Ambas as etapas tem os processos de construção explicados a seguir, construindo um passo a passo para a aplicação do método MACBETH. Para facilitar a compreensão dos procedimentos, os conceitos serão relacionados com o problema exemplo apresentado no manual do usuário do software M-MACBETH escrito por Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

2.2.1.1 MACBETH – Fase de Estruturação (Passos 1 e 2)

A fase da estruturação inicia a construção do modelo de avaliação realizando a construção da árvore de pontos de vista, passo 1, e a criação de descritores para cada um dos pontos de vista, passo 2.

- **Passo 1: Construção da árvore de pontos de vista**

As considerações iniciais do problema são levantadas, identificando de acordo com o contexto os objetivos principais a serem atingidos. A partir desses objetivos definidos, Ensslin *et all* (2009) desdobram os Pontos de Vista Fundamentais (PVF), os aspectos para os quais serão mensurados os efeitos das alternativas de solução do problema. Os autores mostram que os PVFs serão derivados da seguinte pergunta aos agentes avaliadores: Como podemos atingir os objetivos principais? As respostas para essa pergunta ajudaram a construir a árvore de PVFs, as quais poderão apresentar ramificações para melhor representar o problema e as variáveis de influência.

Sobre os PVFs, Schmidt (1995) mostra ser desejável a objetividade e a operacionalidade dos conceitos, bem como apresentar independência de influência. Quanto maior for a capacidade de mensurar os PVFs e determinar seus efeitos sobre os objetivos principais, maior será a confiabilidade da análise. Da mesma forma, estruturar o problema em variáveis independentes trará uma maior compreensão da influencia dos PVFs e de cada alternativa de

solução no resultado final. Para atingir tais condições, os PVFs são decompostos em Pontos de Vistas Elementares (PVE) construindo a árvore de pontos de vista. Um modelo de árvore de pontos de vista é apresentado na FIGURA 1, a qual descreve o problema exemplo de Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Figura 1 - Árvore de pontos de vista fundamentais do problema exemplo



Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Passo 2: Definição dos descritores para cada ponto de vista mensurado.

Com os PVFs e PVEs definidos, será possível indicar em cada um desses elementos o impacto das alternativas de solução propostas. De acordo com a característica específica de cada PVF e PVE os impactos serão mensurados por diversos indicadores de desempenho, sendo de caráter quantitativo para conceitos numéricos e qualitativos para os não numéricos. Para seguir com a avaliação conjunta de todos os pontos de vista, Ensslin *et al* (2009) apresentam o processo de construção das escalas ordinais, as quais também chamadas de Descritores darão início ao processo de transformação dos indicadores desempenho em uma mesma base.

Neste último processo da etapa de estruturação, para todos os PVFs e PVEs que se apresentam ao final dos ramos da árvore dos pontos de vista, ou seja, que serão mensurados para caracterizar as alternativas de solução é construído uma escala ordinal específica. De acordo com a característica do PVF/E em questão e as informações disponíveis, pode-se determinar tanto escalas de intervalos numéricos quanto classificações qualitativas. Em um terceiro caso, quando há uma dificuldade de mensurar individualmente as alternativas de solução para tal critério, uma escala é criada a partir da comparação de atratividade dos impactos intangíveis.

Do problema exemplo da escolha de uma impressora apresentado por Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017), a FIGURA 2 mostra abaixo a criação de descritores qualitativos e quantitativos para os indicadores de qualidade de impressão e velocidade de impressão, respectivamente.

Figura 2 – Descritores do problema exemplo

Acrescentar um nó a Características de Impressão

Nome: Nome abreviado:

QUALITATIVO

Comentários:

Base de comparação:

☐ as opções

☐ as opções + 2 referências

☒ níveis qualitativos de performance:

☐ níveis quantitativos de performance:

☒ critério

OK Cancelar

Seguinte

Níveis de performance:

-	+	Nível qualitativo	Abreviado
1		As imagens impressas parecem produzidas num estúdio profissional	Muito boa
2		Boas cores, pode ser utilizada para reproduzir imagens	Bom
3		Os botões são raros e minúsculos, alguns defeitos ligeiros	Suficiente
4		A qualidade das cores é suficiente para imprimir esquemas, mas não imagens	Neutra
5		A qualidade das cores é suficiente apenas para imprimir texto a cor	Fraca

Acrescentar um nó a Características de Impressão

Nome: Nome abreviado:

QUANTITATIVO

Comentários:

Base de comparação:

☐ as opções

☐ as opções + 2 referências

☐ níveis qualitativos de performance:

☒ níveis quantitativos de performance:

☒ critério

OK Cancelar

Seguinte

Níveis de performance:

-	+	Nível quantitativo
1		11
2		10
3		9
4		8
5		7

Indicador:

Abreviado: Unidade:

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

O mesmo manual mostra que no problema exemplo, o ponto vista Design da Impressora não pode ser mensurado diretamente e, portanto, conforme mostra a FIGURA 3, uma comparação direta das alternativas sob esse critério é realizada.

Figura 3 – Descritor indireto do problema exemplo

	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister
Conan	nula	fraca	fraca	mod-fort	forte	forte	mt. forte
Bom		nula	fraca	positiva	positiva	positiva	fort-mfort
Ph			nula	mt. fraca	positiva	positiva	forte
Nomark				nula	moderada	moderada	mod-fort
Espon					nula	nula	frac-mod
Neutro					nula	nula	frac-mod
Sister							nula

Julgamentos consistentes

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Para as escalas ordinais quantitativas e qualitativas são definidas também pontos de referencia máximos e mínimos, apontados por Ensslin *et all* (2009) como o ponto BOM e o ponto NEUTRO. Essa técnica faz com que seja definido o sentido da ordenação da escala, bem como limites inferiores e superiores da escala cardinal que será desenvolvida na etapa de avaliação. Ainda que essas referências apresentem-se como limites superiores e inferiores, é possível que haja alternativas com desempenho superior ou inferior a ambos os limites, as quais terão então desempenho excepcional ou indesejável. Na FIGURA 2 é possível verificar que os pontos de referência máximos e mínimos foram estabelecidos tanto para ambos os critérios, sendo destacada em verde a condição máxima, e em azul a condição mínima.

Nota-se no terceiro caso de definição da escala ordinária, a escala criada pela comparação direta das alternativas, uma vantagem do método MACBETH. A possibilidade de comparar diretamente o desempenho das alternativas de solução para determinar uma ordenação aos critérios faz com que a utilização do método se destaque para condições onde há grandes dificuldades de mensurar as variáveis de influência. Um dos três principais desafios enfrentados por métodos MCDA.

2.2.1.2 MACBETH – Fase de Avaliação (Passos 3, 4, 5 e 6)

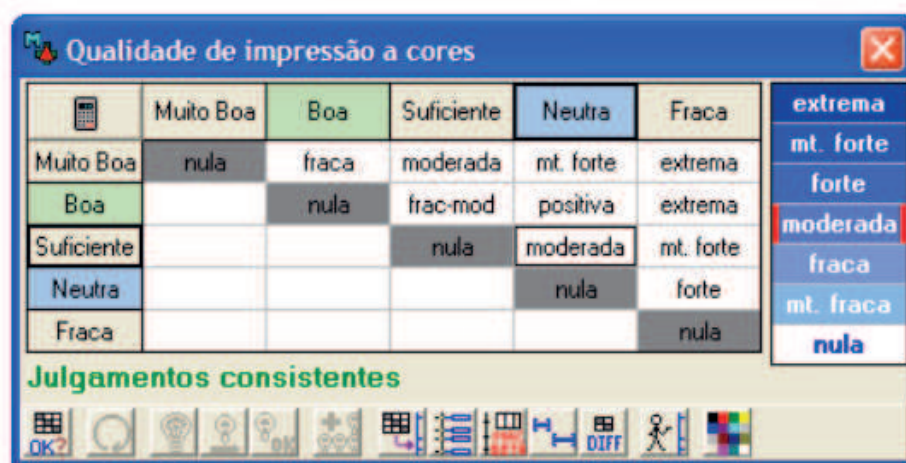
A fase de avaliação realizará as comparações de atratividade entre as faixas dos descritores, passo 3, e entre os pontos de vista fundamentais, passo 4. Assim, as ponderações estarão prontas para avaliar os desempenhos de cada uma das alternativas propostas, apresentados para cada um dos pontos de vista no passo 5. Por fim, no passo 6, uma avaliação final dos resultados e da influência de cada ponto de vista por meio da análise de sensibilidade e robustez.

Passo 3: Comparação de atratividade das faixas dos descritores

Com objetivo de finalizar a transformação da escala ordinal para cardinal, é solicitado aos agentes avaliadores que indiquem quão importante é ter um critério em uma faixa ou em outra. Bana e Costa, Ângulo-Meza e Oliveira (2013) mostram que o julgamento do decisor classificará de forma qualitativa a diferença de importância entre as faixas da escala dentro de sete categorias (neutra, muito Fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema).

A FIGURA 4 mostra o julgamento qualitativo realizado para um descritor do problema exemplo de Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017). Neste exemplo é utilizado um descritor qualitativo, mas procedimento idêntico também é realizado para descritores quantitativos. Quanto as descritores formados de forma indireta, esses já trazem consigo o julgamento qualitativo, e portanto não necessitam do procedimento deste terceiro passo.

Figura 4 – Comparação de atratividade entre faixas do descritor exemplo



	Muito Boa	Boa	Suficiente	Neutra	Fraca	
Muito Boa	nula	fraca	moderada	mt. forte	extrema	extrema
Boa		nula	frac-mod	positiva	extrema	mt. forte
Suficiente			nula	moderada	mt. forte	forte
Neutra				nula	forte	mt. fraca
Fraca					nula	nula

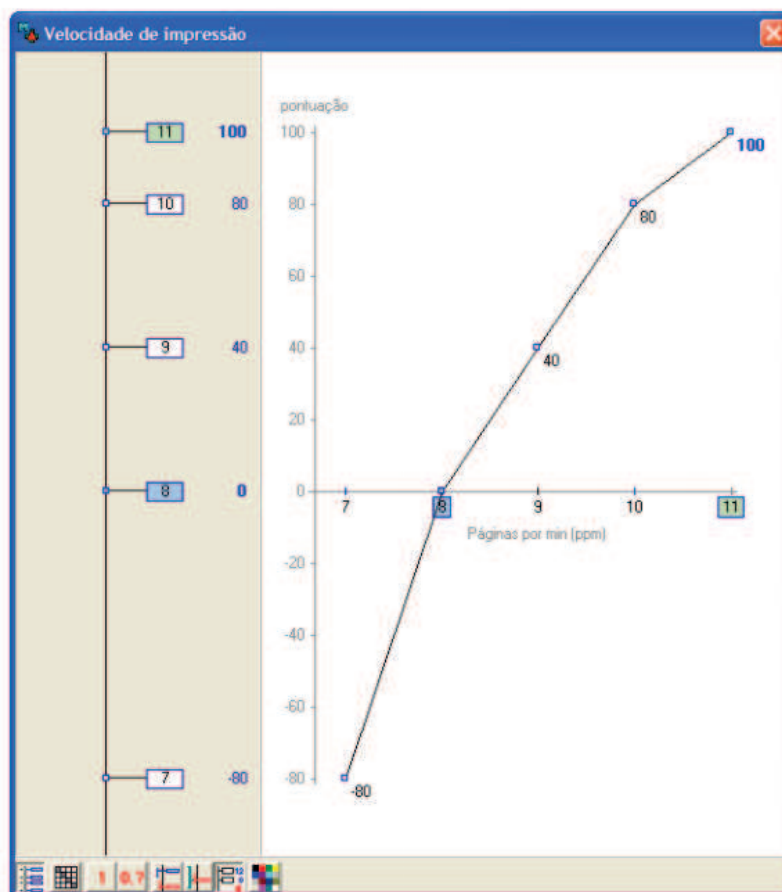
Julgamentos consistentes

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Com esse primeiro procedimento a escala cardinal dos critérios individuais é criada, possibilitando uma avaliação numérica do desempenho pontual das alternativas nos

determinados PVF/E. Uma escala gerada no problema exemplo para o ponto de vista Velocidade de impressão do manual de Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017) é apresentada na FIGURA 5. Esse procedimento define uma pontuação local cardinal para cada valor de desempenho.

Figura 5 – Escala gerada para PVF no problema exemplo



Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Para que a nova escala seja formada é necessário que o julgamento de valor realizado pelos decisores possa ser traduzido na relação matemática geradora da equação cardinal. Braz (2011) mostra que duas inconsistências podem ocorrer durante a avaliação da atratividade. Em uma primeira condição, o julgamento de valor realizado pode apresentar inconsistências semânticas, nas quais as diferenças de atratividade apontadas na combinação de três ou mais alternativas mostram dimensões numéricas incompatíveis. Em segunda instância podem ocorrer as inconsistências cardinais, nas quais o conjunto de avaliação não pode ser traduzido numericamente. Em ambos os casos, a inconsistência leva a um processo iterativo para reavaliação do julgamento.

Os problemas de inconsistência são avaliados no software M-MACBETH, o qual apresenta se os julgamentos estão conformes e em caso negativo direciona alterações. Na FIGURA 4 é possível observar que o julgamento foi considerado consistente e consequentemente não precisa de alterações. Já na FIGURA 6 um novo julgamento foi realizado, apresentando agora inconsistências. Dessa forma, o software M-MACBETH propõe alterações pontuais, indicando em qual sentido a comparação de atratividade deve ser modificada para garantir a consistência do julgamento completo.

Figura 6 – Julgamentos inconsistentes no problema exemplo



The screenshot shows the M-MACBETH software interface for a problem titled "Design da Impressora". It displays a comparison matrix between seven alternatives: Conan, Bom, Ph, Nomark, Espon, Neutro, and Sister. The matrix cells contain qualitative judgments such as "nula", "fraca", "mod-forc", "forte", "moderada", "positiva", "mt. fraca", "mod-forc", "nula", "frac-mod", and "nula". Several cells are highlighted in red, indicating inconsistent judgments. To the right of the matrix is a vertical scale with labels: extrema, mt. forte, forte, moderada, fraca, mt. fraca, and nula. Below the matrix, a red text box states "Julgamentos inconsistentes" and "Sugestão 1 de 4: 1 modificação(ões)". The bottom of the interface features a toolbar with various icons for navigation and editing.

	Conan	Bom	Ph	Nomark	Espon	Neutro	Sister
Conan	nula	fraca	fraca	mod-forc	forte	forte	mt. forte
Bom		nula	fraca	moderada	positiva	positiva	fort-mfort
Ph			nula	mt. fraca	positiva	positiva	forte
Nomark				nula	moderada	moderada	mod-forc
Espon					nula	nula	frac-mod
Neutro					nula	nula	frac-mod
Sister							nula

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

- **Passo 4: Comparação de atratividade entre pontos de vista.**

De forma semelhante a construção da escala cardinal, a ponderação da importância de cada PVF/E no resultado final é realizada. Novamente os agentes decisores julgam qualitativamente as diferenças de atratividade, entretanto, desta vez a comparação é realizada entre os PVF/Es. Bana e Costa, Ensslin e Costa (1998) mostram que o método MACBETH determina o peso de cada critério na avaliação global por meio do método *Swing* de ponderação. Neste a avaliação da atratividade relativa dos PVFs é aplicada a alternativas hipotéticas geradas para cada fator, tendo a configuração máxima na escala do PVF e neutra nos relacionados. Esse procedimento permitira a determinação da influencia de cada PVF no problema geral, produzindo o índice de avaliação global.

Para ilustrar esse procedimento, a ponderação dos pontos de vista do problema exemplo é apresentada na FIGURA 7, onde são comparados um a um os critérios de avaliação.

Novamente há a necessidade de garantir que os julgamentos sejam consistentes e para isso é possível contar com o auxílio do software M-MACBETH.

Figura 7 – Ponderação dos pontos de vista do problema exemplo



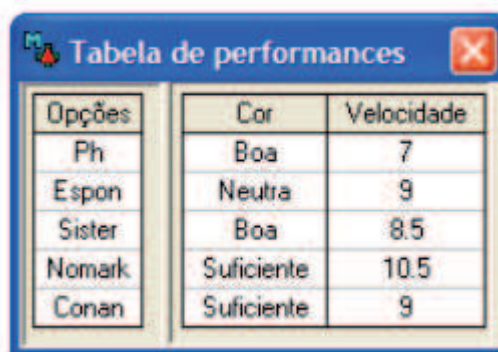
Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

- **Passo 5: Indicação do desempenho das alternativas e pontuação geral**

Definidos os pesos dos PVFs para o problema geral e a importância de cada uma de suas faixas de desempenho, o impacto total das alternativas propostas pode ser mensurado logo que forem apontados os desempenhos das alternativas em cada um dos PVFs e PVEs. O indicador de desempenho global ordenará todas as alternativas de acordo com as premissas elaboradas durante as etapas de estruturação e avaliação, indicando nesse sentido a mais benéfica.

Mais uma vez utilizando o problema exemplo de Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017), a FIGURA 8 mostra a indicação dos desempenhos das alternativas nos critérios mensuráveis, e a FIGURA 9 mostra a pontuação geral de cada alternativa, a qual é resultado da ponderação das pontuações locais de cada PVFs para os desempenhos indicados.

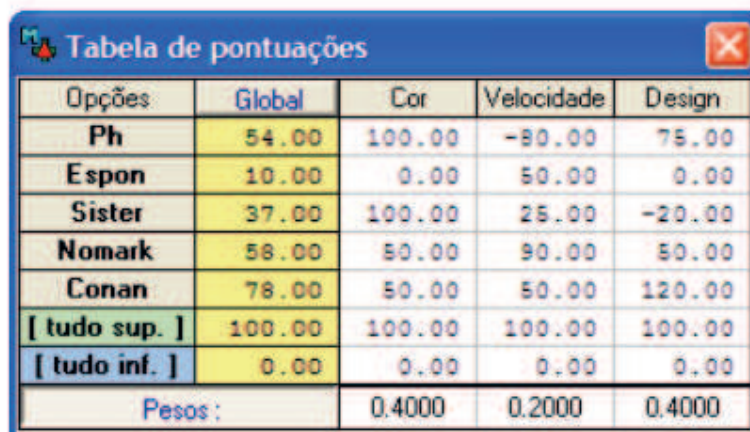
Figura 8 – Indicação de desempenho das alternativas no exemplo



Opções	Cor	Velocidade
Ph	Boa	7
Espon	Neutra	9
Sister	Boa	8.5
Nomark	Suficiente	10.5
Conan	Suficiente	9

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Figura 9 – Pontuação geral das alternativas no problema exemplo



Opções	Global	Cor	Velocidade	Design
Ph	54.00	100.00	-80.00	75.00
Espon	10.00	0.00	50.00	0.00
Sister	37.00	100.00	25.00	-20.00
Nomark	58.00	50.00	90.00	50.00
Conan	78.00	50.00	50.00	120.00
[tudo sup.]	100.00	100.00	100.00	100.00
[tudo inf.]	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos:		0.4000	0.2000	0.4000

Fonte: Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

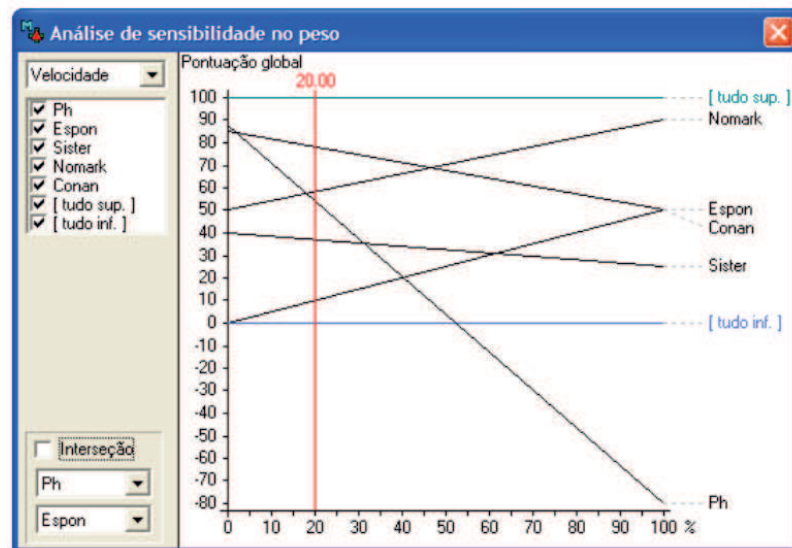
- **Passo 6: Análise de sensibilidade e Robustez**

Bana e Costa, Ensslin e Costa (1998) apresentam como último processo da fase de avaliação a interpretação dos resultados, analisando-os quanto à sensibilidade nas variações de PVFs e quanto a sua robustez. Para a sensibilidade uma análise gráfica apresenta o efeito da variação dos fatores no índice geral, novos resultados e os pontos de maior influência. Já para robustez a análise aborda em quais hipóteses as alternativas permaneceriam dominantes as outras, criando considerações sobre incertezas dos fatores.

A análise da sensibilidade do problema exemplo de escolha de uma impressora é apresentada na FIGURA 10 para as variações de peso da velocidade de impressão. O gráfico mostra o comportamento da pontuação geral ao alterar a importância da velocidade de impressão com relação aos outros critérios. Assim, é possível observar se há alteração na classificação das alternativas para condições distintas da levantada inicialmente.

O processo de avaliação da dominância de uma alternativa proposta sobre as outras é realizado na análise de robustez, a qual é exemplificada na FIGURA 11 com os dados apresentados por Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017) no manual do usuário M-MACBETH. Nessa figura os triângulos vermelhos representam a condições de dominância absoluta em que uma alternativa apresenta-se ao menos tão atrativa quanto outra alternativa em todos os critérios e em pelo menos um apresenta-se mais atrativa. Para o símbolo de somatório verde, tem-se uma dominância condicionada a condições delimitadas. Análise de robustez aplica condições de incerteza nas indicações de desempenho dos pontos de vista para entender a partir das definições de dominância absoluta e condicionada qual relação entre as alternativas avaliadas.

Figura 10 – Análise de sensibilidade da velocidade do problema exemplo



Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017).

Figura 11 - Análise de robustez do problema exemplo

Análise de robustez							
	[tudo sup.]	Conan	Nomark	Ph	Sister	Espon	[tudo inf.]
[tudo sup.]	=	+	▲	▲	▲	▲	▲
Conan		=	+	+	+	▲	▲
Nomark			=	?	+	▲	▲
Ph			?	=	+	+	+
Sister					=	+	+
Espon						=	▲
[tudo inf.]							=
Informação local				Informação global			
	ordinal	MACBETH	cardinal	ordinal	MACBETH	cardinal	
Cor	☒	☒	☒ ±0%	☒	☒	☒ ±0%	
Velocidade	☒	☒	☒ ±0%	☒	☒	☒ ±0%	
Design	☒	☒	☒ ±0%	☒	☒	☒ ±0%	

Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2017)

3 PROPOSTA DO MODELO DE DECISÃO

O levantamento das alternativas de terceirização dos processos produtivos surge com as condições externas de mercado e internas de capacidade produtivas, onde as organizações são pressionadas pela necessidade de garantir o desempenho produtivo e manter a competitividade. Para tanto, utilizam a terceirização de processos de forma que transformam as necessidades impostas em três objetivos principais:

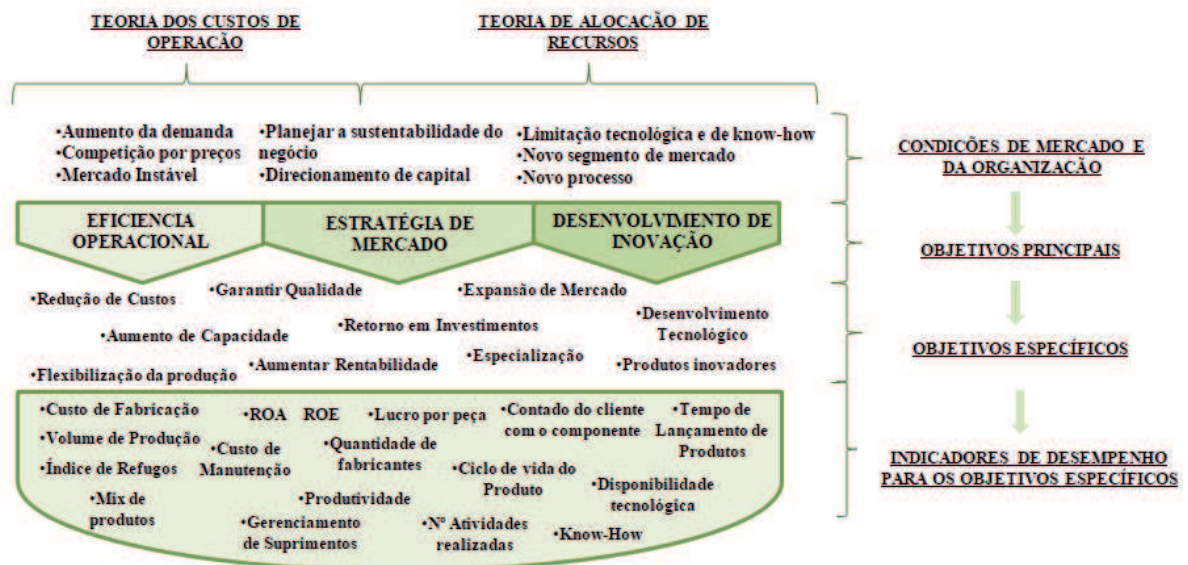
- O aperfeiçoamento da eficiência operacional;
- O direcionamento da estratégia de mercado;
- O desenvolvimento da inovação.

Dadas às condições específicas do momento em que se encontra uma organização, o processo de terceirização será formado por uma combinação dos três objetivos principais, direcionando a abordagem da avaliação das alternativas de terceirização.

Do ponto de vista do processo de decisão os objetivos principais são demasiadamente genéricos para compreender os efeitos das alternativas de terceirização, e por tanto, são estabelecidos objetivos específicos para traduzir o conceito geral dos objetivos principais em aspectos práticos. Esses são definidos com características específicas da indústria de manufatura, apresentando os pontos em que a terceirização atuará em prol dos propósitos definidos pelas condições iniciais. Ao entender os objetivos específicos e efeitos desejados, devem-se encontrar critérios para mensurar e avaliar tais efeitos, construindo as bases do processo de decisão.

A relação de causa e efeito das condições de mercado e da organização com os objetivos e indicadores de desempenho no contexto da terceirização de processos na indústria de manufatura é apresenta na figura 12.

Figura 12 - Fatores de influência na terceirização

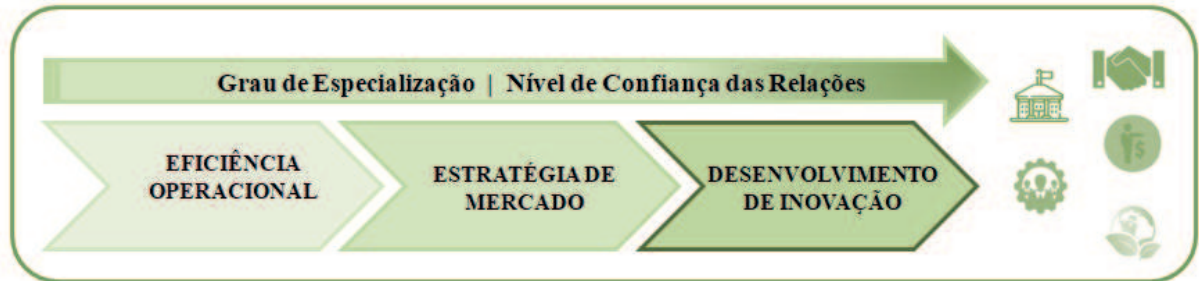


Fonte: O autor (2021)

De acordo com a teoria das relações sociais, as avaliações das alternativas de terceirização também devem considerar os efeitos sob a percepção da sociedade, do governo, do cliente, dos fornecedores e dos colaboradores internos. Dessa forma os critérios presentes nas análises relacionam-se tanto com os objetivos da organização quanto com os interesses sociais.

A FIGURA 13 resume o processo de evolução dos objetivos principais da terceirização, mostrando o aumento pela busca da especialização das atividades e o fortalecimento das relações de confiança em prol de competitividade, inovação e desenvolvimento. As alternativas de terceirização de atividade, propostas para adequar as organizações às condições presentes, estarão posicionadas em algum ponto do fluxo apresentado pela FIGURA 3, a qual mostra que além dos objetivos que as definirão, essas serão, em sua totalidade, influenciadas pelas relações sociais.

Figura 13 - Objetivos da terceirização e agentes de influência



Fonte: O autor (2021)

A FIGURA 14 apresenta os indicadores de desempenho utilizados para mensurar os efeitos da terceirização no âmbito das relações sociais. São apresentados indicadores para traduzir a percepção de cada um dos agentes influentes ou influenciados. Como exemplo, o Governo pode influenciar as decisões de terceirização incentivando que determinadas atividades sejam realizadas localmente, enquanto isso o meio ambiente pode ser influenciado por impactos ambientais da realização dessa atividade no local.

Figura 14 – Indicadores de relações sociais



Fonte: O autor (2021)

A FIGURA 15 propõe uma organização dos indicadores de desempenho oriundos das teorias de custo, alocação de recursos e relações sociais em duas categorias. A categoria dos Indicadores de Fornecimento, os quais tem aspecto voltado para caracterização de alternativas de fornecimento, e os Indicadores de Atividade, utilizados na identificação das atividades a

serem terceirizadas. As fronteiras tênues das categorias mostram que alguns indicadores são capazes de abordar o problema para ambos os aspectos. A categorização e os critérios apresentados na FIGURA 15 resumem os conceitos das referências bibliográficas percorridas no capítulo da fundamentação teórica relacionada ao processo de terceirização,

Figura 15 – Classificação de indicadores de desempenho



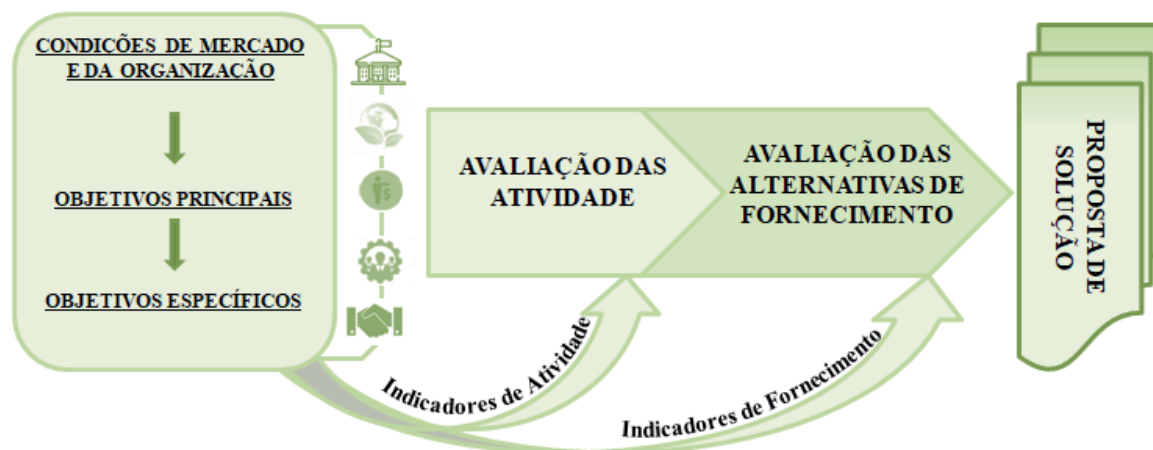
Fonte: O autor (2021)

Apresentada a classificação dos indicadores, propõe-se que depois de identificados os objetivos principais e específicos para atingir as condições impostas, as organizações devem primeiramente identificar o potencial de terceirização de cada uma de suas atividades. Posteriormente, recomenda-se a avaliação das possíveis alternativas de terceirização, variando-se os fornecedores e as condições de fornecimento.

Dessa forma, o fluxo apresentado na FIGURA 16 resume as etapas propostas para o processo de avaliação da terceirização como ferramenta de estratégia competitiva e de aperfeiçoamento operacional. Inicialmente ocorre a identificação das condições de mercado e da organização, e o desdobramento dessas condições em objetivos principais e específicos. Similarmente, os aspectos de relacionamento são identificados e delimitados para o problema em questão. Na sequência, são realizadas as avaliações das possíveis atividades a serem

terceirizadas e de suas alternativas de fornecimento, para as quais por meio indicadores de desempenho de atividade e de fornecimento são mensurados os efeitos gerais. Por fim, de acordo com os efeitos gerais, são reconhecidas as propostas de solução para atingir os objetivos considerados.

Figura 16 – Fluxo de avaliação da terceirização



Fonte: O autor (2021)

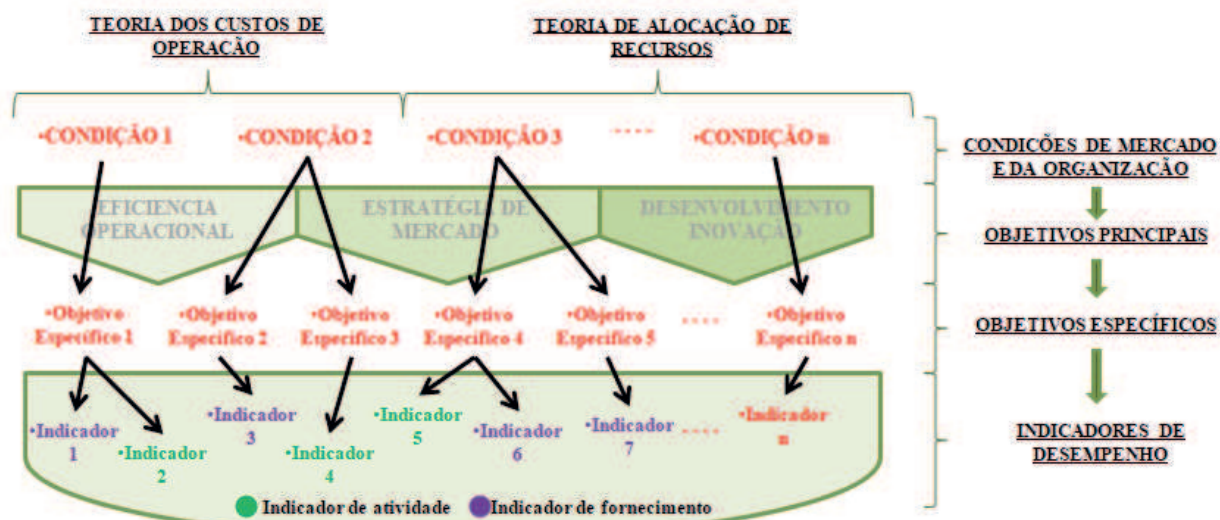
Uma vez apresentada a visão geral da proposta de abordagem para a terceirização da atividade de manufatura, a seguir são detalhadas as cinco etapas da proposta para o processo de avaliação de alternativas de terceirização.

3.1 PRIMEIRA ETAPA: DESCRIÇÃO DAS CONDIÇÕES E OBJETIVOS

Como ponto inicial do processo de análise, os responsáveis pela avaliação devem identificar as condições externas de mercado e internas da organização para qual o problema em questão será construído. De forma descritiva tais condições devem ser listadas, seguindo-se para o desdobramento dos objetivos principais, objetivos específicos e indicadores de desempenho.

O procedimento da primeira etapa é a aplicação da relação indicada na FIGURA 12, no problema específico, acrescentando diferenciação entre os indicadores de desempenho relacionados a avaliação das atividades e os indicadores relacionados a avaliação das alternativas de fornecimento. A seguir a FIGURA 17 propõe de forma genérica a apresentação da primeira etapa, mostrando o desdobramento das condições do problema até os indicadores de desempenho.

Figura 17 – Desdobramento genérico das Condições Iniciais



Fonte: O autor (2021)

3.2 SEGUNDA ETAPA: DESCRIÇÃO DOS RELACIONAMENTOS SOCIAIS

Os critérios que definem os impactos nos relacionamentos sociais podem ser apresentados de forma mais generalista do que objetivos específicos, trazendo exigências e interesses dos agentes sociais relevantes para os todos os problemas de terceirização. A abordagem genérica é proposta ao considerar que os impactos nas relações sociais não dependem dos objetivos determinados pela organização, e sim das exigências externas e vulnerabilidades inerentes do processo de terceirização.

Ainda sim, nesta etapa encontra-se o espaço para se necessário desenvolver critérios dos relacionamentos sociais específicos do problema em questão. Propõe-se que seja realizado assim como para os indicadores genéricos, uma organização quanto aos agentes interessados e ao tipo de abordagem.

O QUADRO 1 propõe os indicadores de desempenho genéricos para avaliar as relações sociais, resumindo os conceitos apresentados anteriormente na FIGURA 14 e diferenciando-os também quanto o campo de análise, sendo para atividades ou fornecimento. As informações contidas tanto no QUADRO 1 quanto na FIGURA 14 baseiam-se nas referências bibliográficas apresentadas no capítulo da fundamentação teórica.

Quadro 1 – Indicadores de relações genéricos propostos

 CLIENTES	 FORNECEDORES	 GOVERNO	 MEIO AMBIENTE	 FUNCIONÁRIOS
• Percepção de importância da atividade para Clientes • Imagem do fornecedor no mercado com cliente	• Dependência do fornecedor • Quantidade de fornecedores disponíveis • Capacidade de estabelecer contratos por desempenho	• Impacto na empregabilidade local • Concentração e monopólios • Incentivos gov. para atividade local	• Atendimento das legislações ambientais • Impacto da atividade industrial no meio ambiente	• Quantidade de mão de obra capacitada • Visão interna dos colaboradores sobre a atividade

● Indicador de atividade ● Indicador de fornecimento

Fonte: O autor (2021)

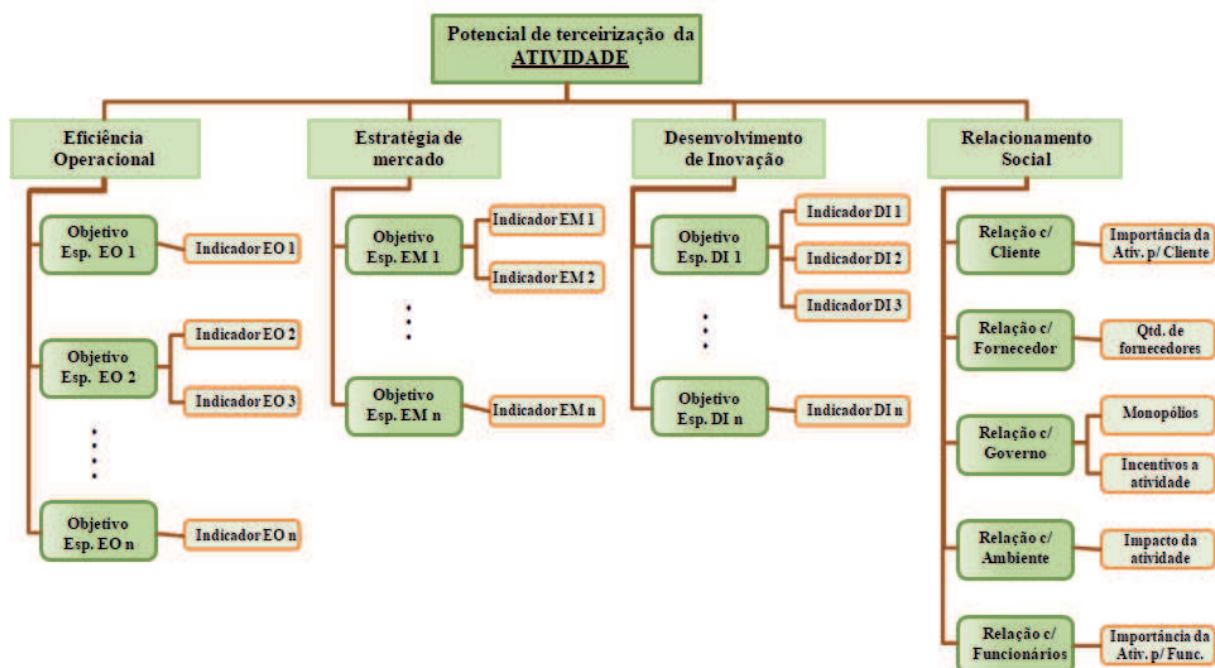
3.3 TERCEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES PARA TERCEIRIZAÇÃO

Inicialmente, a organização deve levantar as atividades que podem ser terceirizadas. Por meio do método de avaliação multicritério MACBETH, as atividades poderão ser ordenadas de acordo com os indicadores de desempenhos relacionados à caracterização da atividade, levantados nas duas primeiras etapas. A aplicação do método MACBETH, como definido no subcapítulo da fundamentação teórica, envolve:

A fase de estruturação da análise de atividades é parcialmente construída já na primeira e segunda etapa do modelo proposto por esse trabalho, onde foi realizada a caracterização do problema e a definição dos objetivos e indicadores desempenho, ou PVFs e PVEs na nomenclatura do MACBETH. Para concluir a estruturação, tem-se que organizar os objetivos e indicadores na árvore de pontos de vista fundamentais, e definir os descritores da cada um dos indicadores de desempenho.

A árvore dos pontos de vista tem seu topo comum para todas as análises, sendo formado pelos objetivos principais e efeitos os efeitos de relacionamento social, enquanto os ramos são específicos para os desdobramentos de indicadores de cada problema. Uma representação da árvore é apresentada na FIGURA 18, propondo a estrutura comum e a genérica. Nessa os indicadores de desempenho de relação social relativos a avaliação das atividades já foram apresentados, pois já foram completamente definidos.

Figura 18 – Árvore de pontos de vista genérica para análise de atividades



Fonte: O autor (2021)

A **definição dos descritores e seus pontos de referência máximos e mínimo** é uma tarefa analítica que deve ser realizada pelo avaliador. Para as condições ideais onde os objetivos são plenamente atingidos são definidos os pontos de referência de máximo, e para as condições do parâmetro que torna a alternativa indesejável, definem-se os pontos de mínimos. As faixas intermediárias dependeram das características de cada indicador, devendo ser avaliada caso a caso. Propõe-se que sejam documentas e explicadas a definição de cada descritor, assim a análise poderá futuramente ser revisitada e reconsiderada.

A **fase de avaliação da análise de atividades** trás a comparação de atratividade tanto para as faixas ordinais dos indicadores desempenho definidas com os descritores, quanto para os indicadores entre si. Em ambos os casos o avaliador deve novamente julgar analiticamente a ponderação, relacionando as considerações realizadas com os objetivos principais e condições apresentadas para o problema. Para os indicadores de desempenho que não puderem ser relacionados aos objetivos, como alguns dos derivados dos relacionamentos sociais, a ponderação será dada de acordo com o grau de restrição que o critério impõe ao problema, apresentando a máxima atratividade relativa para aquele que apresentar a maior restrição. A conclusão da fase de avaliação é dada com indicação do desempenho de cada uma das atividades analisadas nos parâmetros considerados na árvore de pontos fundamentais, gerando, de acordo com a ponderação estabelecida, uma pontuação geral. Esta pontuação é

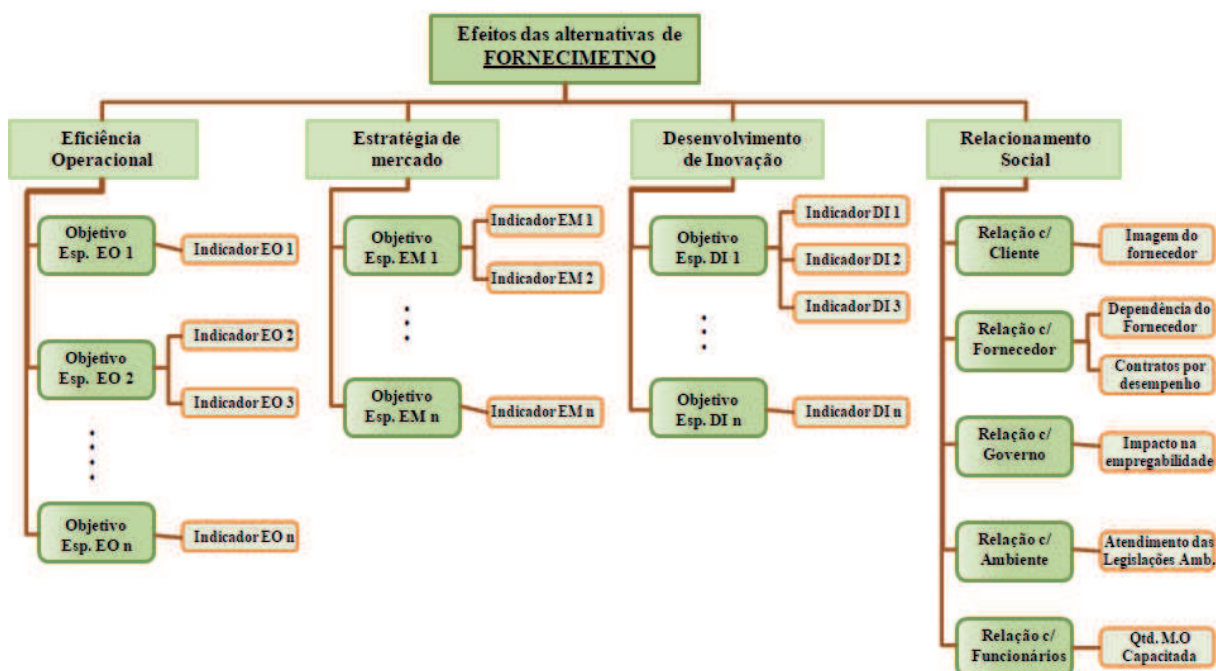
validada pela análise de sensibilidade e robustez, levando às considerações finais que indicaram o potencial de terceirização de cada atividade.

3.4 QUARTA ETAPA: AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE FORNECIMENTO

Identificada uma atividade potencial para terceirização, devem ser avaliar as alternativas de fornecimento para essa atividade, direcionando efetivamente uma proposta prática para atingir os objetivos desejados. O processo de avaliação das alternativas de fornecimento é construído de forma semelhante ao processo realizado para a avaliação das atividades potenciais, utilizando novamente o método MACBETH. As fases de estruturação e avaliação são novamente realizadas considerando agora os indicadores de desempenho para fornecimento.

A fase de estruturação da análise de fornecimento parcialmente desenvolvida utiliza os indicadores de desempenho relativos ao fornecimento levantados nas duas primeiras etapas e levanta as alternativas para terceirização da atividade em questão. Constrói-se mais uma vez a árvore de pontos de vista fundamentais, como os mesmos objetivos princípios e indicadores de relacionamento genéricos para fornecimento apresentados no quadro 1. A árvore genérica para avaliação de fornecimento é apresentada na FIGURA 19. Para os descritores o mesmo processo realizado na fase de estruturação da análise das atividades, julgando agora os novos indicadores.

Figura 19 - Árvore de pontos de vista genérica para análise de fornecimento



Fonte: O autor (2021)

A fase de avaliação da análise de fornecimento é novamente realizada com as comparações de atratividade baseadas nos objetivos e nas restrições, permitindo por meio da indicação de desempenho de cada alternativa nos critérios considerados, uma pontuação geral para classificar essas alternativas de fornecimento. Mais uma vez, as análises de sensibilidade e robustez são realizadas para entender os efeitos de variação dos indicadores e a confiabilidade dos resultados.

3.5 QUINTA ETAPA: APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO

Propõe-se para a etapa final, que seja realizada uma apresentação da proposta de solução gerada, mostrando como a terceirização de determinada atividade pode auxiliar a organização a atingir os objetivos principais. Nessa etapa é feita a consolidação dos resultados obtidos na terceira e quarta etapa, trazendo também de forma unificada o conhecimento adquirido nas análises de sensibilidade e robustez realizada nas avaliações das atividades potenciais e das alternativas de fornecimento. Essa interpretação simultânea dos resultados das etapas anteriores permite que essa etapa final avalie se a alternativa de terceirização apresentada é de fato a mais adequada para as condições delimitadas, ou se novos processos devem ser

realizados para suprimir as incertezas. Com essas características e propósitos definidos é proposta a divisão da quinta etapa nos dois procedimentos descritos a seguir.

Comparação simultânea da robustez e da sensibilidade nas avaliações das atividades e das alternativas de fornecimento, a fim de verificar se há necessidade análises mais complexas antes de realizar as recomendações finais. Para tanto é necessário identificar quão dominantes são as atividades e as alternativas de fornecimento apontadas como solução. Neste sentido, para as análises em que após a verificação da robustez, das incertezas e da sensibilidade houver pouca dominância, ou ainda oscilação na proposta de solução com maior pontuação geral em ambas as análises, da terceira e da quarta etapa, fica definida a necessidade ampliar os estudos. De forma oposta, ao ser verificada a preponderância de uma atividade sobre as demais e/ou a preponderância de uma alternativa de fornecimento sobre as demais, é possível recomendar com mais segurança uma proposta de solução.

Conclusão e recomendações para a tomada de decisão envolvendo as condições e objetivos delimitados. Neste processo final é proposta uma apresentação formal e resumida das recomendações de alternativas de terceirização, seja apontando para a necessidade de maiores estudos, ou para a indicação de uma proposta definida. Para ambos os casos, uma justificativa correlacionada com o atendimento, ou a incertezas deste para com os objetivos principais, deve ser formalizada.

4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO

O modelo proposto, desenvolvido para suportar tomadas decisões quanto à de alternativas de terceirização, será neste capítulo aplicado a um problema real, demonstrando a execução prática dos procedimentos pospostos no capítulo anterior e produzindo ao final um direcionamento do caso para os agentes decisores da organização. Serão avaliadas as alternativas de terceirização das atividades de manufatura da Embraco, fabricante multinacional de compressores herméticos de refrigeradores.

4.1 A EMPRESA E SUAS ATIVIDADES DE MANUFATURA

Fundada em 1971 na cidade de Joinville-SC, a Embraco, hoje pertencente ao grupo Japonês Nidec Corporation, apresenta ao mercado soluções em refrigeração para as quais trás como principal produto os compressores herméticos de refrigeradores. A produção de seu principal produto é realizada ao mundialmente em quatro plantas fabris, seguindo por ordem de volume de produção: Brasil, México, Eslováquia e China. Nessas plantas estão estabelecidas as atividades de manufatura que compõem o compressor hermético.

Conhecido como coração do refrigerador esse produto é composto por diversos componentes, assim como mostra a FIGURA 20. Com funcionalidades distintas e constituídos de diferentes materiais, cada um dos componentes do compressor apresenta um ou mais processo de fabricação em sua produção completa. Assim, a concepção do produto final é dada por uma série de atividades de manufatura, específicas de cada componente, findando em um processo final de montagem.

Não é escopo deste trabalho detalhar todos os processo de fabricação envolvidos na produção dos componentes do compressor hermético, entretanto uma descrição geral para os principais componentes é realizada a seguir com intuito familiarizar o leitor com as atividades que serão levantadas nas alternativas de terceirização.

Carcaça – Geralmente constituída de aço, a carcaça é fabricada por meio da estampagem de bobinas de aço em prensas hidráulicas.

Motor elétrico – O componente conversor de energia elétrica em energia mecânica é dividido nos dois subcomponentes a seguir.

Rotor – Elemento central do motor, fabricado através da fundição de aço carbono e material magnético.

Estató - Elemento do motor, composto por laminas de aço e metal magnético, as quais são estampadas em prensas rápidas e tratadas termicamente, e por enrolamentos de cobre trançados por braços robóticos.

Mufla de Sucção – Componente plástico fabricado por um processo de injeção de polímero

Cabeçote – Fabricado por injeção de alumínio em injetoras de alta temperatura.

Bloco metálico – Composto de uma Liga de Ferro-Carbono, elemento é fundido, pré-usinado com etapas de furação, rosqueamento e faceamento, finalizado em uma operação de usinagem de brunimento.

Eixo – Composto de uma Liga de Ferro-Carbono, elemento é fundido, pré-usinado com etapas de furação finalizado com retificação.

Pistão – Composto de uma Liga de Ferro-Carbono, elemento é sinterizado, pré-usinado com etapas de furação, e finalizado com retificação.

Placa válvula – Composto de uma Liga de Ferro-Carbono, elemento é sinterizado, usinado com etapas de brunimento e retificação.

Figura 20 – Componentes do compressor hermético



Fonte: Adaptado de Satomayor (2013)

4.2 O PROBLEMA PROPOSTO E APLICAÇÃO DO MODELO

Apresentada a organização, o produto final, os principais componentes, e seus processos de fabricação de forma geral, uma avaliação da terceirização das atividades é a seguir desenvolvida por meio das cinco etapas propostas no modelo descrito no capítulo três.

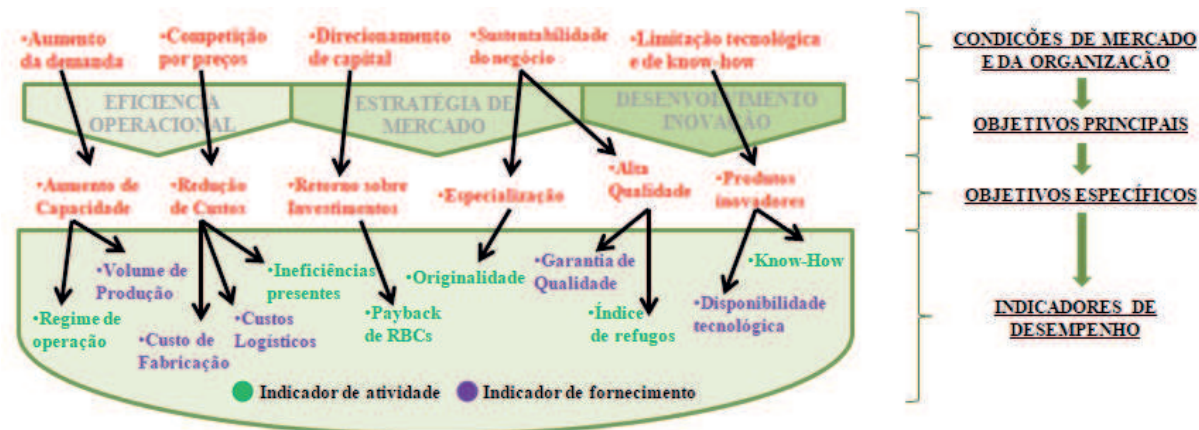
4.2.1 Aplicação da 1ª etapa: Descrição das condições e objetivos do problema

Situando-se como uma das principais fabricantes de compressores herméticos no mundo, a Embraco enfrenta uma alta demanda de produção impulsionada pela exportação de seus produtos, buscando continuamente o aumento da capacidade produtiva. Da mesma forma que a demanda da organização está presente em diversos países, o seguimento industrial de compressores de refrigeração está amplamente difundido apresentando alta competição, o que reflete diretamente busca por ofertas de preços baixos e a necessidade de redução de custos de produção. Assim definem-se os objetivos primordiais da organização no presente momento, o aumento da capacidade produtiva e a redução dos custos de produção.

Recentemente adquirida pelo grupo Japonês Nidec Corporation, a organização-mãe busca estruturar o negocio de compressores de forma sustentável, garantindo a competitividade da empresa. Para isso busca-se manter produtos de alta qualidade com características específicas que os diferenciem da concorrência, realizando investimentos no parque fabril que possuam retornos de curto e médio. Assim, surge a necessidade de direcionar os recursos às atividade com alto potencial de desenvolvimento e/ou baixa demanda de investimentos, observando quais as capacidades tecnológicas internas e externas que possibilitaram ainda o desenvolvimento de novas soluções para o mercado. Desta forma, como objetivos secundários, define-se a garantia de alta qualidade, o rápido de retorno de investimentos, a especialização das atividades e desenvolvimento de produtos inovadores.

Os objetivos recém-definidos para atender as condições de mercado e da organização representam os objetivos específicos à que se propõem as alternativas de terceirização de atividades. Tais objetivos serão mensurados por indicadores de desempenho que caracterização as atividades e alternativas de fornecimento. A seguir, a FIGURA 21 apresenta o desdobramento das condições até os indicadores para a avaliação da terceirização proposto.

Figura 21 – Desdobramento das condições iniciais do problema



Fonte: O autor (2021)

O detalhamento de cada um dos objetivos específicos e seus indicadores de desempenho usados para mensurar as atividades e alternativas de fornecimento é apresentado a seguir.

Aumento de Capacidade – Verifica-se o aumento da capacidade produtiva para suprir o aumento de demanda sobre os dois indicadores a seguir.

Regime de operação – Representa a quantidade de horas de produção para atender a demanda presente. Apresentado em quantidade de turnos e escalas de revezamentos (1T, 2T, 3T, 1R, 2R, 3R), mostra a alta disponibilidade de capacidade para atividades que operam em 1T e indisponibilidade para 3R.

Volume de produção – Apresenta a capacidade de produção unitária semanal de cada fornecedor para determinado componente.

Redução de Custos – Três indicadores resumem para o problema os efeitos de custos, sendo um para avaliar atividades e dois para avaliar fornecimentos, apresentados a seguir.

Ineficiências Presentes – Busca indicar as atividades com maiores perdas de desempenho. Mensuradas quantitativamente de acordo com a diferença entre a produtividade real e a meta.

Custos de fabricação – Mensura de forma direta custo unitário de fabricação de cada componente para cada alternativa de fornecimento. Chamado também de custo de transformação é somatória dos custos de Materiais indiretos, manutenção e Mão de obra direta, os quais serão considerados de forma unificada.

Custos logísticos – Mostra qualitativamente a complexidade do controle logístico de suprimento para cada alternativa de fornecimento.

Retorno sobre investimento – Busca qualificar as atividades que garantiram rápidos retornos para novos direcionamentos de capital.

Payback de RBCs – Apresenta em anos qual o prazo para que os ganhos de determinado investimentos tornem-se iguais ao montante investido. Avalia cenários de investimento para restabelecimento das condições básicas de operação das atividades ou para mitigar obsolescência.

Especialização – Para garantir a atuação da organização em atividades que estejam relacionadas aos diferenciais competitivos no momento presente e futuro, mensuram-se as atividades pelo seguinte indicador.

Originalidade – Indica quão original e específica é determinada atividade, sendo muito originais as atividades específicas ao setor de atuação da empresa ou a métodos empregados na manufatura. Por outro lado, pouco originais são as atividades quais possuem semelhança em diversas áreas de atuação.

Alta qualidade – Como forma de garantir a sustentabilidade do negócio, o objetivo de garantir produtos com alta qualidade é definido. Para isso dois indicadores de desempenho são utilizados conforme a seguir.

Índice de Refugos – Avalia quantitativamente as atividades de acordo com a proporção de refugos gerados para determinada quantidade de componentes produzidos.

Garantia de Qualidade – Percentualmente compara a capacidade de cada fornecedor entregar componentes sem desvios de qualidade.

Produtos inovadores – Para contribuir com o desenvolvimento da organização, propõe-se avaliar a capacidade da empresa criar produtos inovadores por meio dos dois indicadores a seguir.

Know-how - Mensura qualitativamente o conhecimento prático da organização para realizar determinada atividade. Esse indicador remete ao histórico de desenvolvimento e direcionamento de investimentos da organização em cada atividade.

Disponibilidade tecnológica – Apresenta qualitativamente a disponibilidade de recursos que cada fornecedor possui para executar determinada atividade.

4.2.2 Aplicação da 2ª etapa: Descrição dos relacionamentos sociais da Embraco

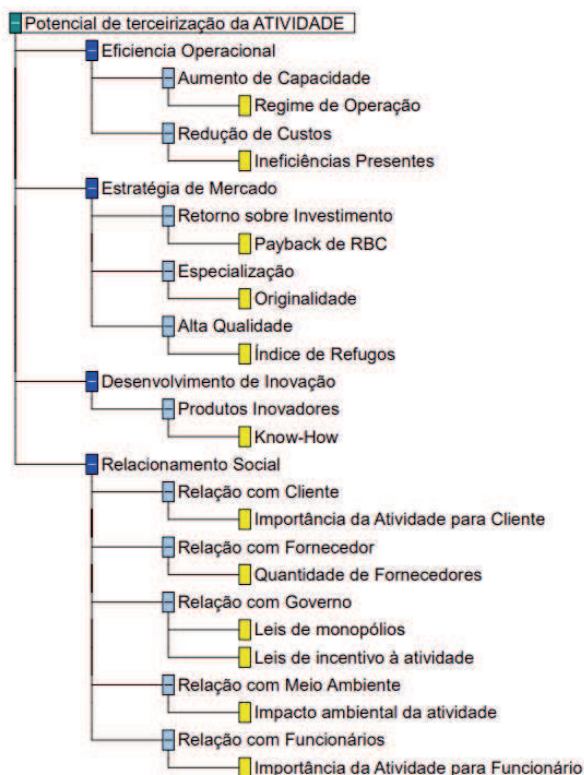
Este trabalho utilizará os aspectos generalistas apresentados no quadro 1 para considerar os impactos das alternativas de terceirização sobre o aspecto dos relacionamentos sociais. Não serão considerados indicadores específicos para o presente problema.

Assim, essa segunda etapa resume-se em retomar os indicadores de desempenho do quadro 1 e direcioná-los de acordo com o tipo de abordagem, para atividade ou fornecimento, às etapas seguintes.

4.2.3 Aplicação da 3ª Etapa: Avaliação das atividades de fabricação do compressor

Em primeiro momento a árvore de pontos de vista, ou de objetivos principais e indicadores de desempenho é construída para dar início à avaliação das possíveis atividades de fabricação do compressor a serem terceirizadas. A seguir a FIGURA 22 apresenta a árvore construída no software M-MACBETH, utilizando os indicadores de desempenho relacionados à avaliação das atividades.

Figura 22 – Árvore de objetivos e indicadores de atividade



Fonte: O autor (2021)

Com a árvore de objetivos e indicadores estruturada, segue-se para a definição dos descritores de cada indicador de desempenho, criando por meio das medidas quantitativas e qualitativas as faixas de desempenho ordinais e seus pontos de referência. A seguir, a definição de cada descritor é justificada e ilustrada no padrão estabelecido pelo software M-MACBETH, bem como a comparação de atratividade entre cada uma das faixas estabelecidas o que resulta na escala cardinal M-MACBETH.

Regime de operações – Foram estabelecidas seis condições qualitativas para o regime de operação, partindo da operação em um turno (44 horas semanais) até três revezamentos (168 horas semanais). Conforme mostra a FIGURA 23, foram estabelecidos pontos máximos e mínimos em 2T e 1R, para representar a propensão à terceirização das atividades com alta carga operacional comprometida. Ainda na FIGURA 23 são julgadas a atratividade relativa entre cada faixa.

Figura 23 – Descritor e Julgamento do Regime de Operação

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1	3R	3R
2	2R	2R
3	1R	1R
4	3T	3T
5	2T	2T
6	1T	1T

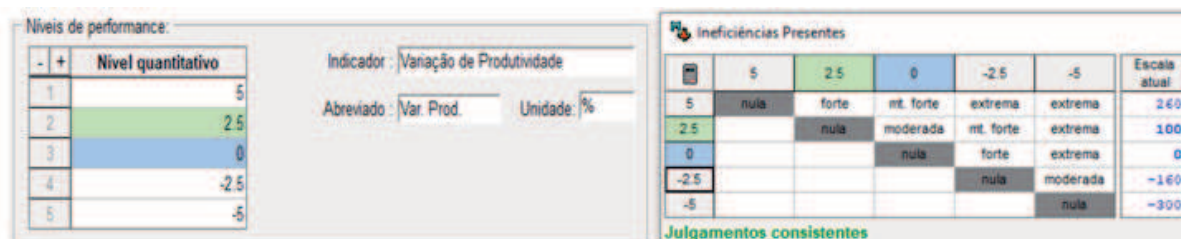
Regime de Operação							
	3R	2R	1R	3T	2T	1T	Escala atual
3R	nula	forte	mt. forte	extrema	extrema	extrema	249
2R		nula	moderada	mt. forte	extrema	extrema	160
1R			nula	moderada	forte	mt. forte	100
3T				nula	fraca	moderada	40
2T					nula	fraca	0
1T						nula	-30

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Ineficiências presentes – Quantitativamente estabeleceu-se faixas percentuais para representar a variação de produtividade real que cada atividade apresenta com relação a produtividade meta estabelecida pela empresa. A produtividade é o número encontrado pela razão do volume de produção e a quantidade de mão de obra utilizada. Assim, conforme mostra a FIGURA 24, a produtividade pode variar entre -5 à +5, sendo que para esse caso os números negativos significam que a atividade apresenta produtividade real maior que a meta. Ainda na FIGURA 24, o julgamento de atratividade mostra que são mais atrativas as opções que apresentam maior variação de produtividade, pois essas estão operando com mais mão de obra direta para a mesma produção e assim gerando mais custos, indicando-as como oportunidades para terceirizar e garantir mais eficiência.

Figura 24 - Descritor e Julgamento de Ineficiências presentes



Fonte: O autor (2021)

Payback de RBC – O retorno dos investimentos foi classificado quantitativamente em cinco faixas, variando de um ano até cinco anos, e julgada sua atratividade conforme mostra FIGURA 25. Sendo três anos o tempo máximo desejável para o retorno do capital investido defini-se desejável terceirizar aquelas atividades que necessitem de investimento com prazos maiores de retorno.

Figura 25 - Descritor e Julgamento de Payback de RBC



Fonte: O autor (2021)

Originalidade – Quatro faixas qualitativas foram estabelecidas para mensurar quão específica e original é uma atividade. As faixas são apresentadas na FIGURA 26 juntamente com o julgamento de atratividade, o qual mostra ser mais atrativas as opções que apresentarem atividades mais comuns, pois assim direcionando à especialização da organização.

Figura 26 - Descritor e Julgamento de Originalidade

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1	Muito Comum	M. Comum
2	Comum	Comum
3	Original	Original
4	Muito Original	M. Orig.

Originalidade					
	M. Comum	Comum	Original	M. Original	Escala atual
M. Comum	nula	forte	mt. forte	extrema	130
Comum		nula	forte	extrema	100
Original			nula	mt. forte	0
M. Original				nula	-120

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Índices de refugos – Foi construída uma escala quantitativa com seis faixas para descrever o índice de refugos. Para as atividades com grandes quantidades de refugo por mil peças produzidas, é dada a preferência para terceirização, pois nessas atividades há grandes custos com não qualidade. A FIGURA 27 mostra esse descritor quantitativo e seu julgamento de atratividade.

Figura 27 - Descritor e Julgamento de Índice de Refugos

Níveis de performance:		
-	+	Nível quantitativo
1		50
2		40
3		30
4		20
5		10
6		0

Indicador: Refugo por mil peças produzidas		Abreviado: Qtd. Refugo		Unidade: ppm	
--	--	------------------------	--	--------------	--

Índice de Refugos						
	50	40	30	20	10	0
50	nula	moderada	forte	mt. forte	extrema	extrema
40		nula	moderada	forte	mt. forte	mt. forte
30			nula	fraca	forte	forte
20				nula	moderada	moderada
10					nula	mt. fraca
0						nula

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Know-How – Qualitativamente o Know-how da empresa para determinada atividade é descrito em 4 faixas, conforme mostra a FIGURA 28. O julgamento de atratividade também apresentado na FIGURA 8 mostra ser mais atrativa a terceirização das atividades em que a empresa apresenta pouco ou muito pouco conhecimento, o que indica a possibilidade de existir fabricantes com maior desempenho.

Figura 28 - Descritor e Julgamento Know-How

Níveis de performance:		
- +	Nível qualitativo	Abreviado
1	Muito Pouco Conhecimento	M.P. Conhec.
2	Pouco Conhecimento	P. Conhec.
3	Algum conhecimento	A. Conhec.
4	Muito Conhecimento	M. Conhec.

Know-How					
	M.P. Conhec.	P. Conhec.	A. Conhec.	M. Conhec.	Escala atual
M.P. Conhec.	nula	fraca	forte	extrema	100
P. Conhec.		nula	moderada	mt. forte	51
A. Conhec.			nula	forte	0
M. Conhec.				nula	-100

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Importância da atividade para o cliente – O indicador de relacionamento social com os clientes é descrito qualitativamente em quatro faixas de desempenho, variando a importância da atividade ao cliente. A FIGURA 29 mostra que as quatro faixas são ordenadas de forma que quanto menor a importância da atividade, mais propensa à terceirização está a atividade. O julgamento de atratividade também na FIGURA 29 indica que as atividades com muita importância para o cliente são extremamente menos atrativas do que todas as outras, o que confere uma pontuação na escala extremamente baixa para aquelas atividades que apresentarem essa característica.

Figura 29 - Descritor e Julgamento de Importância para Cliente

Níveis de performance:		
- +	Nível qualitativo	Abreviado
1	Nenhuma Importância	N. Import.
2	Pouca Importância	P. Import.
3	Alguma Importância	A. Import.
4	Muita Importância	M. Import.

Importância da Atividade para Cliente					
	N. Import.	P. Import.	A. Import.	M. Import.	Escala atual
N. Import.	nula	moderada	mt. forte	extrema	175
P. Import.		nula	forte	extrema	100
A. Import.			nula	extrema	0
M. Import.				nula	-200

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Quantidade de Fornecedores – Para representar a possibilidade de dependência da empresa de fornecedores terceiros, o indicador de quantidade de fornecedores é descrito qualitativamente em quatro faixas. Quanto mais fornecedores disponíveis para realizar determinada atividade, mais atrativa essa será para terceirização. A FIGURA 30 apresenta o descritor de quatro faixas qualitativas e julgamento de atratividade, mostrando que se houver muito poucos fornecedores a atividade apresentará uma escala extremamente baixas (-120) pois haverá grandes chances de dependência.

Figura 30 - Descritor e Julgamento de Quantidade de Fornecedores

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Muitos Fornecedores
2		Alguns Fornecedores
3		Poucos Fornecedores
4		Muito Poucos Fornecedores
		Abreviado
		M. Fornec.
		A. Fornec.
		P. Fornec.
		M.P. Fornec.

Quantidade de Fornecedores					
	M. Fornec.	A. Fornec.	P. Fornec.	M.P. Fornec.	Escala atual
M. Fornec.	nula	mt. fraca	moderada	extrema	100
A. Fornec.		nula	fraca	mt. forte	60
P. Fornec.			nula	mt. forte	0
M.P. Fornec.				nula	-120

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Leis de monopólios – Protegendo os interesses sociais o governo regulamenta a concentração de atividades, avaliando processos transferência de atividades de uma empresa à outra. De forma qualitativa essa condição é representada pelo descritor apresentado na FIGURA 31, a qual mostra também o julgamento de atratividade onde é extremamente mais atrativo as opções em que a terceirização da atividade que não enfrentará problemas legais.

Figura 31 - Descritor e Julgamento de Monopólios

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Não há Concentração
2		Muita Concentração
		Abreviado
		N. Concen.
		M. Concen.

	N. Concen.	M. Concen.	Escala atual
N. Concen.	nula	extrema	100
M. Concen.		nula	0

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Leis de incentivo à atividade – De acordo com o tipo de atividade e local em que será realizada essa atividade, o governo pode aplicar incentivos econômicos. Esse efeito é considerado no problema de terceirização por meio do descritor apresentado na FIGURA 32. Nessa para as opções em que as atividades realizadas pela empresa não possuem nenhum incentivo governamental específico, mostra-se uma oportunidade para terceirização, se apresentado assim como mais atrativa do que atividades que possuem alguns ou muitos incentivos.

Figura 32 - Descritor e Julgamento de Leis de incentivo à atividade

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Nenhum Incentivo
2		Alguns Incentivos
3		Muitos Incentivos

Leis de incentivo à atividade				
	N. Incent.	A. Incent.	M. Incent.	Escala atual
N. Incent.	nula	forte	extrema	100
A. Incent.		nula	mt. forte	0
M. Incent.			nula	-125

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Impacto ambiental da atividade – Qualitativamente os impactos ambientais são apresentados na FIGURA 33 pelo descritor com quatro faixas, onde quanto maior o impacto ambiental mais vantajosa a terceirização torna-se a atividade. Isso porquê, considera-se que atividades com grandes impactos ambientais devem ser direcionadas a empresas altamente especializadas para tal execução, atendendo as questões legais.

Figura 33 - Descritor e Julgamento de Impacto ambiental da atividade

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Muitos Impactos Ambientais
2		Alguns Impactos Ambientais
3		Poucos Impactos Ambientais
4		Muito poucos Impactos Ambientais

Impacto ambiental da atividade				
	M. Impact.	A. Impact.	P. Impact.	M P Impact.
M. Impact.	nula	forte	mt. forte	extrema
A. Impact.		nula	forte	mt. forte
P. Impact.			nula	mt. forte
M P Impact.				nula

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Importância da atividade para os funcionários – Para as atividades com alta importância para os funcionários a terceirização pode apresentar-se como prejudicial, influenciando negativamente no relacionamento interno da organização. Assim, de acordo com as quatro faixas do descritor apresentado na FIGURA 34, o julgamento da atividade é realizado como mostra a mesma figura. É possível observar que atividades que se apresentarem como muito importantes para os funcionários serão extremamente menos atrativas que todas as outras.

Figura 34 - Descritor e Julgamento Importância da atividade para Funcionário

Níveis de performance:		
-	Nível qualitativo	Abreviado
1	Nenhuma Importância	N. Import. F.
2	Pouca Importância	P. Import. F.
3	Alguma Importância	A. Import. F.
4	Muita Importância	M. Import. F.

Importância da Atividade para Funcionário					
	N. Import. F.	P. Import. F.	A. Import. F.	M. Import. F.	Escala atual
N. Import. F.	nula	forte	forte	extrema	150
P. Import. F.		nula	forte	extrema	100
A. Import. F.			nula	extrema	0
M. Import. F.				nula	-200

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Construídos os descritores e os julgamentos de atratividade para cada um deles, encerra-se a fase de estruturação do método MACBETH e segue-se na fase de avaliação com o julgamento de atratividade entre os indicadores, o que produzirá a ponderação de cada um dos critérios na análise final.

O processo de comparação da atratividade entre cada um dos indicadores é uma tarefa analítica que se relaciona diretamente com a proposta da organização. Para o presente problema construiu-se a matriz de julgamento dos indicadores de atividade apresentada na FIGURA 35, para a qual utilizou-se de dois direcionamentos fundamentais expostos a seguir.

Atratividade dos relacionamentos sociais – Os indicadores de relacionamento sociais foram primeiramente avaliados, entendendo-se que esses se tratam de condições que devem primeiramente respeitadas e assim apresentam maior importância do que os indicadores relacionados aos objetivos. Dentre os indicadores de relacionamento a ordem de importância foi indicada decrescente conforme segue: Atendimento da lei de monopólio; Importância para cliente; Impacto ambiental; Importância para os funcionários; Quantidade de fornecedores disponíveis.

Atratividade dos indicadores relacionados a objetivos - Após indicar a atratividade dos indicadores de relacionamento, os campos não preenchidos da matriz de julgamento foram avaliados de acordo com a priorização das necessidades da organização. Assim, os indicadores de eficiência operacional foram priorizados, em especial o regime de operação, o qual permitirá o aumento de capacidade. Na sequência os indicadores de estratégia de mercado e posteriormente os indicadores de desenvolvimento de inovação.

Figura 35 – Matriz de Julgamento dos indicadores de atividade

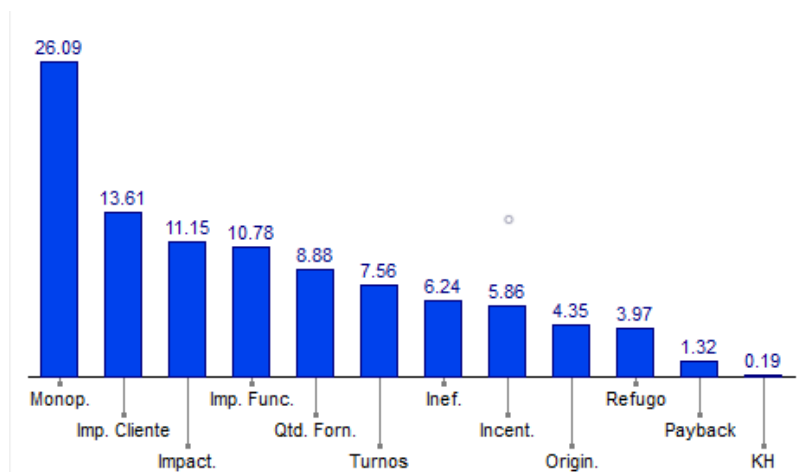
Ponderação (Potencial de terceirização da ATIVIDADE)													
	[Monop.]	[Imp. Cliente]	[Impact.]	[Imp. Func.]	[Qtd. Forn.]	[Turnos]	[Inef.]	[Incent.]	[Origin.]	[Refugo]	[Payback]	[KH]	[tudo inf.]
[Monop.]	nula	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	positiva
[Imp. Cliente]		nula	moderada	moderada	forte	forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	extrema	positiva
[Impact.]			nula	fraca	moderada	forte	forte	forte	forte	forte	mt. forte	mt. forte	positiva
[Imp. Func.]				nula	moderada	forte	forte	forte	forte	forte	mt. forte	mt. forte	positiva
[Qtd. Forn.]					nula	moderada	moderada	moderada	forte	forte	mt. forte	mt. forte	positiva
[Turnos]						nula	moderada	moderada	forte	forte	forte	mt. forte	positiva
[Inef.]							nula	fraca	moderada	moderada	forte	forte	positiva
[Incent.]								nula	moderada	moderada	forte	forte	positiva
[Origin.]									nula	fraca	moderada	forte	positiva
[Refugo]										nula	moderada	forte	positiva
[Payback]											nula	fraca	positiva
[KH]												nula	positiva
[tudo inf.]													nula

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

A avaliação da atratividade de cada indicador de desempenho permitiu que fosse definida a ponderação dos critérios na avaliação geral, a qual é mostrada na FIGURA 36. Essa figura traduz a importância de cada indicador, assim como explicado acima. Com maior importância os indicadores de relacionamento sociais, seguidos pelos indicadores de eficiência operacional, estratégia de mercado e desenvolvimento de inovação.

Figura 36 – Ponderação dos indicadores de atividade



Fonte: O autor (2021)

Com os descritores e ponderações definidas, uma avaliação geral de atividade pôde ser realizada, e para isso opções de atividades para terceirização foram indicadas, conforme apresenta a FIGURA 37. Dez atividades relacionadas à fabricação dos componentes de compressor e a própria montagem destes foram relacionadas.

Figura 37 – Opções de atividades para terceirização

-	+	Nome	Nome abreviado
1		Montagem de Compressores	Montagem
2		Estampagem da Carcaça	Estampagem
3		Corte Lâminas do Estator	Corte Lâminas
4		Tratamento Térmico das Lâminas do Estator	TT Lâminas
5		Injeção de Alumínio do Cabeçote	Injeção Al.
6		Furação e Rosqueamento de Blocos	Pré-usinagem de Bloc
7		Brunimento Blocos	Brunimento
8		Furação de Eixos	Pré-usinagem de eixo
9		Retificação de Eixos	Retificação de Eixos
10		Brunimento e Retificação de Placa válvula	Usinagem de Placa

Fonte: O autor (2021)

Cada uma das opções de atividades foi avaliada dentro dos descritores elaborados na fase de estruturação do método MACBETH, refletindo as condições reais dos processos na empresa. O quadro 2 apresenta as avaliações das dez opções de atividades para os doze indicadores de desempenho.

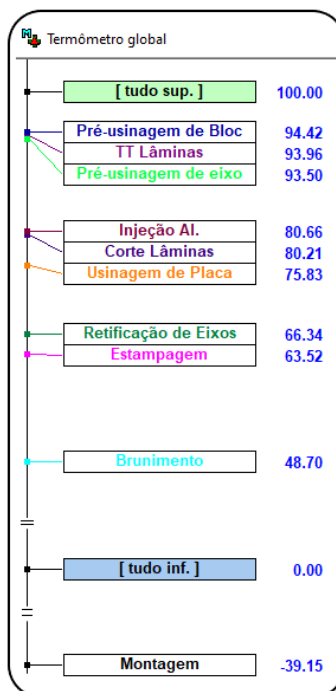
Quadro 2 – Avaliação dos indicadores para as opções de atividade

Opções	Turnos	Inef.	Payback	Origin.	Refugo	KH	Imp. Cliente	Qtd. Forn.	Monop.	Incent.	Impact.	Imp. Func.
Montagem	1R	-0.5	2.5	M. Original	15	M. Conhec.	M. Import.	M.P Fornec.	N. Concen.	M. Incent.	M. P. Impact.	M. Import. F.
Estampagem	3T	0	3.5	Original	40	A. Conhec.	A. Import.	P. Fornec.	N. Concen.	N. Incent.	A. Impact.	P. Import. F.
Corte Lâminas	2R	1.5	2	Comum	30	A. Conhec.	P. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	N. Incent.	P. Impact.	A. Import. F.
TT Lâminas	3R	3	3	M. Comum	20	P. Conhec.	A. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	N. Incent.	A. Impact.	P. Import. F.
Injeção Al.	2T	0	2	M. Comum	20	P. Conhec.	P. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	N. Incent.	A. Impact.	P. Import. F.
Pré-usinagem de Bloc	2R	2	4	M. Comum	30	A. Conhec.	N. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	A. Incent.	A. Impact.	A. Import. F.
Brunimento	2R	1	2.5	Comum	20	A. Conhec.	P. Import.	M.P Fornec.	N. Concen.	M. Incent.	P. Impact.	A. Import. F.
Pré-usinagem de eixo	2R	1.5	3.5	M. Comum	35	A. Conhec.	N. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	A. Incent.	A. Impact.	A. Import. F.
Retificação de Eixos	1R	0.5	4.5	Original	35	A. Conhec.	P. Import.	P. Fornec.	N. Concen.	A. Incent.	A. Impact.	A. Import. F.
Usinagem de Placa	3T	0	2	Comum	15	A. Conhec.	P. Import.	A. Fornec.	N. Concen.	N. Incent.	P. Impact.	P. Import. F.

Fonte: O autor (2021)

As informações de desempenho de cada uma das opções nos doze critérios foram transformadas na escala cardinal apresentada para cada descritor e ponderadas de acordo com a FIGURA 36, gerando pontuação geral para classificar as opções, assim como mostra a FIGURA 38.

Figura 38 – Pontuação geral das opções de atividade.

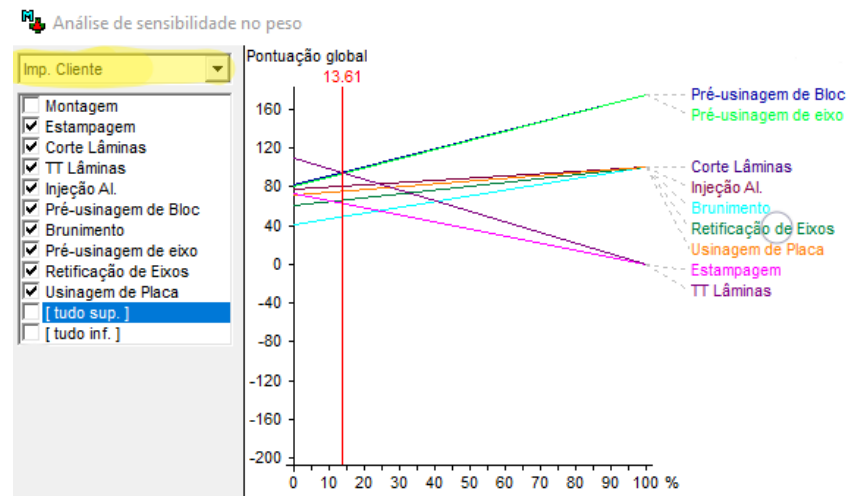


Fonte: O autor (2021)

As atividades de pré-usinagem de bloco, tratamento térmico das lâminas de estator e a pré-usinagem de eixo ocuparam a primeira, a segunda e a terceira classificação, respectivamente. Todas as três atividades apresentaram pontuações próximas do limite superior, com pequenas diferenças entre si. O resultado reflete as características semelhantes das três atividades: alta carga no regime de operação, presença de ineficiências, baixa originalidade das atividades e alto payback dos investimentos para restauração das condições básicas. Por outro lado, ao não ter nenhuma importância para o cliente final e apresentar alto índice de refugos, a pré-usinagem de bloco (furação e rosqueamento) destaca-se das demais opções.

Para entender a influência dos critérios as análises de sensibilidade foram realizadas, e conforme mostra a FIGURA 39, a maior pontuação da pré-usinagem de bloco e de eixo está diretamente relacionada com a baixa importância das atividades para o cliente. É possível observar na FIGURA 39 que se ponderação desse critério fosse elevada, as duas atividades se isolariam nas primeiras posições. Esse fato dar-se pela baixa influência das furações e rosqueamento dos blocos e eixos nas propriedades finais do compressor, sendo assim pouco percebidos pelos clientes.

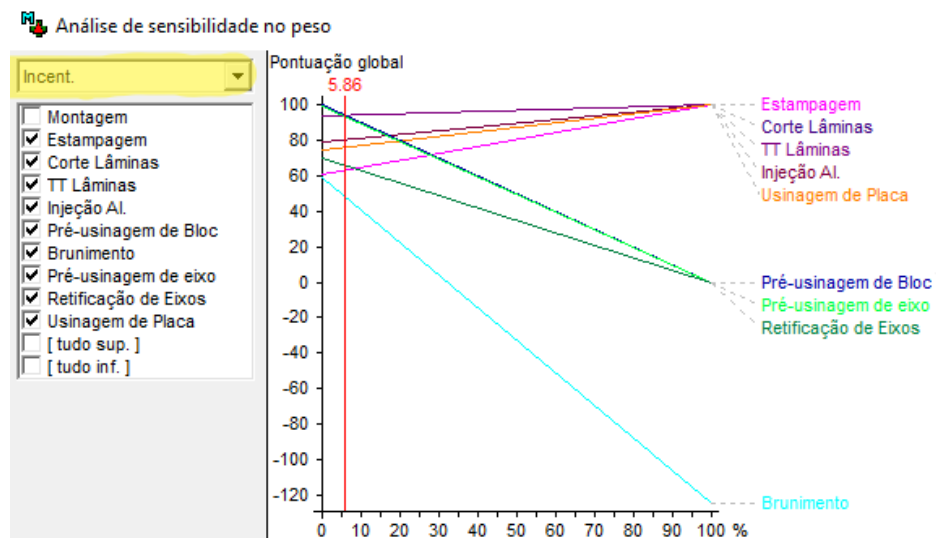
Figura 39 – Análise de sensibilidade da importância da atividade para o cliente



Fonte: O autor (2021)

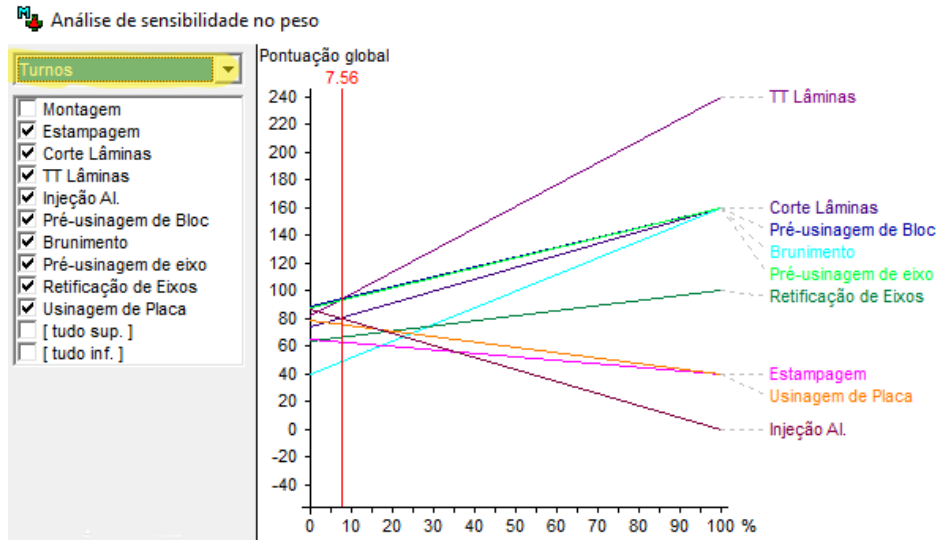
Análise semelhante é realizada para os incentivos governamentais a atividade, o regime de operação e para as ineficiências presentes. As FIGURAS 40, 41 e 42 apresentam as análises de sensibilidade para esses três critérios, respectivamente. Na primeira, FIGURA 40, é possível observar que se ponderação dos incentivos aumentam, a pontuação da pré-usinagem de bloco e de eixo diminuem e logo o tratamento térmico das lâminas se isola na primeira posição. O mesmo acontece para quando a ponderação do regime de operação e da presença de ineficiência aumenta, destacando ainda mais o tratamento térmico como principal atividade para terceirização.

Figura 40 - Análise de sensibilidade do incentivo governamental à atividade



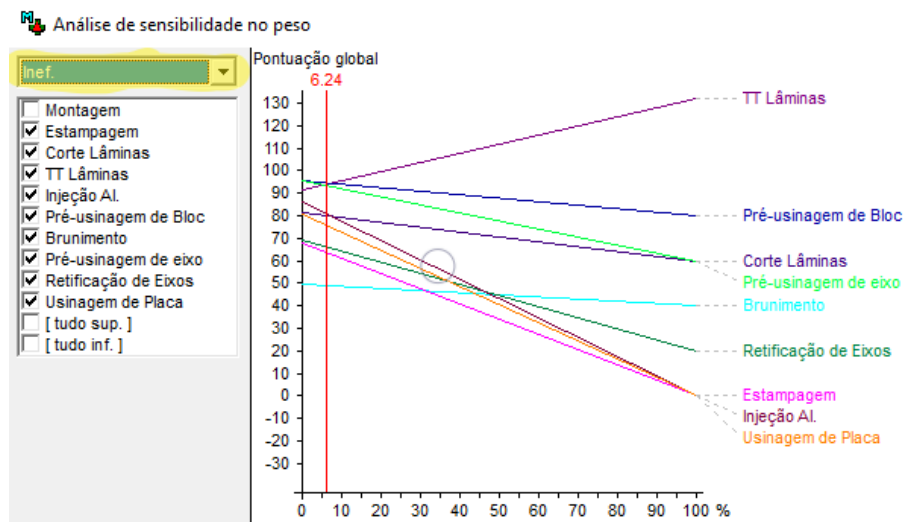
Fonte: O autor (2021)

Figura 41 - Análise de sensibilidade do regime de operação da atividade



Fonte: O autor (2021)

Figura 42 - Análise de sensibilidade da presença de ineficiência



Fonte: O autor (2021)

O último procedimento da terceira etapa realiza a avaliação de robustez, mostrando as condições de dominância de uma opção sobre as outras. A FIGURA 43 apresenta que para as considerações apresentadas nos julgamentos dos descritores na ponderação dos critérios a atividade de pré-usinagem é dominante, mas apenas sobre tais condições. É possível observar

o símbolo de adição verde que indica tal condição na matriz da FIGURA 43. Entretanto se retirarmos as condições de ponderação global dos critérios, conforme mostra a FIGURA 44, a condição de dominância da atividade de pré-usinagem de bloco torna-se incerta quando relacionada a ao tratamento térmico, a injeção de alumínio e a pré usinagem de eixo.

Figura 43 – Dominância das opções de atividades com ponderação

Análise de robustez

	[tudo sup.]	Pré-usinagem de Bloc	TT Lâminas	Pré-usinagem de eixo	Injeção Al.	Corte Lâminas	Usinagem de Placa	Retificação de Exos	Estampagem	Brunimento	[tudo inf.]	Montagem
[tudo sup.]	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de Bloc		=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TT Lâminas			=	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de eixo				=	+	+	+	+	+	+	+	+
Injeção Al.					=	+	+	+	+	+	+	+
Corte Lâminas						=	+	+	+	+	+	+
Usinagem de Placa							=	+	+	+	+	+
Retificação de Exos								=	+	+	+	+
Estampagem									=	+	+	+
Brunimento										=	+	+
[tudo inf.]											=	+
Montagem												=

Informação local			
	ordinal	MACBETH	cardinal
Turnos	✓	✓	✓ ±0%
Inef.	✓	✓	✓ ±0%
Payback	✓	✓	✓ ±0%
Origin.	✓	✓	✓ ±0%
Refugo	✓	✓	✓ ±0%
KH	✓	✓	✓ ±0%
Imp. Cliente	✓	✓	✓ ±0%
Qtd. Forn.	✓	✓	✓ ±0%
Monop.	✓	✓	✓
Incent.	✓	✓	✓ ±0%
Impact.	✓	✓	✓ ±0%
Imp. Func.	✓	✓	✓ ±0%

Informação global			
	ordinal	MACBETH	cardinal
?	✓	✓	✓ ±0%

Fonte: O autor (2021)

Figura 44 - Dominância das opções de atividade sem ponderação

Análise de robustez

	[tudo sup.]	Pré-usinagem de Bloc	Pré-usinagem de eixo	Injeção Al.	TT Lâminas	Corte Lâminas	Usinagem de Placa	Retificação de Exos	Estampagem	Brunimento	Montagem	[tudo inf.]
[tudo sup.]	=	?	?	+	?	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de Bloc		=	?	?	?	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de eixo			=	?	?	+	+	+	+	+	+	+
Injeção Al.				=	?	?	+	+	+	+	+	+
TT Lâminas					=	?	?	?	+	?	+	+
Corte Lâminas						=	?	?	?	+	+	+
Usinagem de Placa							=	?	+	+	+	+
Retificação de Exos								=	?	+	+	+
Estampagem									=	?	+	+
Brunimento										=	+	+
Montagem											=	+
[tudo inf.]												=

Informação local			
	ordinal	MACBETH	cardinal
Turnos	✓	✓	✓ ±0%
Inef.	✓	✓	✓ ±0%
Payback	✓	✓	✓ ±0%
Origin.	✓	✓	✓ ±0%
Refugo	✓	✓	✓ ±0%
KH	✓	✓	✓ ±0%
Imp. Cliente	✓	✓	✓ ±0%
Qtd. Forn.	✓	✓	✓ ±0%
Monop.	✓	✓	✓
Incent.	✓	✓	✓ ±0%
Impact.	✓	✓	✓ ±0%
Imp. Func.	✓	✓	✓ ±0%

Informação global			
	ordinal	MACBETH	cardinal
?	✓	✓	✓ ±0%

Fonte: O autor (2021)

Por fim, se considerarmos a ponderação dos critérios, mas acrescentarmos incertezas na indicação dos critérios mais complexos ou mais instáveis de serem mensurados, como Payback de RBC, índice de Refugo, importância para cliente, quantidade de fornecedores, impacto ambiental e importância para os funcionários, a condição de dominância é alterada

como apresentada na FIGURA 45. Sobre essas condições de incertezas não ficam estabelecidas dominâncias entre as três opções de atividade com maior pontuação, a pré-usinagem de bloco, o tratamento térmico e a pré-usinagem de eixo.

Figura 45 - Dominância das opções de atividade com incertezas

Análise de robustez

	[tudo sup.]	Pré-usinagem de Bloc	TT Lâminas	Pré-usinagem de eixo	Corte Lâminas	Injeção Al.	Usinagem de Placa	Retificação de Eixos	Estampagem	Brusamento	[tudo inf.]	Montagem
[tudo sup.]	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de Bloc		=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TT Lâminas		?	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pré-usinagem de eixo			?	=	+	+	+	+	+	+	+	+
Corte Lâminas					?	?	+	+	+	+	+	+
Injeção Al.						=	+	+	+	+	+	+
Usinagem de Placa							=	+	+	+	+	+
Retificação de Eixos								=	+	+	+	+
Estampagem									=	+	+	+
Brusamento										=	+	+
[tudo inf.]											=	+
Montagem												=

Informação local			
	ordinal	MACBETH	cardinal
Turnos	✓	✓	✓ ±10%
Inef.	✓	✓	✓ ±10%
Payback	✓	✓	✓ ±10%
Origin.	✓	✓	✓ ±10%
Refugo	✓	✓	✓ ±10%
KH	✓	✓	✓ ±10%
Imp. Cliente	✓	✓	✓ ±10%
Old. Form.	✓	✓	✓ ±10%
Monop.	✓	✓	✓
Incent.	✓	✓	✓ ±10%
Impact.	✓	✓	✓ ±10%
Imp. Func.	✓	✓	✓ ±10%

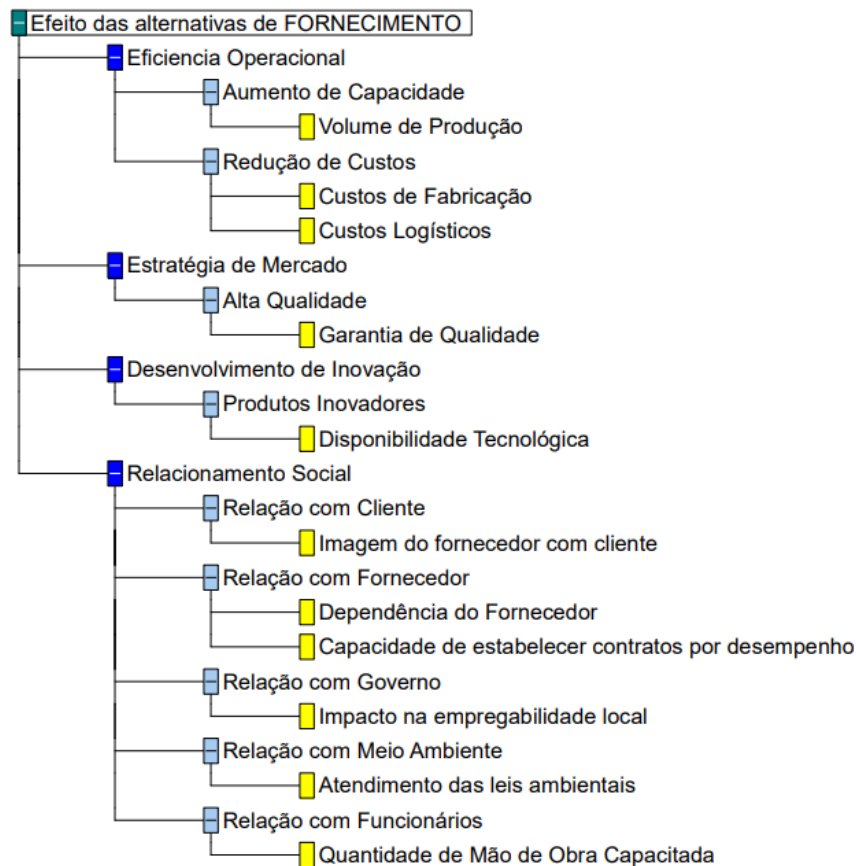
Informação global			
ordinal	MACBETH	cardinal	
✓	✓	✓ ±10%	

Fonte: O autor (2021)

4.2.4 Aplicação da 4ª Etapa: Avaliação de alternativas de fornecimento de pré-usinagem de bloco

A aplicação da quarta etapa é realizada para alternativas de fornecimento da atividade de pré-usinagem de bloco, a atividade com maior pontuação na avaliação pelo método MACBETH da etapa anterior. Novamente a árvore de pontos de vista é construída, agora com os indicadores de desempenho para avaliar fornecimento, assim como mostrado na FIGURA 46.

Figura 46 – Árvore de objetivos e indicadores de fornecimento



Fonte: O autor (2021)

Para os indicadores de desempenho da árvore de pontos de vista de fornecimento são criados um descritores com faixas de desempenho gerando escalas ordinais. Posteriormente são julgadas as atratividades relativas de cada faixa de desempenho e gerada a escala cardinal de cada indicador. A seguir os indicadores, os julgamentos e as escalas cardinais são apresentados para cada um dos critérios.

Volume de produção – São definidas seis faixas para representar quantitativamente o volume de produção de milhares blocos por semana. Alinhado com o objetivo da organização de aumento de produção, o julgamento apresentado na FIGURA 47, juntamente com o descritor, mostra a maior atratividade das faixas de maior volume.

Figura 47 - Descritor e julgamento do volume de produção



Fonte: O autor (2021)

Custo de fabricação – Representado pelo custo unitário de pré-usinagem de um bloco, o custo de fabricação tem o descritor estabelecido em seis faixas quantitativas conforme mostra a FIGURA 48. O julgamento também mostrado na mesma figura indica a preferência por menores custos.

Figura 48 - Descritor e julgamento do custo de fabricação



Fonte: O autor (2021)

Custos logísticos – A complexidade do gerenciamento da operação logística é utilizada para representar qualitativamente os custos logísticos do fornecimento. Assim, a FIGURA 49 apresenta quatro faixas para a complexidade do gerenciamento logístico, para as quais julgam-se mais atrativas as de baixo custos, ou de outra forma, de simples gerenciamento.

Figura 49 - Descritor e julgamento dos custos logísticos

Níveis de performance:

-	+	Nível qualitativo	Abreviado
1		Custo Baixo - Gerenciamento Simples	Baixo
2		Custo médio - Gerenciamento Normal	Médio
3		Custo Alto - Gerenciamento Difícil	Alto
4		Custo muito alto - Gerenciamento extremamente complexo	Muito Alto

Custos Logísticos

	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	Escala atual
Baixo	nula	fraca	forte	mt. forte	150
Médio		nula	forte	mt. forte	100
Alto			nula	forte	0
Muito Alto				nula	-100

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Garantia de qualidade – Para indicar quanto uma opção de fornecimento contribui para a garantia de qualidade é definida uma escala quantitativa de cinco faixas, utilizando a quantidade percentual de componentes fabricados de acordo com as especificações de qualidade. Neste sentido as faixas com maiores níveis de atendimento são consideradas, como mostra a FIGURA 50, mais atrativas.

Figura 50 - Descritor e julgamento da garantia de qualidade

Níveis de performance:

-	+	Nível quantitativo
1		98
2		97
3		96
4		95
5		94

Indicador:

Garantia da qualidade

Abreviado:

Grant. Qualid.

Unidade:

%

69

Garantia de Qualidade

	98	97	96	95	94	Escala atual
98	nula	moderada	forte	mt. forte	extrema	150
97		nula	moderada	forte	mt. forte	100
96			nula	moderada	forte	50
95				nula	moderada	0
94					nula	-50

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Disponibilidade tecnológica – A aproximação da avaliação de fornecimento sobre os aspectos de inovação dá-se pela compreensão da disponibilidade tecnológica de cada fornecedor. Para isso, quatro faixas qualitativas são criadas no descritor da FIGURA 51, julgando mais atrativas as que apresentam maior disponibilidade tecnológica.

Figura 51 - Descritor e julgamento de disponibilidade tecnológica

Níveis de performance:

-	+	Nível qualitativo	Abreviado
1		Tecnologia avançada	Avançado
2		Tecnologia moderna	Moderno
3		Tecnologia difundida	Difundida
4		Tecnologia antiga	Antiga



Disponibilidade Tecnológica

	Avançado	Moderno	Difundida	Antiga	Escala atual
Avançado	nula	fraca	moderada	mt. forte	130
Moderno		nula	fraca	mt. forte	100
Difundida			nula	mt. forte	0
Antiga				nula	-200

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Imagem do fornecedor com o cliente – O descritor do indicador de relação social de imagem do fornecedor com o cliente é definido em quatro faixas qualitativas, conforme mostra a FIGURA 52. Para os fornecedores com pouca ou nenhuma interação com clientes é definida a faixa de imagem sem relevância, a qual é o ponto de referência inferior do descritor. Assim sendo, se houver uma condição de imagem deteriorada essa influenciará negativamente a pontuação da opção. O julgamento também apresentado na FIGURA 52 mostra como a imagem deteriorada é extremamente menos atrativa que todas as outras.

Figura 52 - Descritor e julgamento da imagem do fornecedor com o cliente

Níveis de performance:

-	+	Nível qualitativo	Abreviado
1		Imagem de excelência	Excelência
2		Imagem boa	Boa
3		Imagem sem relevância	Sem relevância
4		Imagem deteriorada	Deteriorada

Imagem do fornecedor com cliente

	Excelência	Boa	Sem relevância	Deteriorada	Escala atual
Excelência	nula	forte	extrema	extrema	210
Boa		nula	moderada	extrema	100
Sem relevância			nula	extrema	0
Deteriorada				nula	-200

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Dependência do fornecedor – A fim de mitigar as possibilidades de responsabilização financeira em eventuais inadimplências de fornecedores no mercado, o descritor da FIGURA 53 apresenta três faixas para mensurar a dependência do fornecedor com a organização. Assim, para fornecedores cujo único grande cliente é a Embraco, julga-se extremamente mais atrativo outras condições de fornecimento.

Figura 53 - Descritor e julgamento da dependência do fornecedor

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Possui diversos cliente
2		Possui alguns clientes
3		Único cliente grande
		Abreviado
		Sem dep.
		Pouca dep.
		Dependente

Dependência do Fornecedor				
	Sem dep.	Pouca dep.	Dependente	Escala atual
Sem dep.	nula	moderada	extrema	100
Pouca dep.		nula	extrema	0
Dependente			nula	-200

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Capacidade de estabelecer contratos por desempenho – As relações de fornecimento são caracterizadas por meio do indicador de capacidade de estabelecer contratos por desempenho, o que garante maior controle do fornecimento. Além disso, contratos por desempenho estimulam melhores resultados e ajudam na previsibilidade das entregas. Assim sendo, o descritor e o julgamento da FIGURA 54 estabelece o limite inferior para contratos parcialmente baseados em desempenho, enquanto que para a faixa de onde não contratos conectados a indicadores de desempenho tem-se uma atratividade extremamente baixa.

Figura 54 - Descritor e julgamento da capacidade de estabelecer contratos por desempenho

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Contratos integralmente baseados em desempenho
2		Contratos parcialmente baseados em desempenho
3		Contratos sem indicadores de desempenho
		Abreviado
		Integral
		Parcial
		Nulo

	Integral	Parcial	Nulo	Escala atual
Integral	nula	extrema	extrema	100
Parcial		nula	extrema	0
Nulo			nula	-100

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Impactos na empregabilidade local – O impacto social da terceirização pode ser descrito pelo efeito na empregabilidade local ao se transferir as atividades á fornecedores. Quatro faixas qualitativas são definidas no descritor da FIGURA 55, mostrando ser indesejável grandes impactos na empregabilidade local e considerado como ótimo quando não há impacto nenhum. Ainda sim, entende-se pela classificação ordinal do descritor que é aceitável que haja pouco ou algum impacto na empregabilidade, tendo ambas as faixas pouca diferença de atratividade entre si. O julgamento da FIGURA 55 mostra essa condição e define que apenas quando há muitos impactos a diferença de atratividade é grande.

Figura 55 - Descritor e julgamento do impacto na empregabilidade local

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Nenhum impacto na empregabilidade local
2		Pouco impacto na empregabilidade local
3		Algum impacto na empregabilidade local
4		Muito impacto na empregabilidade local
		Abreviado
		Nenhum
		Pouco
		Algum
		Muito

Impacto na empregabilidade local					
	Nenhum	Pouco	Algum	Muito	Escala atual
Nenhum	nula	fraca	moderada	extrema	160
Pouco		nula	moderada	extrema	100
Algum			nula	extrema	0
Muito				nula	-260

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Atendimento das leis ambientais – O descritor de atendimento das leis ambientais é definido de forma qualitativa binária, conforme mostrado na FIGURA 56. As opções atendem as legislações, ou não. Sendo extremamente mais atrativo que a primeira condição ocorra.

Figura 56 - Descritor e julgamento do atendimento das leis ambientais

Níveis de performance:		
-	+	Nível qualitativo
1		Atende a legislação
2		Não atende a legislação
		Abreviado
		Atende
		Não atende

Atendimento das leis ambientais			
	Atende	Não atende	Escala atual
Atende	nula	extrema	100
Não atende		nula	0

Julgamentos consistentes

Fonte: O autor (2021)

Quantidade de mão de obra capacitada – A condição em que uma opção de fornecimento se configura é relacionada a quantidade de mão de obra capacitada para executar a atividade em questão. Neste sentido a quantidade de mão de obra capacitada afetará perenidade da opção de fornecimento, estruturando todas os outros objetivos. Assim, para o descritor desse indicadore defini-se uma escala quantitativa da porcentagem de colaboradores capacitados para atividade específica com relação ao quadro total de funcionários. A FIGURA 57 apresenta o descritor com seis faixasm considerando 80% de mão de obra capacita como uma condição ótima e 60% uma condição mínima.

Figura 57 - Descritor e julgamento da quantidade de mão de obra capacitada



Fonte: O autor (2021)

Após a construção dos descritores dos indicadores de fornecimento e julgamentos de atratividade de suas faixas, o julgamento de atratividade global, ou julgamento de atratividade que fará a ponderação dos indicadores é realizado e o pode ser observado na FIGURA 58.

Figura 58 - Matriz de Julgamento dos indicadores de fornecimento

Ponderação (Efeito das alternativas de FORNECIMENTO)

	[Leis Amb.]	[Imagem Forn.]	[Dep. Forn.]	[Empregos]	[Volume]	[CT]	[Contratos]	[Qualidade]	[C. Logísticos]	[M.O.]	[Disp. Tec.]	[tudo inf.]
[Leis Amb.]	nula	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	positiva
[Imagem Forn.]		nula	forte	forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	extrema	extrema	extrema	extrema	positiva
[Dep. Forn.]			nula	forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	extrema	extrema	positiva
[Empregos]				nula	forte	forte	forte	forte	mt. forte	mt. forte	mt. forte	positiva
[Volume]					nula	fraca	moderada	moderada	forte	forte	mt. forte	positiva
[CT]						nula	moderada	moderada	forte	forte	forte	positiva
[Contratos]							nula	moderada	moderada	forte	forte	positiva
[Qualidade]								nula	fraca	moderada	forte	positiva
[C. Logísticos]									nula	fraca	moderada	positiva
[M.O.]										nula	moderada	positiva
[Disp. Tec.]											nula	positiva
[tudo inf.]												nula

Julgamentos consistentes

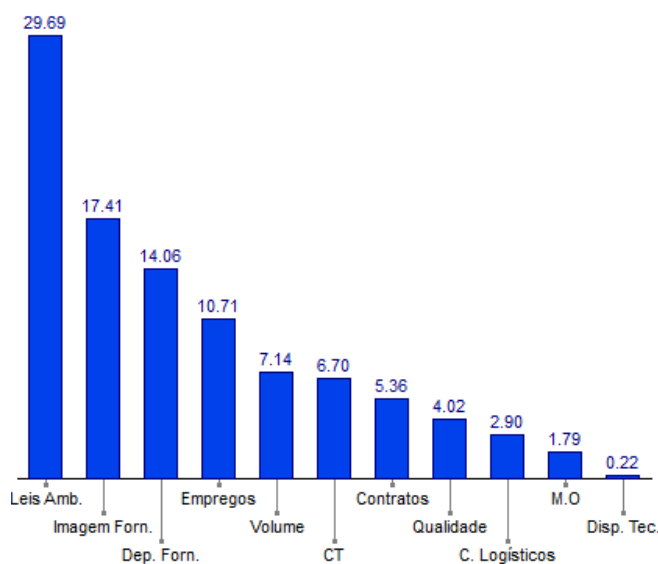
Fonte: O autor (2021)

O Julgamento dos indicadores de fornecimento foi realizado priorizando as relações sociais, e posteriormente voltando-se para os objetivos principais da organização. Neste sentido, os critérios relativos a legislações, vulnerabilidades e imagem da empresa com o cliente e a sociedade foram julgados mais atrativos. Esses são: atendimento das legislações ambientais, imagem do fornecedor com o cliente, dependência do fornecedor com a organização e impacto na empregabilidade local, os quais apresentaram na ordem citada as maiores relevâncias. Os outros dois indicadores de relacionamentos sociais, quantidade de mão de obra capacitada e contratos por desempenho, foram julgados com importância secundária uma vez que não remetem a restrições diretas. Esse dois últimos critérios foram

julgados juntos com os relacionados aos objetivos principais, de acordo com o impacto correspondente nas necessidades prioritárias.

A ponderação resultante do julgamento dos indicadores de fornecimento é apresentada na FIGURA 59. É possível observar que logo após os critérios sociais priorizados encontram-se o volume de produção e o custo de fabricação, os quais estão diretamente relacionados ao aumento de produção para suprir o aumento de demanda e a redução de custos para auxiliar na competição por preços do seguimento de mercado.

Figura 59 - Ponderação dos indicadores de fornecimento.



Fonte: O autor (2021)

As opções de fornecimento para a pré-usinagem de blocos são apresentadas pela FIGURA 60, mostrando quanto fornecedores, um sendo a própria Embraco, e a combinação da fabricação interna com cada um dos três fornecedores externos, configurando uma terceirização parcial.

Figura 60 - Opções de fornecimento para pré-usinagem de blocos.

-	+	Nome	Nome abreviado
1		Fabricação 100% interna	Interno
2		Rudolph	Rudolph
3		WHB	WHB
4		Durmetal	Durmetal
5		Fabricação Interna + Rudolph	Interno + Rudolph
6		Fabricação Interna + WHB	Interno + WHB
7		Fabricação interna + Durmetal	Interno + Durmetal

Fonte: O autor (2021)

Para cada um dos fornecedores foram apontados os desempenhos nos indicadores de fornecimento proposto, e para a combinação do fornecimento interno e externo a média dos desempenhos individuais foi considerada nos indicadores quantitativos, com exceção do volume de produção que reflete a produção interna mais metade da produção do fornecedor terceiro. Para as características qualitativas novamente uma ponderação entre o desempenho interno e do fornecedor foi considerado, porém ajustando analiticamente. Os desempenhos para as sete opções de fornecimento são apresentados na FIGURA 61.

Figura 61 - Avaliação dos indicadores para as opções de fornecimento.

Opções	Volume	CT	C. Logísticos	Qualidade	Disp. Tec.	Imagem Forn.	Dep. Forn.	Contratos	Empregos	Leis Amb.	M.O
Interno	35	2.4	Baixo	96	Difundida	Sem relevância	Sem dep.	Nulo	Nenhum	Atende	60
Rudolph	42	3	Médio	98	Avançado	Boa	Pouca dep.	Integral	Algum	Atende	80
WHB	38	2.8	Médio	97	Avançado	Boa	Sem dep.	Integral	Algum	Atende	75
Durmetal	35	2.2	Médio	95	Difundida	Sem relevância	Dependente	Integral	Nenhum	Atende	70
Interno + Rudolph	56	2.8	Alto	97	Moderno	Boa	Pouca dep.	Parcial	Pouco	Atende	70
Interno + WHB	54	2.6	Alto	97	Moderno	Boa	Sem dep.	Parcial	Pouco	Atende	68
Interno + Durmetal	51	2.3	Alto	96	Difundida	Sem relevância	Pouca dep.	Parcial	Nenhum	Atende	65

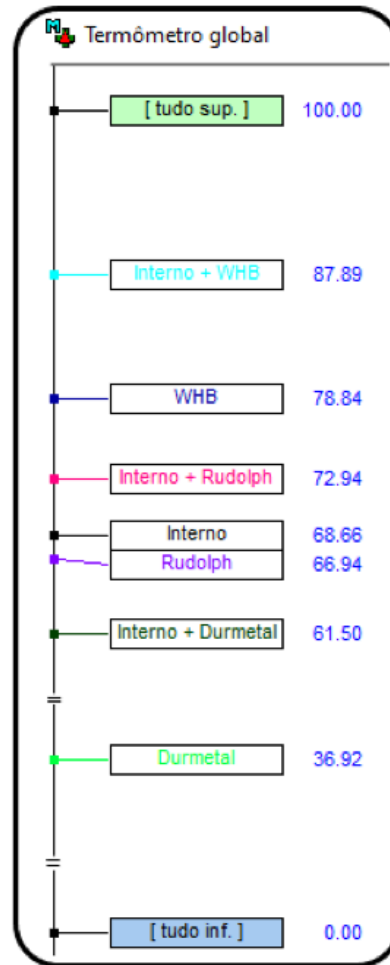
Fonte: O autor (2021)

Os desempenhos transformados na escala cardinal de cada descritor e ponderados de acordo com a FIGURA 59 resultaram na pontuação geral apresentada na FIGURA 62. A opção de fornecimento com maior pontuação foi a combinação de produção interna com terceirização parcial da atividade para o fornecedor WHB. Tal condição foi dada pela relação equilibrada entre volume, custo de fabricação e qualidade, mas principalmente pela baixa dependência do fornecedor com a organização. Esse fato é reafirmado ao perceber que a opção com segunda maior pontuação é o fornecimento por meio da WHB.

A terceira, a quarta e a quinta posição da pontuação geral indicam a terceirização parcial com o fornecedor Rudolph, a fabricação 100% interna e a terceirização completa para Rudolph, respectivamente. A partir dessas posições é possível perceber o equilíbrio entre a necessidade de aumento da capacidade de produção e da redução de custos que resultou em pontuações com pouca diferença.

As opções de fornecimento parcial e total envolvendo o fornecedor Durmetal foram consideradas pouco atrativas pela pontuação geral. Ainda que o fornecedor apresente o menor custo de fabricação, a condição de imagem pouco relevante para o cliente, e principalmente sua condição de dependência da organização, tornaram as opções indesejáveis.

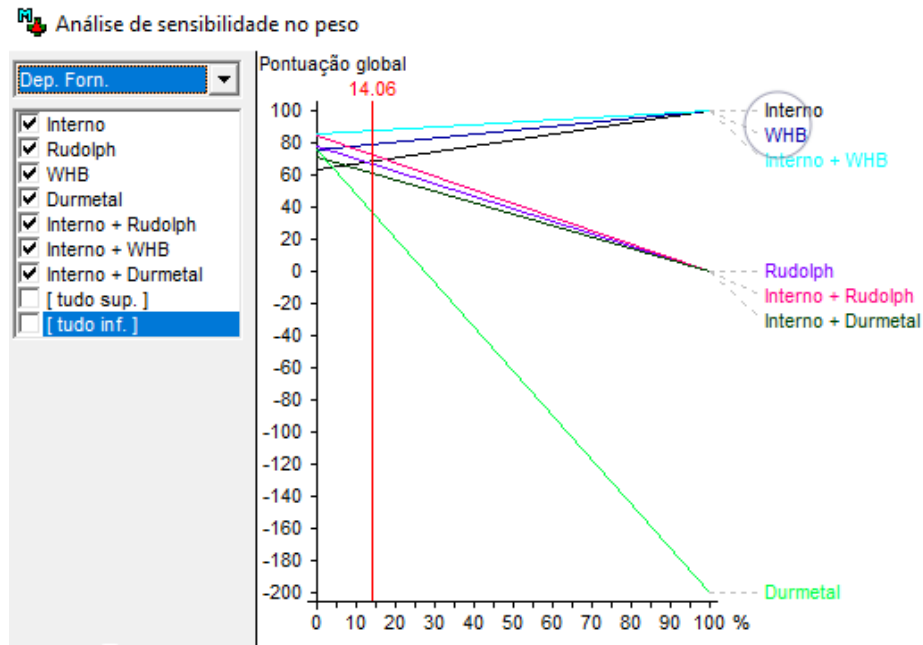
Figura 62 - Pontuação geral das opções de fornecimento.



Fonte: O autor (2021)

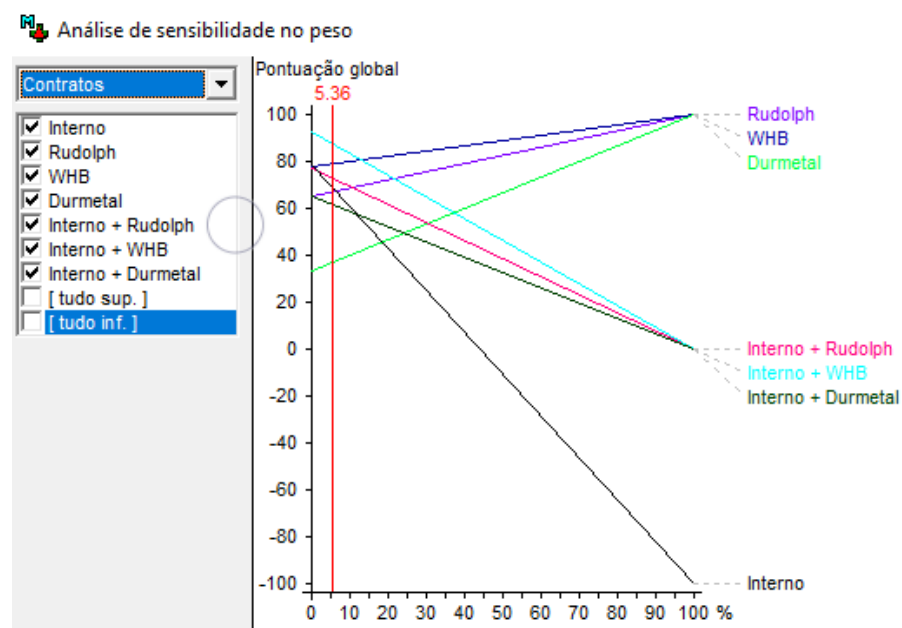
A sensibilidade da ponderação dos critérios foi realizada. Pode-se entender com a análise da dependência do fornecedor a pontuação geral elevada das opções envolvendo o fornecedor WHB. Conforme mostra a FIGURA 63, à medida que a importância do critério de dependência do fornecedor é aumentada as opções envolvendo WHB são destacadas das demais, uma vez que o fornecedor não possui nenhuma dependência. Por outro lado, a análise de sensibilidade da importância de definirem-se contratos de desempenho apresentada na FIGURA 64, mostra que as alternativas de terceirização completa assumiriam as primeiras colocações, sendo imediatamente indicado como primeira opção o fornecimento da atividade pela Rudolph.

Figura 63 - Análise de sensibilidade da dependência do fornecedor.



Fonte: O autor (2021)

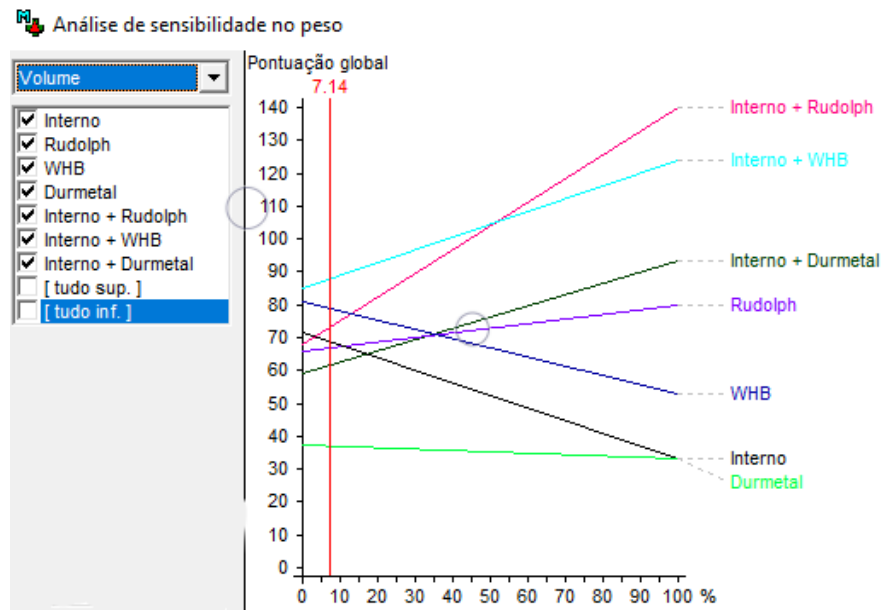
Figura 64 - Análise de sensibilidade da capacidade de estabelecer contratos de desempenho



Fonte: O autor (2021)

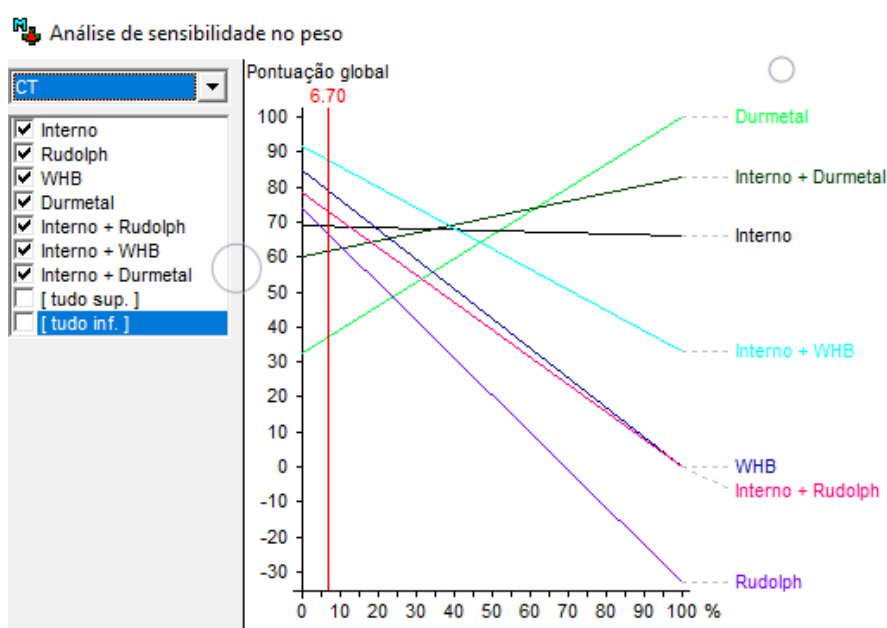
Ao avaliar a sensibilidade da importância dos dois principais indicadores dos objetivos principais, o volume de produção e o custo de fabricação, observa-se a permanência da opção de terceirização parcial com a WHB para o primeiro terço de variação da importância. As FIGURAS 65 e 66 mostram para o volume de produção e o custo de fabricação, respectivamente, a opção parcial com WHB acima de todas as outras opções até regiões próximas de 40% influência na ponderação.

Figura 65 - Análise de sensibilidade do volume de produção



Fonte: O autor (2021)

Figura 66 - Análise de sensibilidade do custo de fabricação



Fonte: O autor (2021)

Por fim, a dominância de cada uma das opções sobre as demais é abordada nas análises de robustez apresentadas nas FIGURAS 67 e 68. Primeiramente na FIGURA 67, apenas sobre as condições de julgamento local pode-se verificar a dominância condicionada da opção de terceirização parcial do fornecedor WHB com grande parte das outras opções, apontando incertezas apenas para dominância com o fornecimento integral pelo mesmo fornecedor e para o fornecimento integral pela Rudolph. Posteriormente, com as condições de ponderação aplicadas, a dominância da opção de fabricação interna mais WHB sobre todas as outras é definida para tais condições mesmo em um cenário onde existam incertezas nas avaliações dos desempenhos dos critérios mais voláteis. Tal dominância condicionada universal é apresentada na FIGURA 68

Figura 67 - Dominância das opções de fornecimento sem ponderação

Análise de robustez

	[tudo sup.]	Interno + WHB	WHB	Interno + Rudolph	Interno	Rudolph	Interno + Durmetal	Durmetal	[tudo inf.]
[tudo sup.]	=	?	+	+	+	+	+	+	▲
Interno + WHB	?	=	?	+	+	?	+	+	▲
WHB		?	=	?	?	+	?	+	▲
Interno + Rudolph			?	=	?	?	+	+	▲
Interno			?	?	=	?	?	+	+
Rudolph		?		?	?	=	?	+	+
Interno + Durmetal			?		?	?	=	+	▲
Durmetal								=	?
[tudo inf.]								?	=

Informação local			
	ordinal	MACBETH	cardinal
Volume	✓	✓	±0%
CT	✓	✓	±0%
C. Logísticos	✓	✓	±0%
Qualidade	✓	✓	±0%
Disp. Tec.	✓	✓	±0%
Imagem Forn.	✓	✓	✓
Dep. Forn.	✓	✓	±0%
Contratos	✓	✓	±0%
Empregos	✓	✓	±0%
Leis Amb.	✓	✓	✓
M.O	✓	✓	±0%

Informação global			
ordinal	MACBETH	cardinal	
✓	✓	✓	±0%

Fonte: O autor (2021)

Figura 68 - Dominância das opções de fornecimento com incertezas

Análise de robustez

	[tudo sup.]	Interno + WHB	WHB	Interno + Rudolph	Interno	Rudolph	Interno + Durmetal	Durmetal	[tudo inf.]
[tudo sup.]	=	+	+	+	+	+	+	+	▲
Interno + WHB		=	+	+	+	+	+	+	▲
WHB			=	+	+	+	+	+	▲
Interno + Rudolph				=	+	+	+	+	▲
Interno					=	?	+	+	+
Rudolph					?	=	+	+	+
Interno + Durmetal							=	+	▲
Durmetal								=	+
[tudo inf.]									=

Informação local			
	ordinal	MACBETH	cardinal
Volume	✓	✓	±10%
CT	✓	✓	±10%
C. Logísticos	✓	✓	±10%
Qualidade	✓	✓	±10%
Disp. Tec.	✓	✓	±0%
Imagem Forn.	✓	✓	✓
Dep. Forn.	✓	✓	±10%
Contratos	✓	✓	±10%
Empregos	✓	✓	±0%
Leis Amb.	✓	✓	✓
M.O	✓	✓	±10%

Informação global			
ordinal	MACBETH	cardinal	
✓	✓	✓	±0%

Fonte: O autor (2021)

4.2.5 Aplicação da 5ª Etapa: Proposta de solução pra terceirização de atividades

Avaliam-se agora os resultados obtidos na terceira e quarta etapa, observando simultaneamente as conclusões das análises de sensibilidade e robustez para ambas as etapas, para direcionar a proposta de solução e as recomendações para o problema proposto. Desta forma, a seguir uma breve consideração da comparação dos resultados e posteriormente a proposta e recomendações.

Comparação simultânea da robustez e da sensibilidade da terceira e quarta etapa –

A primeira aplicação do método MACBETH, ordenando as atividades de manufatura quanto ao potencial de terceirização indicou resultados próximos para três principais atividades. A pré-usinagem do bloco, o tratamento térmico das lâminas de estator e a pré-usinagem do eixo. As análises de sensibilidade e robustez para o modelo reforçou a incerteza da dominância de atratividade de uma atividade e a grande influência da ponderação dos critérios classificação. Por outro lado, ao selecionar a pré-usinagem de bloco para aplicação do método MACBETH sobre ponto de vista das opções de fornecimento, os resultados apresentaram uma tendência mais definida do que os resultados das opções de atividades. Para o caso do fornecimento, pode-se observar tanto na diferença de pontuação geral quanto nas análises de sensibilidade e robustez a indicação da opção de fornecimento parcialmente realizada interna e parcialmente realizada pelo fornecedor WHB.

Conclusão e recomendações – Uma vez que ao menos uma das aplicações do método MACBETH indicou uma alternativa de solução com alta pontuação geral e dominância condicionada robusta, mesmo em cenários de incerteza dos levantamentos, considera-se essa solução uma oportunidade para garantir os objetivos principais por meio da terceirização. Dessa forma, recomenda-se que seja terceirizada de forma parcial a pré-usinagem de blocos utilizando os recursos do fornecedor terceiro WHB, realizando tanto a produção externa quanto interna. Recomenda-se também, dada a condição de incerteza de direcionamento único da aplicação do método MACBETH para opções de atividades, que sejam avaliadas posteriormente alternativas de fornecimento para as atividades de tratamento térmico de lâminas de estator e pré-usinagem de eixo.

5 CONCLUSÕES

O processo de evolução dos objetivos principais da terceirização das atividades de produção ocorreu impulsionado pelo ambiente desafiador da indústria de manufatura, o qual apresentou às organizações as mais diversas condições e necessidades, para as quais foram exploradas as relações comerciais como ferramenta de aperfeiçoamento da utilização dos recursos. Esse movimento evolutivo acompanhou a complexidade do desenvolvimento do mercado globalizado, tornando as avaliações das alternativas de terceirização um processo que transcende os parâmetros internos puramente relacionados ao desempenho industrial. As abordagens para os problemas de decisão entre fazer ou comprar foram ampliadas tanto no sentido dos objetivos de estratégias de mercado, inovação e planejamento de longo prazo, quanto também no campo dos relacionamentos internos e externos da organização.

Mostrou-se que o processo de avaliação das propostas de terceirização é caracterizado pela combinação dos conceitos abordados pela teoria dos custos, teoria dos recursos e teoria das relações sociais. Partido de uma necessidade apresentada pelas condições externas de mercado e interna das organizações é dada à proporção de cada um dos objetivos principais, os quais serão desdobrados em objetivos específicos e indicadores de desempenhos específicos para a atividade e o problema em questão. Para esses indicadores a teoria das relações sociais apresenta as interações da organização com agentes internos e externos, mostrando por meio desses critérios condições obrigatórias ou de alta importância, como os aspectos legais governamentais e a percepção do cliente quanto às atividades da organização. As teorias de custos de alocação de recurso tem o direcionamento voltado para o aperfeiçoamento do desempenho da empresa, focando na eficiência operacional e na estratégia de mercado, respectivamente.

Para realizar as recorrentes avaliações necessárias de propostas de terceirização das atividades de manufatura, considerando os variados fatores influentes em um ambiente complexo e multidisciplinar, foi proposto um modelo de avaliação multivariável utilizando o método multicritério MACBETH. Por meio deste propõem-se indicar e classificar as alternativas de terceirização propostas para atingir os objetivos da organização.

Como vantagens da aplicação do método MACBETH mostrou-se a simplicidade dos procedimentos, possibilitando incluir na análise variáveis quantitativas, qualitativas e intangíveis. Além disso os julgamentos de atratividade e comparação realizados ao longo do

método trazem ao agente avaliador e decisor o desenvolvimento do conhecimento das influências do problema, possibilitando ainda incluir incertezas na análise.

Assim, por meio dos conceitos teóricos levantados na literatura sobre as avaliações de terceirização e o entendimento da ferramenta de avaliação multivariável, conhecida como método MACBETH, foi proposto um modelo genérico para avaliação de propostas de terceirização de atividades de manufatura com objetivo centrado nas condições e necessidades da organização. Para tanto foram propostas cinco etapas, partindo da estruturação do problema e dos objetivos, considerando as questões de relacionamento social, avaliando a terceirização do ponto de vista das opções de atividades a serem terceirizadas, para posteriormente avaliar as opções de fornecimento para tal atividade e finalmente reunir as informações para gerar uma proposta de solução.

O modelo genérico de avaliação pode ser aplicado em um caso real, na indústria de manufatura de compressores herméticos, a Embraco. Após uma breve apresentação do histórico, da estrutura e das atividades da empresa, aplicou-se o método proposto.

Na estruturação desdobraram-se as condições de mercado e as condições internas da empresa nos objetivos principais, encontrado como metas fundamentais o aumento de volume de produção, a redução dos custos de operação. De forma secundária questões de investimento, especialização e inovação também foram consideradas.

Para segunda etapa, a das considerações sociais, indicadores de desempenho genérico foram utilizados conforme proposto. Neste ponto, Ainda que para essa proposta os indicadores de desempenho das relações sociais sejam tratados de forma genérica em todos os casos, entende-se que dado o amplo campo de aplicação da terceirização, é possível que em alguns o agente decisor necessite incluir critérios e indicadores de desempenhos específicos do problema em análise. Mesmo não sendo intuito deste trabalho realizar descrições específicas para tais critérios, por ter as considerações as genéricas como suficientes, a metodologia de avaliação e estruturação do problema permite que sejam feitas modificações neste sentido se necessário.

Nas etapas de aplicação do método MACBETH, terceira e quarta, utilizou-se do software M-MACBETH para desenvolver a ponderação dos critérios e construir os descritores de desempenho. Levantaram-se primeiramente as opções de atividades para terceirização e foram realizadas as classificações e considerações sobre sensibilidade e dominância. Sequencialmente processo semelhante foi realizado levantando as opções para fornecimento

da atividade de pré-usinagem de bloco, selecionada na terceira etapa, novamente criando uma pontuação geral.

A etapa final concluiu, para o problema em análise, que houve incertezas na definição da opção de atividade com maior potencial para terceirização, mas que dada a dominância de uma única opção de fornecimento na atividade de pré-usinagem avaliada pode-se indicar a terceirização da atividade de pré-usinagem de blocos com fornecimento parcial pelo fornecedor WHB.

As alternativas indicadas pela saída da aplicação do método MACBETH no modelo proposto apresentaram soluções para as condições iniciais determinadas no problema analisado. A indicação de terceirização da atividade de pré-usinagem de blocos com fornecimento parcial pelo fornecedor WHB reuniu características de desempenhos alinhadas com os objetivos principais e específicos, entregando a empresa aumento de capacidade produtiva e redução de ineficiências ao mesmo tempo em que não comprometeu os relacionamentos com os agentes externos (clientes, governo, fornecedor, meio ambiente).

Da parte final do modelo proposto é possível indicar considerações para estudos futuros. Primeiramente, a quinta etapa já indica que as atividades de tratamento térmico de lâminas de estator e pré-usinagem de eixos podem ser avaliadas para opções de fornecimento, mostrando-se oportunas à terceirização. De forma final, sugere-se que seja criada, também por meio do método multivariável MACBETH, uma avaliação consolidada da perspectiva das atividades e da perspectiva do fornecimento, comparando assim múltiplas atividades em diversos modos de fornecimento simultaneamente. Do entendimento retirado deste trabalho, observa-se que para essa nova tarefa de avaliação consolidada os estudos devem ser direcionadas para desenvolver os mecanismos de ponderação e comparação dos critérios aqui levantados.

É importante ressaltar que para aplicar o método é importante que se tenha disponível um conjunto de informações sobre o produto e o processo produtivo.

Como recomendações finais de trabalhos futuro, sugere-se também o emprego de outros métodos de tomada de decisão a fim de verificar se há alterações significativas nos resultados, podendo ainda combinar dois ou mais métodos.

REFERÊNCIAS

- BANA E COSTA, C. A.; DE CORTE, J.; VANSNICK, J. **M-MACBETH Manual do usuário**. Disponível em <www.m-macbeth.com>, 2017.
- BANA E COSTA, C. A.; ÂNGULO-MEZA, L.; OLIVEIRA, M. O método MACBETH e a aplicação no Brasil. **Engevista**, v. 15, n. 1, p. 3-27, 2013.
- BANA E COSTA, C. A.; ENSSLIN, L.; COSTA, A. P.; Structuring the process of choosing rice varieties at the south of Brazil. **Environment & Management**, v. 9, n.1, p 33-47, 1998.
- BRAZ, J. M. B. P.; **O MACBETH como ferramenta MCDA para benchmarking de aeroportos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica), Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.
- CALABRESE, G. Innovation capabilities in small-medium autocomponentes: evidence from Italy. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 1, n. 4, p. 471-489, 2001.
- Cervi, A. F. C. **Fazer ou comprar:** proposta de uma estrutura para o processo decisório e aplicação de métodos de decisão multicritério. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- DEKKERS , R. Decision models for outsourcing and core competencies in manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 17, p. 4085-4096, 2000.
- EHIE, I. Determinants of success in manufacturing outsourcing decisions: A survey study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 42, n. 1, p. 31-39, 2001.
- ENSSLIN, L. *et al.* Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão - construtivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. q, p. 125-152, 2009.
- FREITAS, J. N. **Inserção do Brasil nos fluxos globais de comercio da indústria automotiva:** uma análise a partir da metodologia de redes. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- FREYTAG, P. V.; CLARKE, A. H.; EVALD, M. R.; Reconsidering outsourcing solutions. **European Management Journal**, v. 30, n. 2, p. 99-110, 2012.

GUNASEKARAN, A. *et al.* Performance measures and metrics in outsourcing decisions: A review for research and applications. **International Journal of Production Economics**, v. 161, n.1, p. 153-166, 2015.

KANG, M. *et al.* The role of organizational control in outsourcing practices: An empirical study. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 20, n. 3, p. 177-185, 2014.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 781-801, 2013.

LUEDEMANN, M. S. **Transformações na indústria automobilística: O caso do complexo automotivo no Brasil - 1990-2002.** 2003. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MEZA, M. L. F. G. **Trabalho qualificado e competência: Um estudo de caso da indústria automotiva Paranaense.** 2003. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Setor de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2003.

MINH, N. Empirical make-or-buy decision making model in the Japanese automobile industry. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, University of Economics and Business, **Anais**, Hanoi, 11 a 14 de Dezembro de. 2011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6147793>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MCIVOR, R. What is the right outsourcing strategy for your process? **European Management Journal**. v. 26, n. 1, p. 24-34, 2008.

PADILLO, J.; DIABY, M. A. multiple-criteria decision methodology for the make-or-buy problem, **International Journal of Production Research**, v. 37, n. 1, p. 3203-3229. 1999.

PERERIRA, R. A. **Outsourcing de atividades de desenvolvimento de novos produtos: Estudo de caso de uma empresa automobilística.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2014.

PIRAYESH, M.; POORMOIAIED, S. Optimum quantities of make and buy in multi-item manufacturing firms with restriction in production capacity. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, Fedowsi University of Mashhad, **Anais**, Singapura, 6 a 9 de Dezembro de

2011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6117929>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ROSYIDI, C. *et al.* Make or buy decision model with multi-stage manufacturing process to minimize manufacturing cost and quality loss. In: JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELETRIC VEHICULAR TECNOLOGY AND INDUSTRIAL, MECHANICAL, ELETRICAL AND CHEMICAL ENGINEERING, Sebelas Maret Univesity, **Anais**, Surakarta, 4 a 5 de Novembro de 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7496662>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SATOMAYOR, P. O. **Caracterização e Simulação de Compressores Alternativos Utilizando Fluidos com Baixo Potencial de Aquecimento Global**. 2013. Tese de Doutorado (Engenharia Mecânica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio a tomada de decisão abordagens: AHP e MACBETH**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

STURGEON, T.; FLORIDA, R. **Globalization and jobs in the automotive industry**. Industrial Performance Center, Massachusetts Institute of Technology, 2000.

TJADER, Y. *et al.* Firm-level outsourcing decision making: A balanced scorecard-based analytic network process model, **International Journal of Production Economics**, v.147, n. 1, p. 614-623, 2014.

TORRES, R. L. **A indústria automobilística Brasileira: Uma análise da cadeia de valor**. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

VALOIS, U.; TEIXEIRA, A. A.; **Modelo de apoio à Decisão multicritério para terceirização de atividades produtivas baseado no Método SMARTS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

VOLQUIND, R.; VECCHIA, F. D. Estratégias de outsourcing através de análise multicriterial. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n.1, p. 26506-26517, 2019.

WOLF, G. **Integração vertical e terceirização: Uma abordagem crítica focada nas questões estratégicas para a competitividade da manufatura**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.