



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**



ADALBERTO MANOEL JUNIOR

**APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À
DECISÃO SOBRE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS
PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)**

LIMEIRA

2020



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**



ADALBERTO MANOEL JUNIOR

**APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À
DECISÃO SOBRE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS
PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Manufatura, na área de Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Torezzan

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO ADALBERTO MANOEL JUNIOR E
ORIENTADA PELO PROF. DR. CRISTIANO
TOREZZAN

**LIMEIRA
2020**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

M317a Manoel Junior, Adalberto, 1974-
Aplicação de análise multicritério para suporte à decisão sobre projetos de investimento baseada nas perspectivas do balanced scorecard (BSC) / Adalberto Manoel Junior. – Limeira, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Cristiano Torezzan.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Processo decisório por critério múltiplo. 2. Indicadores de desempenho. 3. Investimentos. 4. Orçamento de capital. I. Torezzan, Cristiano, 1976-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Multicriteria analysis application to support decision on investment projects based on the balanced scorecard (BSC) perspectives

Palavras-chave em inglês:

Multiple criteria decision making

Performance indicators

Investments

Capital budget

Área de concentração: Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

Titulação: Mestre em Engenharia de Produção e de Manufatura

Banca examinadora:

Cristiano Torezzan [Orientador]

Alessandro Lucas da Silva

Maria Célia de Oliveira

Data de defesa: 08-10-2020

Programa de Pós-Graduação: Engenharia de Produção e de Manufatura

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2460-1882>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/XXX> aguard. confirmação

Autor: Adalberto Manoel Junior

Título: Aplicação de análise multicritério para suporte à decisão sobre projetos de investimento baseada nas perspectivas do Balanced Scorecard (BSC)

Natureza: Dissertação

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

Aprovado em: 08/10/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Torezzan (Orientador) – Presidente
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

Prof. Dra. Maria Célia de Oliveira
Universidade Presbiteriana Mackenzie

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca examinadora encontra-se no processo de vida acadêmica do autor/aluno.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Adalberto Manoel e Alzimari Aparecida Camargo Manoel, que me ensinaram desde muito cedo o valor dos estudos, do trabalho, da humildade e da perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por estar sempre iluminando meu caminho.

Sou grato aos meus pais, Adalberto e Alzimari, por todos os ensinamentos e incentivo incondicional. Sempre foram os meus maiores incentivadores.

Agradeço à minha esposa Paula, por sempre me apoiar e estar ao meu lado pronta para enfrentar qualquer dificuldade.

Gratidão pelos filhos, Felipe e Henrique, que são minha maior inspiração na busca de ser sempre um pouco melhor.

Agradeço ao meu orientador Cristiano Torezzan, que me guiou e dedicou muitas horas de atenção para possibilitar que eu chegasse até aqui.

Grato a todos especialistas de diversas áreas que participaram voluntariamente deste trabalho, e cuja contribuição foi valiosa e fundamental para o resultado obtido.

A todos professores e colegas do programa de mestrado da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp, seria uma lista enorme de nomes para listar aqui, muito obrigado por contribuírem e estarem juntos nesta jornada.

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

A seleção de orçamento de capital e projetos de investimento é um tema de grande importância para as organizações industriais, principalmente pelo fato de envolverem valores monetários representativos e incorporação de ativos não facilmente transferíveis. O processo de seleção, em geral, envolve um número de alternativas cujos custos somados superam a disponibilidade de recursos, então surge a necessidade de escolher entre as opções disponíveis. Para isto, tradicionalmente as empresas utilizam métodos de engenharia econômica e, dentro de uma perspectiva financeira, selecionam o portfólio mais apropriado. Entretanto, já foi verificado por muitos estudos que focar apenas nos resultados financeiros é insuficiente para que empresas tenham sucesso no longo prazo. A proposta desta pesquisa é a construção de um modelo matemático de suporte à decisão multicritério, baseado nas perspectivas do modelo de planejamento estratégico do *Balanced Scorecard* (BSC), para que outros fatores não econômicos, tanto qualitativos como quantitativos, sejam também considerados no processo de determinação das melhores opções de projetos de investimento.

O modelo proposto considera as quatro perspectivas do BSC como critérios principais, cujos pesos e subcritérios foram definidos a partir da aplicação do método Delphi para guiar sucessivas consultas a especialistas, tanto da indústria quanto da academia. Para a obtenção dos pesos utilizou-se o método AHP, e a priorização das alternativas foi realizada com o método MAVT (também foram explorados cenários alternativos com os métodos ROC e Promethee).

O método foi validado considerando um estudo de caso de priorização de investimentos da prática industrial. A utilização dos quatro critérios, baseados nas perspectivas do BSC, mostrou que é viável compor um portfólio mais equilibrado de investimentos em contraste ao uso exclusivo da perspectiva financeira. Além do método de suporte à decisão, os subcritérios e a respectiva sugestão de pesos obtidos nesta pesquisa constituem-se uma contribuição para interessados em aplicar ou estudar estratégias mais abrangentes para orçamento e capital.

Palavras-chave: Multicritério; Balanced Scorecard; BSC, Investimentos; Orçamento de Capital

ABSTRACT

The selection of capital budgets and investment projects is a topic of great importance for industrial organizations, mainly because they involve representative monetary values and the incorporation of assets that are not easily transferable. The selection process, in general, involves a number of alternatives whose combined costs exceed the availability of resources, so the need arises to choose among the available options. Aiming this, companies traditionally use economic engineering methods and, from a financial perspective, select the most appropriate portfolio. However, it has been verified by many studies that focusing only on financial results is insufficient for companies to be successful in the long term. The purpose of this research is the construction of a mathematical model to support multicriteria decision, based on the perspectives of the Balanced Scorecard (BSC) strategic planning model, so that other non-economic factors, both qualitative and quantitative, are also considered in the process of determining the best investment project options.

The proposed model considers the four perspectives of the BSC as main criteria, whose weights and subcriteria were defined from the application of the Delphi method to guide successive consultations with experts, both from industry and academy. To obtain the weights, the AHP method was used, and the prioritization of alternatives was performed with the MAVT method (alternative scenarios were also explored with the ROC and Promethee methods).

The method was validated considering a case study of prioritizing investments from industrial practice. The use of the four criteria, based on the perspectives of the BSC, showed that it is feasible to compose a more balanced portfolio of investments in contrast to the exclusive use of the financial perspective. In addition to the decision support method, the subcriteria and the respective suggestion of weights obtained in this research constitute a contribution for those interested in applying or studying more comprehensive strategies for budget and capital.

Key-words: Multicriteria; Balanced Scorecard; BSC, Investments; Capital Budget

SUMÁRIO

1. Introdução.....	17
1.1 Contextualização.....	17
1.2 Questão de Pesquisa.....	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo Geral.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 Justificativa.....	19
2. Referencial Teórico.....	22
2.1 Métodos tradicionais de análise de investimento.....	22
2.1.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL).....	22
2.1.2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR).....	24
2.1.3 Método do Payback (PB).....	25
2.2 Metodologia Balanced Scorecard (BSC).....	26
2.2.1 Perspectiva Financeira	27
2.2.2 Perspectiva Cliente	29
2.2.3 Perspectiva Processos Internos	30
2.2.4 Perspectiva Aprendizado e Crescimento	32
2.3 Abordagem estruturada de apoio à decisão	34
2.3.1 Processo de tomada de decisão.....	34
2.3.2 Enfoque de decisão multicritério.....	36
2.3.2.1 Classificação dos métodos e as diferentes "Escolas".....	37
2.3.3 Métodos de decisão multicritério.....	38
2.3.3.1 Método da teoria multiatributo de valor (MAVT).....	38
2.3.3.2 Método Promethee.....	41
2.3.4 Métodos para determinação dos pesos dos critérios.....	43
2.3.4.1 Método ROC (Rank-OrderCentroid).....	43
2.3.4.2Método AHP (AnalyticHierarchyProcess).....	44
3. MÉTODO	48
3.1 Classificação da pesquisa.....	48
3.2 Método Delphi.....	48
3.3 Etapas de trabalho da pesquisa.....	50
3.4 Contextualização do estudo de caso	52

4. ESTUDO DE CASO	53
4.1 Escolha dos Especialistas	53
4.2 Primeira rodada Delphi - Questionamento aberto sobre os critérios.....	54
4.3 Segunda rodada Delphi - Ranking dos especialistas	57
4.4 Terceira rodada Delphi - Classificação da importância dos critérios.....	62
4.5 Resultados dos pesos Intra-Perspectivas	67
4.6 Quarta rodada Delphi - Classificação da importância das Perspectivas...	70
4.7 Definição da mensuração dos critérios.....	73
4.7.1 Mensuração dos Critérios da Perspectiva Financeira	73
4.7.1.1 ROI / Payback (FIN-001).....	73
4.7.1.2 VPL / Lucratividade (FIN-002)	74
4.7.1.3 Faturamento com Novos Negócios (FIN-003)	74
4.7.1.4 Redução de Estoques (FIN-004).....	75
4.7.2 Mensuração dos Critérios da Perspectiva Cliente	76
4.7.2.1 Aumento da Qualidade do produto (CLI-001)	76
4.7.2.2 Aumento do Market share (CLI-002)	77
4.7.2.3 Melhor preço ao cliente (CLI-003)	78
4.7.2.4 Flexibilidade (CLI-004)	79
4.7.3 Critérios da Perspectiva Processos Internos	80
4.7.3.1 Escalabilidade para crescimento (PI-001)	80
4.7.3.2 Ganho de produtividade com mão de obra (PI-002).....	81
4.7.3.3 Alinhamento com o Core-Business (PI-003)	82
4.7.3.4 Custo Internos de Não Qualidade (PI-004)	83
4.7.4 Critérios da Perspectiva Aprendizado e Crescimento	84
4.7.4.1 Aquisição de novos conhecimentos (APR-001)	84
4.7.4.2 Contribuição com conhecimentos (APR-002).....	85
4.7.4.3 Interação e protagonismo (APR-003)	86
4.7.4.4 Ganho de agilidade e otimização (APR-003)	87
4.8 Determinação de alternativas de projetos de investimentos	87
4.8.1 Nacionalização de componente importado.....	88
4.8.2 Automatização de linha de montagem.....	89
4.8.3 Substituição de máquinas operatrizes obsoletas.....	90
4.8.4 Aumento de capacidade produtiva.....	91

4.8.5	Linha de produção para novo produto	91
4.8.6	Equipamentos de teste de validação e homologações	93
4.9	Resultados com aplicação do método MAVT.....	94
4.9.1	Apuração na Perspectiva Financeira.....	95
4.9.2	Apuração na Perspectiva Cliente.....	98
4.9.3	Apuração na Perspectiva Processos Internos	100
4.9.4	Apuração na Perspectiva Aprendizado e Crescimento	103
4.9.5	Apuração dos resultados consolidados	105
5.	ANÁLISE DE RESULTADOS E CENÁRIOS ALTERNATIVOS	108
5.1	Análise dos resultados das eliciações dos pesos	108
5.2	Análise dos resultados em relação a classificação dos projetos.....	110
5.3	Cenário alternativo com método ROC para determinação dos pesos ...	112
5.4	Cenário alternativo com método Promethee	115
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6.1	Conclusão	118
6.2	Contribuição acadêmica	118
6.3	Contribuição para aplicação prática	119
6.4	Limitações e perspectivas futuras.....	119
7.	Referências Bibliográficas.....	121
8.	Apêndices	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da intenção de investimento na Indústria brasileira	20
Figura 2 - Relacionamento das medidas essenciais da Perspectiva Cliente	29
Figura 3 - Modelo de cadeia de valor genérica.....	31
Figura 4 - Função de utilidade com diferentes atitudes de risco / incerteza	39
Figura 5 - Modelo Inicial para solução multicriterial da problemática	51
Figura 6 - Modelo de aplicação método Delphi para elicitação dos pesos	51
Figura 7 - Relação entre Market share e ROI.....	77
Figura 8 - Linha automática de fabricação de componente.....	88
Figura 9 - Robô Colaborativo	89
Figura 10 - Torno Automático Multifuso	90
Figura 11 - Centro de usinagem Masak	91
Figura 12 - Exemplo de uma Linha no formato célula em U.....	92
Figura 13 - Equipamentos de um laboratório de emissões.....	93
Figura 14 - Gráfico de pesos por perspectiva do BSC	109
Figura 15 - Classificação das alternativas pelo Visual Promethee Academic	116
Figura 16 - Comparação de desempenhos normalizados: MAVT x Promethee ...	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty.....	45
Tabela 2 - Índices Randômicos conforme Saaty.....	46
Tabela 3 - Resumo dos especialistas por perspectiva do BSC)	54
Tabela 4 - Critérios da Perspectiva Financeira (1a Rodada).....	55
Tabela 5 - Critérios da Perspectiva Cliente (1a Rodada).....	55
Tabela 6 - Critérios da Perspectiva Processos Internos (1a Rodada).....	56
Tabela 7 - Critérios da Perspectiva Aprendizagem e Crescimento (1a Rodada)	56
Tabela 8 - Classificação dos critérios da perspectiva Financeira.....	58
Tabela 9 - Classificação dos critérios da perspectiva Cliente.....	59
Tabela 10 - Classificação dos critérios da perspectiva Processos Internos	60
Tabela 11 - Classificação dos critérios da perspectiva Aprendizado e Crescimento	61
Tabela 12 - Representação esquemática da diagonal de preferência	62
Tabela 13 - Relação dos pesos da matriz de preferência.....	63
Tabela 14 - Níveis de importância conforme escala de Saaty em rodada teste.	64
Tabela 15 - Matriz de preferência e pesos conforme Saaty na rodada teste.....	64
Tabela 16 - Matriz de preferência e pesos reclassificada de 1 a 3.....	65
Tabela 17 - Pesos resultantes do modelo x recomendação do especialista.....	66
Tabela 18 - Nível de importância entre critérios ajustados de 1 a 3.....	66
Tabela 19 - Matriz de preferência e peso de um especialista da perspectiva Cliente..	67
Tabela 20 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Perspectiva Financeira....	68
Tabela 21 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Perspectiva Cliente.....	68
Tabela 22 - Matriz de preferência e pesos da Perspectiva Processos Internos.....	69
Tabela 23 - Matriz de prefer. e pesos da Perspectiva Aprendizado e Crescimento....	69
Tabela 24 - Critérios e pesos das Perspectivas (Resultado da 3a Rodada)	71
Tabela 25 - Matriz de preferência e pesos consolidada das Perspectivas.....	72
Tabela 26 - Classificação do aumento da qualidade percebida pelo cliente	76
Tabela 27 - Classificação do nível de flexibilidade dos novos investimentos	79
Tabela 28 - Classificação de nível de escalabilidade do investimento	80
Tabela 29 - Classificação de nível de alinhamento com o <i>Core-Business</i>	82
Tabela 30 - Classificação da contribuição na redução de custos de não qualidade ...	83
Tabela 31 - Classificação do nível de aquisição de novos conhecimentos	84

Tabela 32 - Classificação da contribuição com conhecimentos próprios.....	85
Tabela 33 - Classificação de nível de interação e protagonismo dos colaboradores...	86
Tabela 34 - Classificação do ganho de agilidade e otimização de processos.....	87
Tabela 35 - Critérios e pesos da Perspectiva Financeira	95
Tabela 36 - Matriz com apuração dos valores absolutos da Perspectiva Financeira ..	95
Tabela 37 - Perspectiva Financeira normalizada e com ajuste de direção	96
Tabela 38 - Matriz de apuração do resultado da Perspectiva Financeira.....	97
Tabela 39 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Financeira	97
Tabela 40 - Critérios e pesos da Perspectiva Cliente	98
Tabela 41 - Matriz com apuração dos valores absolutos da Perspectiva Cliente	98
Tabela 42 - Matriz da Perspectiva Cliente normalizada e com ajuste de direção.....	99
Tabela 43 - Matriz de apuração do resultado da Perspectiva Cliente.....	99
Tabela 44 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Cliente.....	100
Tabela 45 - Critérios e pesos da Perspectiva Processos Internos.....	100
Tabela 46 - Apuração dos valores absolutos da Perspectiva Processos Internos....	101
Tabela 47 - Perspectiva Processos Internos normalizada e com ajuste de direção...	101
Tabela 48 - Apuração do resultado da Perspectiva Processos Internos	102
Tabela 49 - Classificação final conforme Perspectiva Processos Internos.....	102
Tabela 50 - Critérios e pesos da Perspectiva Aprendizado e Crescimento.....	103
Tabela 51 - Valores absolutos da Perspectiva Aprendizado e Crescimento	103
Tabela 52 - Persp. Aprendizagem e Crescimento normal. e com ajuste de direção..	104
Tabela 53 - Apuração do resultado da Perspectiva Aprendizado e Crescimento.....	104
Tabela 54 - Classificação final conforme Perspectiva Aprendizado e Crescimento...	105
Tabela 55 - Apuração dos valores absolutos de resultados por Perspectiva	106
Tabela 56 - Resultado Final Consolidado com aplic. de pesos das Perspectivas.....	106
Tabela 57 - Classificação final consolidada de todas alternativas.....	107
Tabela 58 - Comparação modelo multicritério x métodos tradicionais.....	111
Tabela 59 - Nova tabela de pesos usando o método ROC	113
Tabela 60 - Comparação dos pesos pelo método AHP x método ROC	114
Tabela 61 - Classificação utilizando cenário de pesos conforme método ROC	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
BI	Business Intelligence
BSC	Balanced Scorecard
Brainstorming	Técnica de geração de idéias em grupo
CNI	Confederação Nacional das Industrias
DSS	Decision Suport Systems
IRR	Internal Rate of Return (mesmo que TIR)
Feedback	Retorno em relação a alguma atividade, atitude ou opinião realizada
MAVT	Multi-attribute Value Theory
MCDA	Multiple Criteria Decision Analysis
NPV	Net Present Value
Payback	Periodo de Retorno de Capital
PB	Payback
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations
ROI	Retorno sobre Investimento
TBRL	Milhares de reais (Thousand Brazilian Reais)
TUS\$	Milhares de dollars (Thousand US Dollars)
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Liquido

1. INTRODUÇÃO

De maneira geral, todas as organizações, em um determinado momento, devem tomar decisões em relação ao seu orçamento de capital, também tratado na prática industrial de projetos de investimento, que será o termo que estará sendo utilizado predominantemente nesta dissertação. O desafio consiste em, dentro de uma verba pré-definida e limitada, decidir sobre as melhores oportunidades de utilização de seus recursos financeiros.

Para isto, em geral, são utilizadas análises de viabilidade econômica por meio da aplicação de métodos tradicionais, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*, que utilizam fluxo de caixa descontado e indicam as melhores alternativas dentro de uma perspectiva econômico-financeira.

Por outro lado, segundo Kaplan e Norton (1997), utilizar apenas medidas financeiras para orientar as empresas na geração de valor no futuro é algo inadequado. Na mesma direção, Slack *et al* (2013) destacam que as organizações não devem ser avaliadas apenas pelo lucro econômico tradicional, mas também, pelo impacto que suas operações têm sobre a sociedade e o meio ambiente.

Mais recentemente, uma revisão de literatura realizada por MOHAGHEGHI *et al* (2019), sobre modelos e soluções técnicas para seleção de portfólios de projetos, indica diversos critérios utilizados para esta finalidade, entre os mesmos: Financeiro, Risco, Estratégico, Ambiental, Social e Sustentabilidade.

1.1 Contextualização

Apesar das empresas terem o conhecimento e consciência de que o fator econômico não é único na determinação do sucesso das mesmas no longo prazo, os métodos de decisão aplicados a investimentos baseados exclusivamente em fatores econômicos, continuam sendo predominantemente os mais utilizados.

Conforme amostragem das empresas brasileiras pesquisadas por Quattrin (2011), 90% das mesmas utilizam para decisão métodos tradicionais econômicos, dentre estes VPL (43,3%), TIR (30%) e *Payback* (13,3%), e apenas 10% das empresas utilizam-se de métodos com critérios não financeiros.

Os métodos tradicionais de análise de investimento são consolidados internacionalmente, constituindo uma importante referência no processo decisório,

entretanto, se restringem a uma análise dentro apenas da perspectiva econômico-financeira, e podem não considerar outras importantes variáveis quantitativas e qualitativas que também são relevantes para que as organizações atinjam sua estratégia de longo prazo.

Dentro de um contexto similar, o de seleção de portfólio projetos, Archer e Ghasemzadeh (2000), também já destacavam que algumas das principais dificuldades no processo decisório são a existência de objetivos conflitantes, critérios qualitativos e incertezas/riscos.

Na mesma linha, já havia sido observado por Cooper (2001), tratando sobre decisões em relação a gerenciamento de portfólio, que um grande desafio para as empresas é conseguir equilibrar suas carteiras de projetos e garantir que todos estejam alinhados com a estratégia de negócios.

Buscando recentemente uma solução para esta temática, Dincer e Yuksel (2019), utilizaram e comprovaram a efetividade do Balanced Scorecard na determinação de critérios para decisão sobre investimentos em alternativas para energias renováveis.

1.2 Questão de Pesquisa

Considerando a complexidade e importância do processo decisório em relação a projetos de investimento, assim como o impacto do mesmo no longo prazo para as empresas, e em especial nas do segmento industrial, a questão de pesquisa a qual este trabalho se propõe tratar é:

Um modelo de apoio à decisão multicritério, levando em consideração a estratégia de longo prazo da empresa e os diversos fatores quantitativos e qualitativos envolvidos, e desta forma, não se concentrando apenas em fatores econômicos, seria apropriado aos tomadores de decisão de organizações industriais para seleção de projetos de investimento ?

1.3 Objetivos

Para o desenvolvimento deste trabalho, os objetivos foram desdobrados em objetivo geral e objetivos específicos, sendo que estes últimos representam etapas a serem atingidas para se alcançar o objetivo geral.

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de projetos de investimento, considerando como critérios indicadores relacionados as 4 perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC), oferecendo assim aos tomadores de decisão, uma ferramenta estruturada que considera fatores quantitativos e qualitativos alinhados a estratégia de longo prazo da empresa.

1.3.2 Objetivos Específicos

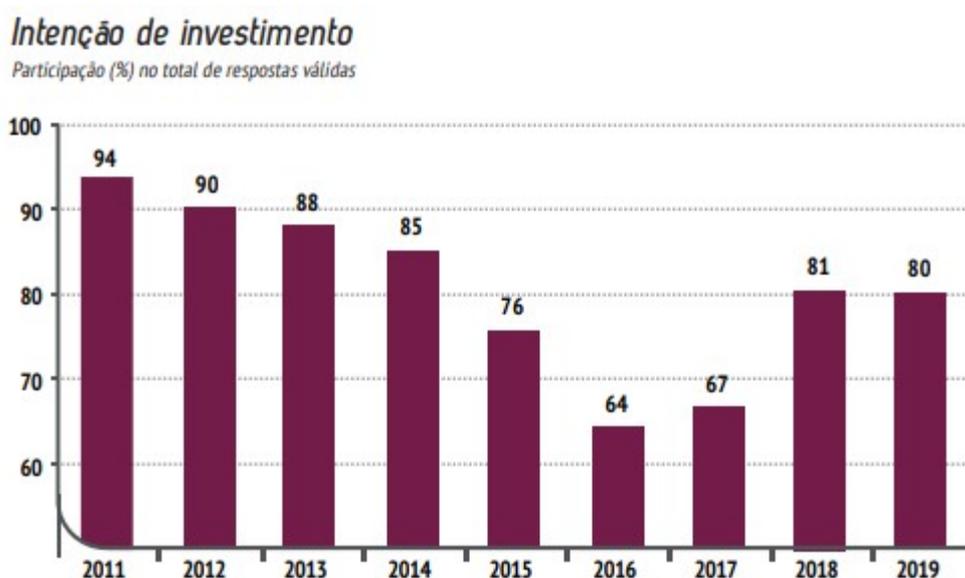
Visando alcançar o objetivo geral proposto neste trabalho, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Determinar sub-critérios relacionados as perspectivas do BSC e seus respectivos pesos;
- Estruturar e aplicar um método multicritério adequado para o processo de seleção de alternativas para projetos de investimento;
- Aplicar o modelo em um caso prático e comparar os resultados com os métodos tradicionais financeiros

1.4 Justificativa

As decisões das empresas em relação a projetos de investimento são de grande importância no que diz respeito a seu direcionamento estratégico, pois em geral, estas decisões envolvem valores consideráveis e que representam um compromisso imobilizado de longo prazo (Abensur, 2012).

Para ilustrar a relevância do tema no cenário atual da economia brasileira, pode-se verificar que após um período de 3 anos de muito pessimismo, recente pesquisa da Confederação Nacional das Industrias (CNI) indica pelo segundo ano consecutivo, que 4 em cada 5 empresas pretendem investir, como pode ser observado na figura 1:

Figura 1 – Evolução da intenção de investimento na Indústria brasileira

Fonte: Investimentos na Indústria (2019). Publicação da Confederação Nacional da Indústria – CNI

Por outro lado, tratando-se de métodos para análise de investimentos, existe uma lacuna em relação ao tratamento e consideração de variáveis não econômicas, tanto quantitativas como qualitativas, que se relacionam com as alternativas de investimentos e impactam na estratégia de longo prazo das empresas. Em geral, os métodos consagrados na literatura de orçamento de capital, que são também os mais utilizados na prática das organizações industriais, se baseiam principalmente no fluxo de caixa descontado, colocando toda ênfase no retorno econômico e monetário, e tratando muito pouco ou absolutamente nada de outros aspectos relevantes para o atendimento da visão, missão e estratégia das empresas.

Buscando oferecer uma contribuição para essa lacuna identificada na problemática de seleção de alternativas para projetos de investimento, a utilização de um método de apoio à decisão multicritério se mostra muito apropriada pela possibilidade de poder tratar de critérios quantitativos de diferentes grandezas assim como critérios qualitativos, conflitantes ou não entre si. Adicionalmente a isto, levar em consideração as perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC), consagrada sistemática de planejamento estratégico, para determinar critérios e sub-critérios neste modelo, complementa o objetivo de alinhamento com a estratégia de longo prazo da empresa.

Desta forma, espera-se com este trabalho oferecer aos tomadores de decisões das organizações, um modelo concreto e prático para o apoio à decisão em relação a seleção de projetos de investimentos, assim como contribuir ao meio acadêmico com um trabalho original, uma vez que não foi encontrado na literatura uma proposta de utilização das perspectivas do BSC como critérios para um método multicritério na problemática de projetos de investimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresenta-se o referencial teórico que se divide em três eixos principais, relacionados diretamente a solução da problemática da pesquisa, que são a análise de investimentos, a abordagem estratégica do *Balanced Scorecard* - BSC, e os métodos de suporte à decisão multicritério.

2.1 Métodos tradicionais de análise de investimento

Em uma revisão de literatura relacionada a esse tema, pode-se encontrar muitos métodos consolidados na teoria para apoiar o processo decisório dentro de uma perspectiva econômico-financeira.

Como o propósito deste trabalho é oferecer uma alternativa prática em contra-partida a esses métodos, foi decidido então revisar a teoria relacionada apenas aos métodos efetivamente mais utilizados nas empresas conforme indicado nos trabalhos de Souza(2014), Quattrin (2011), Eid Junior (1996), entendendo suas vantagens e desvantagens.

Dentro deste escopo, serão revisados os seguintes métodos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa de Retorno Interno (TIR) e *Payback* (Período de Retorno de Capital), que são predominantemente os mais utilizados.

2.1.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do Valor Presente Líquido (VPL), também conhecido pela sua abreviação derivada do inglês NPV (*Net Present Value*), trata-se de uma técnica onde converte-se todos fluxos de caixa do projeto ao momento inicial t_0 (momento presente), por meio da aplicação de uma determinada taxa de desconto, que em geral corresponde ao custo de capital da empresa ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) aceitável (Abensur, 2012).

Segundo o método, quando o valor do VPL é positivo, significa dizer que o projeto é viável, pois a soma dos fluxos de caixa no momento presente serão maiores que o valor investido. Embora isto não seja uma garantia de que o projeto é

atrativo do ponto de vista dos investidores, isto já é um primeiro sinal de que o projeto merece continuar sendo avaliado (Souza e Clemente, 2008).

A fórmula desse método é dada por:

$$V_{PL} = \sum_{j=1}^N \frac{P_j}{(1+i)^j} - DI$$

onde:

i = Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

P_j = Fluxo de caixa líquido na data j

DI = Desembolso Inicial

N = Número de períodos

j = período de abrangência do projeto (1 a N)

O método VPL é considerado um dos mais sofisticados para avaliar projetos de investimentos conforme Kassai et al (2000). Entre suas vantagens estão o fato de considerar o valor do dinheiro no tempo (Lapponi, 2007), possuir consistência matemática, e apresentar valores absolutos em unidades monetárias, o que fornece uma estimativa direta na mudança da riqueza do investidor (Kassai et al, 2000).

Entretanto, algumas desvantagens também podem ser consideradas em relação a este método conforme indicam alguns autores (Quatrin, 2011; Casarotto e Kopittke, 2010; Kassai et al, 2000; Lapponi, 2007):

- Necessidade de realizar a definição da TMA a ser utilizada, levando em conta inclusive os riscos associados ao projeto, assim como estimar os fluxos de caixas futuros, e isto não se trata de uma tarefa fácil;
- Pelo fato do resultado da VPL ser um valor monetário absoluto, não se tem uma referência direta com o valor investido, fato que dificulta um pouco sua interpretação e faz com que alguns gestores se sintam mais seguros em utilizar a TIR ou o *Payback*;
- Ocorre uma simplificação da realidade quando se assume a premissa de que todas as entradas e saídas dos fluxos estarão submetidas a mesma TMA;

- Quando utilizado para comparação de projetos com vidas úteis diferentes, ou mutuamente excludentes, a VPL se torna inadequada.

2.1.2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Este método calcula uma taxa percentual (denominada TIR), que representa a taxa de retorno que iguala as entradas líquidas ao valor total de desembolso de investimentos (trazendo tudo para valor presente). Para se avaliar o investimento por este método, deve-se comparar o resultado da TIR com a TMA esperada pela empresa. Se a TIR for maior, significa então que o projeto é viável, por outro lado, se for menor, indicará que o investimento não é atrativo economicamente (Abensur, 2012).

A fórmula é dada por:

$$\sum_{j=1}^N \frac{P_j}{(1+i)^j} - DI = 0$$

onde:

i = Taxa Interna de retorno (TIR)

P_j = Fluxo de caixa líquido na data j

DI = Desembolso Inicial

N = Número de períodos

j = período de abrangência do projeto (1 a N)

Nota-se portanto que a TIR é a taxa que leva o VPL a 0 (Zero).

Um dos aspectos que tem levado a preferência por este método muitos tomadores de decisão, é o fato de que a avaliação se resume a comparação de um percentual, que pode indicar tanto rapidamente a viabilidade ou não, assim como qual alternativa garante uma melhor taxa de retorno (Abensur, 2012).

De certa forma, a VPL e a TIR tendem a apontar para uma mesma decisão. Entretanto, quando se analisa projetos mutuamente excludentes, e em especial com desembolso inicial diferentes ou com várias inversões de sinais entre fluxo positivo e

negativo, a seleção da TIR pode levar a algumas inconsistências, onde nem sempre a alternativa com a melhor TIR será a mais efetiva na geração de riqueza para a empresa, pois a mesma não indica o valor absoluto monetário do ganho, o que pode levar a decisões equivocadas (Casarotto e Kopittke, 2010).

Conforme Kassai et al (2000), existe uma certa tendência de profissionais preferirem a TIR por ser mais intuitiva, por outro lado, os acadêmicos optam mais pela VPL, por esta trazer maior precisão técnica.

2.1.3 Método do Payback (PB)

O método *Payback* (PB) é considerado o primeiro método formal utilizado para avaliar projetos de investimentos (Quatrin, 2011 apud Brigham 2001).

Este método tem origem na concepção simples de determinar o prazo de retorno para se recuperar os recursos investidos (Abensur, 2012). O PB é encontrado somando-se os valores dos fluxos de caixas, tanto os negativos como os positivos, até o momento em que essa soma resulta em zero (Kassai et al, 2000).

Para este método, o critério de "aceitação" seria comparar o PB a um tempo máximo tolerado de retorno, que deve ser determinado pela empresa (Lapponi, 2007). Os autores Casarotto e Kopittke (2010) classificam este método como não exato, e de fato muitas críticas podem ser encontradas em relação ao mesmo na literatura conforme segue:

- O Payback não considera o valor do dinheiro no tempo, pois não se baseia em fluxos de caixa descontado (Kassai et al, 2000). Entretanto, para esta inconsistência, estes mesmos autores e diversos outros oferecem como alternativa o *Payback* Descontado, porém então o método já começa a perder a sua simplicidade natural;
- Os fluxos de caixa que ocorrem após o período de retorno não são levados em consideração (Kassai et al, 2000);
- É influenciado pela distribuição dos fluxos de caixa no tempo dentro do período de PB, privilegiando desta forma aqueles projetos em que as entradas para recuperação ocorram mais cedo (Abensur, 2012).

Conforme Motta e Calôba (2002), trata-se de um método que deve ser encarado com reservas, usado apenas como indicador e não como único critério para seleção entre alternativas de investimento.

Apesar destas críticas, o método incorpora um interessante aspecto de mensuração do fator risco, uma vez que a medida que as estimativas dos retornos do projeto se distanciam do momento atual, a incerteza aumenta (Lapponi, 2007). Adicionalmente, o mesmo autor aponta como outras vantagens, a de ser um método simples e fácil de ser aplicado e interpretado. Devido a isto, pode-se concluir que é uma boa alternativa como "filtro" inicial de projetos ou forma complementar para outros métodos.

2.2 Metodologia *Balanced Scorecard* - BSC

O *Balanced Scorecard* (BSC) surgiu no início da década de 1990, a partir de um estudo patrocinado pelo Instituto Nolan Norton entre diversas empresas, denominado "*Measuring Performance in the Organization of the Future*" (KAPLAN e NORTON, 1997). A motivação do estudo era a visão de que os métodos de avaliação de desempenho empresarial da época, que eram apoiados predominantemente em indicadores contábeis e financeiros, estavam tornando-se obsoletos.

Mais recentemente, Malyarets et al (2018) reforça que este foco apenas financeiro, gera uma fraqueza estratégica para as empresas, o que corresponde exatamente ao que acreditavam os participantes da pesquisa conduzida pelo Instituto Nolan, onde se tinha impressão que as empresas estavam sendo prejudicadas em relação a sua capacidade de geração de valor no futuro.

Um ponto de atenção relevante é que executivos, pressionados por desempenho financeiro de curto prazo, podem ser influenciados a tomada de decisões limitadas em termos de resultados a longo prazo.

Este estudo reuniu representantes de dezenas de empresas, das áreas de manufatura a de serviço, da indústria pesada a de alta tecnologia, e de acordo com Kaplan e Norton (1997), o objetivo era desenvolver um novo modelo de medição de desempenho. Do ponto de vista destes autores, apenas medidas financeiras não são apropriadas para direcionar a trajetória que as empresas devem seguir no futuro.

Partindo desta consideração, o propósito principal do BSC é complementar medidas financeiras com medidas de outras perspectivas que podem contribuir com desempenho futuro, desdobrando objetivos específicos a partir da visão estratégica da empresa, e garantindo assim, o alinhamento dos objetivos organizacionais com as metas operacionais.

Ainda segundo Kaplan e Norton (1997), o próprio nome da metodologia, *Balanced Scorecard*, reflete a intenção de equilibrar objetivos de curto e longo prazo, assim como medidas financeiras e não financeiras.

Desta maneira, o modelo do BSC propõe 4 perspectivas de atuação:

- Perspectiva Financeira;
- Perspectiva Clientes;
- Perspectiva Processos Internos;
- Perspectiva Aprendizado e Crescimento.

Nos sub-tópicos a seguir são detalhadas estas perspectivas.

2.2.1 Perspectiva Financeira

Não é por acaso que, predominantemente, os sistemas de indicadores e avaliações das empresas são pautados por uma natureza financeira. Conforme observado por Kaplan e Norton (1997), esta propensão data de milhares de anos, quando egípcios, fenícios e sumérios utilizavam registros contábeis para suportar transações comerciais. Depois disto, na era da revolução industrial, novas empresas aperfeiçoaram medidas de desempenho financeira e isto teve um papel importante no sucesso das mesmas. As inovações continuaram no início do século XX, com a criação de novos indicadores como o Retorno sobre Investimento (ROI), orçamento operacional e orçamento de caixa. E mais tarde, após a segunda grande guerra, a abordagem de unidade de negócios para empresas diversificadas refinou ainda mais os relatórios e controles financeiros.

Entretanto, conforme os mesmos autores apontam, na prática a ênfase excessiva em resultados financeiros de curto prazo, pode direcionar para soluções rápidas e superficiais, que não terão sustentação no futuro. Contudo, isto não significa que os aspectos financeiros devem ser deixados de lado, pois não faria o menor sentido no mundo dos negócios atuais.

O ponto chave é que o aspecto financeiro deve estar conectado com outras perspectivas alinhadas a visão de longo prazo, permitindo a avaliação de causa e efeito entre objetivos e medidas das demais perspectivas, e adicionalmente, servir como uma meta principal norteadora.

Ainda segundo Kaplan e Norton (1997), o estabelecimento dos objetivos financeiros não serão comuns entre diferentes empresas e unidades de negócio, e dependerão fundamentalmente da fase do ciclo de vida em que a empresa ou unidade de negócio está posicionada, podendo ser a fase de crescimento, de sustentação ou colheita. Cada uma dessas fases irá demandar uma diferente estratégia e, conseqüentemente, uma diferente abordagem no estabelecimento dos indicadores adequados.

De qualquer forma, os autores indicam quais são os três temas estratégicos principais que deverão ser levados em consideração, e que se adaptarão com maior ou menor efeito, dependendo da situação da empresa ou unidade de negócio. Estes temas são:

- Crescimento e *mix* de receita;
- Redução de custo e melhoria de produtividade;
- Utilização adequada de ativos e/ou estratégia de investimentos.

Em relação ao tema crescimento, a abordagem pode ser de gerar novos produtos ou novas aplicações, buscar novos clientes ou novos mercados, estabelecer novas relações de sinergia com outras unidades de negócios na mesma empresa, mudar *mix* de produtos ou serviços, ou mesmo estabelecer uma nova estratégia de preço.

No tema redução de custo e melhoria de produtividade, o direcionamento é reduzir esforço e complexidade, e conseqüentemente, reduzir o valor despendido para a produção ou execução de um trabalho. Melhoria do *mix* de canais de relacionamento com cliente e, redução de despesas operacionais, também se enquadram aqui. Ponto de atenção neste tema é que, para empresas na fase de ciclo de crescimento, este foco pode ser conflitante com a flexibilidade necessária nesta fase.

Por último, o tema sobre utilização adequada de ativos e estratégia de investimentos, trata sobre aumentar a utilização da estrutura já instalada, do retorno sobre investimento e do valor econômico agregado, culminando para uma visão focada no fluxo de caixa.

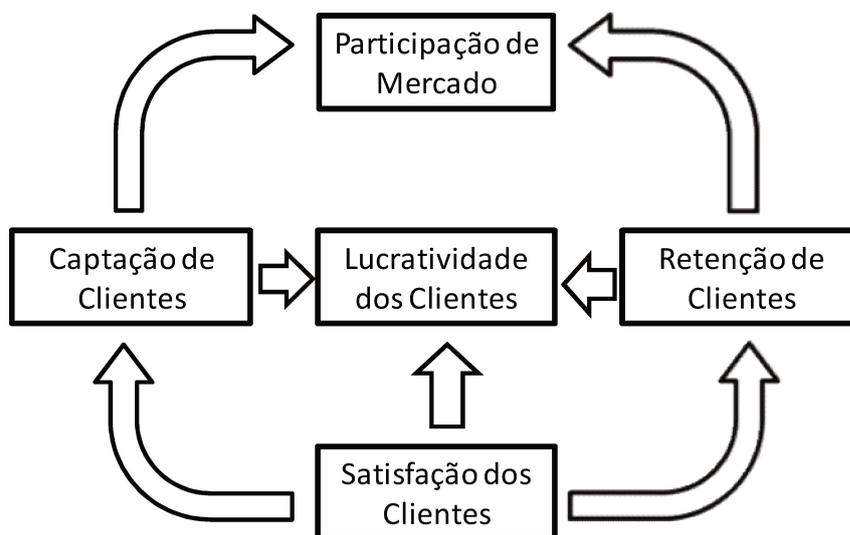
2.2.2 Perspectiva Cliente

Muitas empresas possuem em sua descrição de missão algo como: "Ser a número 1 em entrega de valor ao cliente" e com isto, o desempenho da empresa em relação aos clientes se tornou uma alta prioridade conforme Kaplan e Norton (1992). Porém a questão chave neste aspecto é: "Como o cliente nos vê ? "

Em relação a esta perspectiva, antes de tudo, é necessário a identificação do segmento de clientes e mercado onde a empresa deseja se posicionar e qual a proposta de valor a ser oferecida. Uma interessante colocação de Kaplan e Norton (1997) é que: "Empresas que tentam ser tudo para todo mundo, acabam não sendo nada para ninguém ".

A partir desta definição de cliente/mercado, as medidas essenciais de resultado relacionadas aos clientes em questão devem então ser avaliadas. Estas medidas são: satisfação, fidelidade, retenção, captação e lucratividade (Kaplan e Norton, 1997). As mesmas seguem uma relação de causa e efeito e, apesar de genéricas para todas as empresas, devem ser priorizadas conforme o perfil dos clientes/segmento de mercado. A Figura 2 ilustra a interconexão entre as mesmas.

Figura 2 – Relacionamento das medidas essenciais da Perspectiva Cliente



Fonte: A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard - Kaplan e Norton (1997), p. 72 .

Como algo importante é traduzir em medidas e indicadores o que realmente faz a diferença, Kaplan e Norton (1997) indicam alguns fatores que serão relevantes

em todos os casos, apesar de cada cliente e mercado ter suas características próprias, estes fatores são:

- Tempo de resposta;
- Qualidade;
- Preço.

Tempo de resposta é justamente o tempo requerido para atender uma necessidade do cliente. Para produtos existentes, geralmente se refere ao tempo entre colocação de um pedido por parte do cliente e a efetiva entrega do produto ou serviço. Já para produtos novos, costuma ser o tempo que leva para um produto sair da sua fase de definição até o início de fornecimento (*Time to Market*).

Em relação a qualidade, Slack et al (2013), a define como sendo a conformidade em relação as expectativas do cliente. De forma mais pragmática, Kaplan e Norton (1992), indicam que a qualidade mede o nível de falhas nos produtos ou serviços percebido pelos clientes. Ressaltam ainda que, pode também em alguns casos, medir a acuracidade das entregas.

E por último, mas não menos importante, temos a questão preço, algo que pode ser decisivo na escolha de um fornecedor e isto não deve ser negligenciado mesmo com os outros aspectos desta perspectiva atendidos. Entretanto, para alguns clientes, poderá haver uma diferenciação interessante para os fornecedores mais atentos as necessidades do seu mercado, isto porque o custo para o cliente não é apenas o preço do produto final.

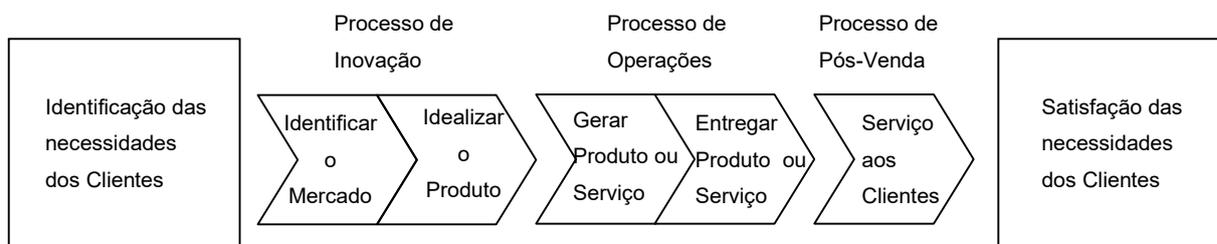
Muitas vezes um ótimo fornecedor com preço de produto mais alto, poderá ser a opção de custo mais barata para o cliente, isto porque o seu índice de falha, qualidade de entrega, parceria de desenvolvimento, tempo de resposta e outros; farão com que o cliente possa reduzir outros custos operacionais, por exemplo, inspeções, estoques, paradas não planejadas.

2.2.3 Perspectiva Processos Internos

Esta perspectiva refere-se aos processos mais críticos para a empresa atingir os objetivos dos clientes e dos acionistas. Conforme Kaplan e Norton (1992), recomenda-se que seja considerada a cadeia de valor completa dos processos internos, iniciando com o processo de inovação (que refere-se a identificação das necessidades dos cliente e proposta de solução) até o serviço de pós-venda.

A Figura 3 ilustra um modelo de cadeia de valor genérica segundo estes mesmos autores.

Figura 3 – Modelo de cadeia de valor genérica



Fonte: A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard - Kaplan e Norton (1997), p. 102 .

Referente ao processo de inovação, apesar de muitas empresas classificarem o mesmo como processo suporte, Kaplan e Norton (1997) indicam que a prática mostrou que na maioria das empresas este é um processo interno crítico, em especial nas empresas com longo ciclo de desenvolvimento. Adicionalmente, observa-se que as possibilidades de redução de custo referente ao produto tem seu maior potencial na fase de desenvolvimento, e que durante a fase de produção estas oportunidades já se tornam mais limitadas.

Por outro lado, os mesmos autores afirmam que historicamente as empresas dedicam pouca atenção para a utilização de medidas de desempenho nos processos de projeto e desenvolvimento de produtos. Sugestões para indicadores de desempenho neste sentido podem ser concentrados tanto no escopo de resultados da fase de pesquisa, quanto do desenvolvimento do produto em si, alguns exemplos são:

- Percentual de venda gerada por novos produtos;
- Tempo de desenvolvimento da próxima geração de produtos;
- Quantidade de modificações dos produtos até o lançamento;
- Tempo de equilíbrio (definido pelo tempo necessário para o lucro com as vendas do novo produto amortizar os gastos com o desenvolvimento).

Outra abrangência da perspectiva de processos internos refere-se ao processo de operações, que se inicia no recebimento de um pedido do cliente e finaliza na entrega do produto ou serviço. Neste escopo uma grande gama de

indicadores podem ser encontrados, pois tratam-se de processos geralmente padronizados e com controles de eficiência e desempenho já estabelecidos na prática das organizações e também na literatura, o desafio concentra-se então a selecionar os indicadores que melhor estarão colaborando para o atingimento dos resultados das outras perspectivas do BSC e contribuindo para a estratégia da empresa.

E finalizando a cadeia de valor genérica indicada por Kaplan e Norton (1997), teremos os processos referentes ao serviço pós-vendas. Neste processo consideram-se as atividades de garantia e conserto, correção de defeitos e devoluções, processamento de pagamentos (por exemplo, a administração de cartões de crédito).

Para muitos casos de clientes corporativos, o tempo de parada de um equipamento pode significar um enorme impacto em custos. Nestes casos, uma equipe qualificada para rápido atendimento, ou mesmo recursos de monitoramento que detectem uma falha iminente antes da mesma ocorrer, podem ser um grande diferencial. Indicadores como percentual de problemas resolvidos com clientes em um único atendimento e tempo para solução do problema, podem ser bons indicadores onde estes fatores são determinantes para o modelo de negócio.

2.2.4 Perspectiva Aprendizado e Crescimento

Esta perspectiva visa desenvolver e orientar o aprendizado e crescimento organizacional, o que significa oferecer a infra-estrutura que possibilita a realização dos objetivos das outras três perspectivas (Kaplan e Norton, 1997).

São sugeridas por estes mesmos autores 3 categorias principais para esta perspectiva:

- Capacidade dos funcionários;
- Capacidade dos sistemas de informação;
- Motivação, *empowerment* e alinhamento.

Dentro do contexto dos funcionários, deve-se considerar a satisfação, retenção e produtividade dos mesmos. Complementando esta categoria, para que os funcionários desempenhem com eficácia no ambiente competitivo dos dias atuais, torna-se indispensável que os mesmos tenham excelentes informações, neste aspecto surge a segunda categoria sugerida, que é a capacidade dos

sistemas de informação. E concluindo o ciclo, mesmo funcionários habilitados que dispõem de acesso a excelentes informações, precisarão ter motivação e vontade de agir naquilo que é importante para empresa, e aqui temos a categoria Motivação, *empowerment* e alinhamento (Kaplan e Norton, 1997).

O papel dos funcionários sofreu grande transformação com a mudança da era industrial para a era da informação. O modelo de realizar um mesmo trabalho repetidamente com eficiência não é mais suficiente para as empresas obterem sucesso. As idéias que permitem melhorar continuamente os processos internos e dos clientes surgem dos funcionários que estão mais próximos destes processos. Os padrões de trabalho continuam sendo importante mas são apenas o ponto de partida das melhorias.

Neste aspecto relacionado a funcionários, Kaplan e Norton (1997), apontam um grupo essencial de três indicadores que devem ser levados em consideração:

- Satisfação;
- Retenção;
- Produtividade.

Estes indicadores acabam sendo mais genéricos e menos quantitativos que o das outras perspectivas, porém o estabelecimento dos mesmos também é muito importante.

Em relação a capacidade dos sistemas de informações, o propósito deste tópico é garantir informações apropriadas em conteúdo e no tempo correto para tomada de decisões e desenvolvimento do trabalho com maior precisão e abrangência. Conforme Shimizu (2010), o esforço para melhorar o nível da inteligência organizacional depende da disponibilidade de um sistema inteligente de informações, e novas tecnologias de software, como Decision Support Systems (DSS) e Business Intelligence (BI) foram desenvolvidas para dar suporte a este propósito.

A frente Motivação, *empowerment* e alinhamento refere-se a motivação e liberdade de decidir e agir com ações alinhadas aos objetivos da empresa, pois mesmo funcionários qualificados e com excelente informações, não contribuirão senão estiverem motivados, alinhados e com autonomia (Kaplan e Norton, 1997). Indicadores como medidas de sugestões apresentadas e implementadas são clássicos nestes aspecto.

2.3 Abordagem estruturada de apoio a decisão

Nesta seção serão tratados os aspectos referentes a tomada de decisão, aprofundando-se nos métodos multicritério.

2.3.1 Processo de tomada de decisão

Situações que envolvem decisões ocorrem a todo momento, com todas as pessoas e nas mais variadas situações. Muitas definições para o termo "decisão" podem ser encontradas na literatura, uma muito interessante é oferecida por Gomes e Gomes (2014), que consideram que sempre quando temos um problema com mais de uma alternativa a ser escolhida como solução, estamos então diante de uma necessidade de decisão, ressaltando ainda que, mesmo que tenhamos apenas uma alternativa, o simples fato de tomar ou não uma ação também implica em uma decisão. Obviamente que neste contexto, a questão principal é como escolher a melhor alternativa para o propósito ou situação específica. Neste aspecto, um complemento a esta definição seria ampliar o escopo da mesma em relação ao termo "problema", para "problema ou oportunidade", da forma como aborda Lachtermacher (2016), caracterizando problema como um estado atual diferente do desejado, e oportunidade como a chance de ultrapassar o que já se tem e obter algo ainda melhor.

Ainda segundo Gomes e Gomes (2014), no ambiente atual das organizações empresariais, onde aspectos competitivos são cada vez mais dominantes, a tomada de decisões no tempo certo, de forma correta e na abrangência adequada, tem caráter fundamental e deve ser orientada a minimizar perdas, maximizar ganhos e gerar um estado futuro superior e melhor em relação ao estado inicial antes da decisão.

Nosso campo de interesse aqui será em relação ao processo decisório estratégico e complexo, onde a aplicação de modelagem e utilização de métodos adequados de suporte à decisão, poderão apoiar de forma consistente a estruturação e organização dos dados na escolha da melhor alternativa.

Conforme Andrade (2015), o início histórico do enfoque sistêmico para tratativa de problemas na tomada de decisão surge junto com o termo Pesquisa Operacional, durante a segunda guerra mundial, com a finalidade de resolver

problemas de operações militares. Com o sucesso destas aplicações despertou-se então o interesse acadêmico e empresarial para o tema.

Entretanto, é apenas na década de 70 que surgem os primeiros métodos voltados para os problemas de decisão multicritério ou MCDA (*Multiple Criteria Decision Analysis*) e que utilizam uma abordagem diferenciada com foco no auxílio à decisão (Gomes e Gomes, 2014).

Segundo Lachtermacher (2016), vários fatores podem impactar uma decisão, entre eles os mais comuns e significantes são:

- Tempo disponível para a tomada de decisão;
- Importância e impacto da decisão;
- Ambiente onde a decisão é tomada;
- Incerteza e riscos envolvidos;
- Agentes decisores;
- Conflitos de interesses.

Na medida que a complexidade e impacto da decisão aumenta, a utilização de métodos específicos para apoio à decisão se tornam interessantes e importantes, e em geral, são estes tipos de decisões que passam a ter um interesse especial e científico no campo da pesquisa operacional, como por exemplo as decisões estratégicas de grandes organizações, que segundo Montibeller e Franco (2010), são aquelas tomadas pelo alto escalão, que afetam aspectos vitais das mesmas, e em geral, possuem alto grau de incertezas e conseqüências no longo prazo.

Para realização de uma modelagem para apoio à decisão, deve-se escolher uma metodologia dentre as várias existentes, que podem diferenciar em torno da técnica e profundidade da análise, mas que em geral terão muitos passos básicos em comuns. Uma abordagem interessante e de aplicação geral é a proposta por Bazerman e Moore (2014), que consiste nos seguintes passos:

- a) Definição do problema;
- b) Identificação dos critérios;
- c) Ponderação dos critérios;
- d) Identificação de alternativas;
- e) Avaliação de cada alternativa segundo cada critério;
- f) Determinação da solução mais apropriada.

Apesar de toda estruturação e ajuda que os métodos de suporte à decisão podem oferecer, é importante também citar a existência de alguns "mitos" indicados por Belton e Stewart (2002) como não verdadeiros:

Mito 1: Métodos de suporte à decisão darão sempre a resposta "certa";

Mito 2: O resultado será sempre uma análise "objetiva" que aliviará os tomadores de decisão da responsabilidade de difíceis avaliações;

Mito 3: A dificuldade da tomada de decisão será eliminada.

Ainda conforme Belton e Stewart (2002), o objetivo e principal benefício dos métodos de apoio à decisão são facilitar o aprendizado e a compreensão dos decisores sobre o problema, considerando suas prioridades, preferências e ajudando na escolha da melhor alternativa.

Na mesma linha de indicar as vantagens da utilização de métodos e modelos estruturados para o apoio à decisão, Lachtermacher (2016) indica os seguintes benefícios:

- Necessidade dos decisores tornarem explícitos seus objetivos;
- Identificação dos diferentes fatores que afetam o objetivo;
- Identificação do relacionamento entre as diferentes alternativas;
- Determinação das variáveis de influência e suas quantificações;
- Reconhecimento das limitações;
- Clareza das idéias para facilitar trabalho em grupo.

2.3.2 Enfoque de decisão multicritério

Uma das diversas áreas da Pesquisa Operacional é a que trata do estudo de métodos de apoio à tomada de decisão multicritério ou também chamados de métodos MCDA (*Multiple Criteria Decision Analysis*), e como já mencionado anteriormente, esta área é relativamente nova, tendo se desenvolvido a partir da década de 70 (Gomes e Gomes, 2014).

Conforme Roy e Vincke (1981), antes dos estudos de multicritério, problemas de decisão sempre eram tratados com técnicas de otimização de função objetivo, ou função utilidade. Porém, muitas vezes esta abordagem não retratam a realidade, uma vez que para tomada de decisões, raramente se tem um único fator

determinante e, muitas vezes, o mesmo não é facilmente representado por uma função.

Neste contexto, Belton e Stewart (2002), definem como decisão multicritério o processo de escolha entre duas ou mais alternativas considerando dois ou mais fatores (critérios), conflitantes ou não entre si, onde se busca um equilíbrio para se chegar a uma solução. Estes autores complementam ainda que a natureza dos problemas multicritério costumam envolver informações complexas e conflitantes, que retratam diferentes pontos de vista e que mudam com o tempo. Com isto, um dos principais objetivos da abordagem multicritério, é auxiliar os tomadores de decisão a organizar e sintetizar toda esta informação para que possam se sentir mais confortáveis e confiantes na tomada de decisão, evitando retrocessos após a decisão, uma vez que todos os critérios foram considerados.

Na mesma direção, Roy e Vincke (1981), afirmam que o objetivo da análise multicritério não é substituir o tomador de decisão por modelos matemáticos, e sim auxiliar o tomador de decisão a encontrar a sua solução, melhorando a descrição e entendimento das alternativas do problema.

Belton e Stewart (2002) indicam como benefícios e vantagens da aplicação de métodos multicritérios os seguintes itens:

- Explicitação dos múltiplos e conflitantes critérios;
- Auxílio na estruturação do problema;
- Modelos permitem direcionar o foco para discussão;
- Tomadores de decisão aprenderão mais sobre o problema e suas preferências próprias;
- A análise também serve para complementar e desafiar a intuição
- O processo leva a uma decisão mais justificável e fácil de explicar;
- A abordagem é conceitualmente simples e transparente.

2.3.2.1 Classificação dos métodos e as diferentes "Escolas"

Conforme Gomes e Gomes (2014), os métodos multicritérios podem ser classificados em discretos ou contínuos. Os métodos discretos são aqueles que tratam de um número finito de alternativas, e os contínuos aqueles que tratam de

possibilidades infinitivamente grandes, sendo também denominados de métodos iterativos.

Para o foco deste trabalho, iremos nos concentrar apenas nos métodos discretos, que podem ser divididos em dois grandes grupos, também chamados de "Escolas":

a) Escola Americana destaca-se pelo estudo dos métodos da chamada "Teoria da Utilidade/Valor Multi-atributo", também chamados de métodos compensatórios;

b) Escola Européia, concentra-se nos chamados métodos de sobreclassificação, ou em inglês, *outranking*, que são os chamados métodos não compensatórios.

Dois métodos de análise multicritério, o MAVT, como representante da Escola Americana, e o *Promethee*, como representante da Escola Europeia, serão descritos a seguir e utilizados no Capítulo 4.

2.3.3 Métodos de decisão multicritério

A escolha dos métodos que serão tratados aqui neste trabalho buscou considerar opções consolidadas de cada um dos dois grandes grupos de métodos discretos (compensatórios e não compensatórios), para se poder avaliar o comportamento de ambos os métodos em um mesmo problema.

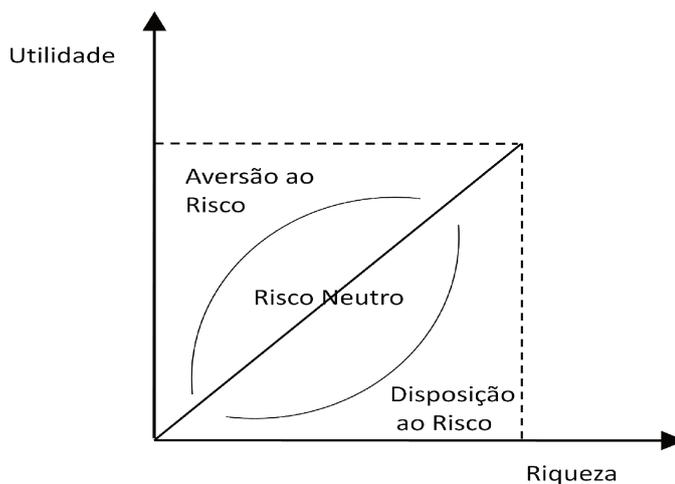
2.3.3.1 Método da teoria multi-atributo de valor (MAVT)

A Metodologia MAVT, *Multi-attribute Value Theory*, é uma das mais populares e utilizadas dentro da abordagem de decisão multicritério, com diversas aplicações práticas para variados tipos de problemas e com diferentes níveis de importância (Wang et al, 2010).

Antes de se explorar no detalhe da metodologia MAVT, importante esclarecer aqui uma diferenciação em relação a uma abordagem muito similar, que é a MAUT (Multi-attribute Utility Theory), pois muitas vezes as mesmas se confundem, ou inclusive, existem autores que tratam ambas pelo mesmo termo MAUT. A diferença básica entre as mesmas é que a MAVT **não** considera incertezas na valorização das alternativas, e apenas assume um valor determinístico (ou valor médio esperado)

como referência para os cálculos. Devido a isto, não são consideradas influências dos riscos ou chances sobre as preferências do decisor, tendo-se então sempre uma função linear de valor (ou utilidade) conforme figura 04, representada neste caso como a reta indicada como "*Risk-neutral*".

Figura 4 – Função de utilidade com diferentes atitudes de risco / incerteza



Fonte: Wang et al (2010) - Traduzido pelo autor

Não é objetivo aqui neste trabalho discutir qual nomenclatura estaria mais apropriada, apenas esclarecemos que seguiremos a linha dos autores que utilizam o termo MAVT para estas situações que não consideram a incerteza (o que também será o caso prático do estudo desta dissertação).

Retornando aos aspectos da metodologia, a proposta do MAVT parte de uma abordagem simples e intuitiva, assumindo que um problema de decisão possui uma função de valor que deve ser maximizada. As preferências do tomador de decisão serão refletidas na forma desta função utilidade (valor), que é definida a partir de um conjunto de critérios, que terão cada um seus respectivos pesos também definidos pelo decisor (apoiado ou não por uma metodologia para determinação destes pesos). Desta forma, o valor de utilidade derivado da função será o desempenho das alternativas segundo cada um dos critérios ponderados pelos seus respectivos pesos, podendo ser realizada então uma classificação e ordenação destas alternativas (Adali e Isik , 2017).

Para operacionalização e aplicação do MAVT, alguns passos são necessários conforme segue:

- a) Determinar os critérios e alternativas para problema de decisão;
- b) Definir os pesos dos critérios segundo algum método específico para este propósito;
- c) Construir a matriz de decisão, com a avaliação de cada alternativa segundo cada critério;

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m \text{ e } j = 1, 2, \dots, n)$$

Onde: x_{ij} refere-se ao valor de desempenho de cada alternativa (i) no critério (j).

- d) Realizar normalização da matriz através de algum procedimento. Por exemplo, atribuindo 1 para o valor da melhor alternativa naquele critério e o 0 para a pior, e calculando os valores intermediários por interpolação, e definindo o ajuste de direção, isto é, se o critério deve ser minimizado ou maximizado;
- e) Apurar de forma aditiva o valor da função utilidade para cada alternativa pela fórmula a seguir:

$$U(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j u_j(x_{ij})$$

Onde:

$U(A_i)$ representa a alternativa i ;

w_j refere-se ao peso do critério j ;

$u_j(x_{ij})$ representa os valores normalizados ponderados pelos critérios.

Desta forma, as alternativas são ordenadas em ordem decrescente de utilidade. Sendo que a primeira recomendação será a alternativa com maior valor e assim sucessivamente.

2.3.3.2 Método *Promethee*

O método *Promethee*, cuja abreviatura vem de *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*, foi desenvolvido por Jean-Pierre Brans e colaboradores, tendo sido apresentado pela primeira vez em uma conferência no ano de 1982, na Universidade de Laval no Canadá (Figueira et al, 2005). Este método pertence a família de métodos não compensatórios, baseado no conceito de sobreclassificação que tem origem na escola europeia de métodos para apoio a decisão.

Conforme Almeida e Costa (2002), trata-se de um método de fácil compreensão, pois parte de parâmetros que possuem significado físico ou econômico para o tomador de decisão, diferentemente de outros métodos de sobreclassificação como o *ELECTRE*.

A proposta básica do *Promethee* é realizar comparações par-a-par entre as alternativas para cada critério, seguindo as preferências do decisor em relação ao significado que o mesmo atribui as avaliações destas alternativas, e deve ser modelado a partir de uma função de preferência. São indicadas na literatura seis tipos de funções básicas ou genéricas para descrever estas preferências, podendo o decisor escolher funções distintas para cada critério. Algumas destas funções levam em conta não apenas a superação de uma alternativa sobre a outra, mas também a intensidade desta superação.

Diferentes escalas podem ser utilizadas em cada critério, porém o valor retornado da função preferência está sempre entre 0 e 1.

Uma boa referência de seqüência que pode ser considerada para aplicação do método é sugerida por Canedo (2008):

- Determinação dos critérios e seus respectivos pesos;
- Construção de uma matriz de avaliação de desempenho de alternativas para cada critério;
- Escolha da função de preferência que melhor se adapte ao entendimento do decisor em relação a variabilidade das alternativas;
- Especificação dos parâmetros exigidos para cada tipo de função;
- Determinação das intensidades de preferência para cada par-a-par de alternativa em cada critério;

- Determinação do índice de preferência para cada par de alternativa dado pela fórmula:

$$\Pi(a, b) = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^n p_j F_j(a, b), \text{ onde } P = \sum_{j=1}^n p_j$$

- Calcular o fluxo de superação positivo e negativo pelas fórmulas:

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \neq a} \Pi(a, b)$$

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \neq a} \Pi(b, a)$$

- Calcular o fluxo líquido de superação (*PROMETHEE II*):

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

Desta maneira, a alternativa " a " sobreclassifica " b " se:

$$\Phi(a) > \Phi(b)$$

Ao longo do tempo o método *Promethee* foi se desenvolvendo e sofrendo adaptações de forma que a literatura oferece diversas variações deste método conforme segue:

Promethee I : Pré-ordem parcial, para problemática de escolha;

Promethee II: Pré-Ordem completa entre as alternativas para escolha;

Promethee III: Ampliação da noção de indiferença;

Promethee IV: Pré ordem completa ou parcial, para situações onde conjunto de soluções é contínuo;

Promethee V: Introdução de restrições após aplicação do *Promethee II*;

Promethee VI: Pré-ordem completa ou parcial, onde decisor não consegue estabelecer valor fixo para os pesos;

Promethee GAIA: Extensão do método através de procedimento visual e interativo.

2.3.4 Métodos para determinação dos pesos dos critérios

Algo muito relevante na construção do modelo de suporte à decisão é a elicitación dos pesos dos critérios, de modo a refletir, da melhor forma possível, as preferências do tomador de decisão. Isto fornecerá a importância relativa entre estes critérios e será determinante na pontuação final de cada alternativa. Devido a isto, muitos métodos foram desenvolvidos e podem ser encontrados na literatura com o propósito de apoiar o processo de determinação dos pesos.

Neste trabalho serão utilizados dois desses métodos, o *Rank-Order-Centroid* (ROC) e o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que serão descritos a seguir.

2.3.4.1 Método *Rank-Order-Centroid* (ROC)

O método ROC, muitas vezes chamado apenas de *Centroid*, pertence a uma família de métodos para determinação de pesos denominada *Ranking Methods*. Conforme Roszkowska (2013), estes métodos partem do pressuposto de que a utilização de *ranks* de importância para ordenação dos critérios, e depois a utilização de fórmulas para elicitación dos pesos, é um processo mais realístico do que simplesmente atribuir pesos individualmente para cada um dos critérios. Isto porque usualmente os tomadores de decisão são mais confiantes em classificar os diversos critérios segundo uma ordem de importância, do que estabelecer os pesos um a um (e também é mais fácil de conseguir acordos em relação ao ranking).

Os adeptos destes métodos acreditam que o julgamento dos tomadores de decisão são frequentemente vagos em relação às suas preferências para os pesos, e com isto ocorre dificuldades de se realizar uma avaliação com precisão numérica na prática. Os métodos baseados no *ranking* de ordenação fornecem então uma aproximação do peso de forma a refletir a preferência do tomador de decisão (Roszkowska, 2013).

O procedimento ROC busca estimar os pesos de forma a minimizar o máximo erro de cada peso pela identificação da *Centroid* de todas as possibilidades, mantendo a ordem do *ranking* inicial de importância dos critérios. Barron e Barret (1996) descobriram que os pesos determinados desta maneira são muito estáveis. O método considera que a partir do conhecimento da ordem de *ranking* de importância

dos pesos, mas não do seu valor quantitativo, pode-se assumir que os pesos estão uniformemente distribuídos na sua seqüência de importância.

Considerando o vetor de pesos w , e a ordem de importância onde $wr_1 \geq wr_2 \geq \dots \geq wr_n$, e que $wr_1 + wr_2 + \dots + wr_n = 1$, calcula-se os pesos a partir da fórmula:

$$w_j(ROC) = \frac{1}{n} \sum_{k=j}^n \frac{1}{r_k}$$

Um exemplo prático com apenas 2 critérios pode ilustrar de forma simples como isto funciona. Se temos que w_1 é mais importante que w_2 , então sabemos que o valor do peso para w_1 deve estar entre 0,5 e 1, portanto o método ROC atribuirá o valor central desta faixa para w_1 , ou seja, $w_1 = 0,75$ e conseqüentemente $w_2 = 0,25$.

2.3.4.2 Método AHP (Analytic Hierarchy Process)

Este método permite uma elicitação de pesos mais elaborada do que o método ROC, pois na realidade, o método AHP, mais do que um sistema para determinação de pesos, trata-se de um método completo para modelagem de problemas referente a tomada de decisão multicritério, sendo classificado por muitos autores dentro da mesma família dos métodos MAVT, da Escola Americana, pelo seu caráter de função aditiva de valor. Entretanto, para o escopo deste trabalho, analisaremos e utilizaremos o mesmo apenas para o propósito específico de determinação dos pesos dos critérios.

O método AHP foi desenvolvido na década de 1980 por Thomas L. Saaty, durante o período em que atuou na Agência Americana de Controle de Armas e Desarmamento (ACDA - *Arms Control and Disarmament Agency*), onde tinha o desafio de quantificar muitos aspectos intangíveis, comparar variáveis mensuráveis de grandezas e escalas diferentes, e transformar tudo isto em informações úteis que seriam utilizadas por negociadores experientes e altamente qualificados (Figueira et al, 2005).

O AHP busca realizar uma medição relativa em escala absoluta de critérios tangíveis e intangíveis, baseado no conhecimento das pessoas envolvidas no processo, sendo que a mensuração do intangível é o principal aspecto matemático do método. Para isto, o AHP combina escala multidimensionais em uma simples escala unidimensional de prioridades, sendo que desta forma um único número informará a relação de proporcionalidade na priorização e ordenação dos critérios ou alternativas.

O método se baseia na capacidade humana em usar o conhecimento e experiência para estimar importância relativas através de comparação par-a-par. Para isto, o método propõe a montagem de uma matriz quadrática ou tabela, com os critérios (ou alternativas) se repetindo nas linhas e colunas e, nas células de encontro, se atribui um valor de importância relativa entre estes critérios, conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1- Escala Fundamental de Saaty

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Igualmente Importante	Os 2 elementos tem importância igual
3	Importância Moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente um elemento
5	Mais Importante	Experiência e julgamento favorecem mais um elemento
7	Muito mais Importante	Experiência e julgamento favorecem fortemente um elemento
9	Extremamente mais importante	Experiência e julgamento favorecem um elemento em relação ao outro com alto grau de certeza

Fonte: Thomas L. Saaty em Figueira et al (2005) - Tradução autor.

A escolha da intensidade de importância se dá pela comparação do elemento indicado na linha da matriz em relação ao elemento da coluna, o que indicará a importância de um elemento sobre o outro partindo da percepção do tomador de decisão. Conforme Gomes e Gomes (2014), na utilização do AHP nesta etapa para elicitação de pesos dos critérios, duas perguntas chaves são usadas: "Qual destes critérios é o mais importante? Quanto este critério é mais importante que o outro? " Neste sentido, a escala de Saaty apoia na resposta da segunda pergunta.

Os resultados numéricos de todas as comparações par-a-par são armazenados em uma matriz de comparação. Esta matriz, cujos elementos respeitam a condição $a_{ij} = 1/a_{ji}$, é dita recíproca e possui apenas um auto-valor real, denominado λ_{\max} (lambda_max).

Uma vez obtida a matriz de comparação, deve-se calcular o auto-valor λ_{\max} e o respectivo autovetor w , que após normalizado será o vetor de prioridades ou, no caso de pesos, o vetor de pesos.

Após esta fase, o método oferece ainda a possibilidade de medir eventuais inconsistências ocorridas dentro deste processo de comparação par-a-par, o que se torna uma vantagem adicional e permite uma reavaliação no caso da identificação de alguma inconsistência. Conforme Belton e Stewart (2002), esta avaliação deve ser realizada de acordo com os seguintes passos:

a) Cálculo do Índice de Inconsistência, dado pela fórmula:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

b) Determinação do índice de consistência randômico (IR) baseado no número de critérios / alternativas da matriz conforme tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Índices Randômicos conforme Saaty

Tamanho da Matriz	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor Comparativo	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fonte: Belton e Stewart (2002) - Tradução do autor

c) Cálculo da razão de consistência dada pela fórmula:

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

Se o valor da Razão de Consistência for menor ou igual a 0,1 então considera-se um grau de consistência aceitável, caso contrário, recomenda-se uma revisão das comparações par-a-par.

Provavelmente, uma das maiores vantagens da aplicação do método AHP é oferecer a oportunidade de reflexão detalhada do tomador de decisão em relação as suas preferências, o que oferecerá uma maior clareza no entendimento do problema e confiança no resultado recomendado pelo método.

Por outro lado, uma desvantagem do método é que quando o número de alternativas e critérios é alto, a determinação de todos os pares de comparação pode se tornar um processo muito trabalhoso e aumenta a complexidade desta avaliação (Oliveira e Martins, 2015).

Para contornar essa dificuldade, e também prováveis recursões com os especialistas devido inconsistências, utilizamos neste trabalho o recurso de solicitar um número mínimo de comparações par-a-par, e calcular linearmente as comparações faltantes, obtendo-se assim uma consistência perfeita e reduzindo o trabalho em termos de quantidades de comparações. Este processo será explicado mais detalhadamente na seção 4.4 desta dissertação.

3. MÉTODO

A descrição do método desta pesquisa está dividida em três partes, primeiramente será realizado a classificação desta dissertação segundo alguns critérios tradicionais de trabalhos científicos, em seguida será realizada uma breve revisão teórica sobre o método Delphi, o qual será utilizado em uma das fases da pesquisa. Por último, serão descritas e detalhadas as etapas que serão realizadas neste trabalho.

3.1 Classificação da pesquisa

Com relação a finalidade, o presente trabalho pode ser considerado uma pesquisa aplicada, pois seu objetivo principal é oferecer um modelo prático para a solução da problemática de decisão em relação a seleção de projetos de investimentos, sendo utilizado um estudo de caso da prática industrial para teste do modelo proposto.

Do ponto de vista da abordagem, esta pesquisa se classifica como quali-quantitativa, uma vez que trata das opiniões qualitativas de diferentes especialistas para formação de pesos dos critérios, e em um segundo momento, utiliza-se de um modelo matemático matricial que terá caráter quantitativo na ordenação dos projetos.

3.2 Método Delphi

O método Delphi possui este nome devido ao oráculo de *Delphos*, local onde os antigos gregos recorriam a sabedoria divina para a tomada de decisões importantes. Foi desenvolvido na década de 1950 pela RAND Corporation, sob o patrocínio da Força Área Americana, com o propósito de se obter o consenso de especialistas para assuntos relacionados a temas militares (Linstone e Turoff, 2002 apud Marques e Freitas, 2018).

Trata-se de um método estruturado de pesquisa qualitativa que se baseia na investigação da opinião de especialistas em relação a um determinado assunto. Apesar de muito se falar em busca de consenso, Gupta e Clarke (1996) destacam

que o objetivo não é chegar a um consenso ou resposta única, mas sim obter o maior número possível de respostas com qualidade de um grupo de especialistas.

Marques e Freitas (2018) indicam que se encontram na literatura três tipos de abordagem Delphi:

- a) Delphi Convencional: busca opiniões de especialistas em relação a um determinado assunto, em geral associadas a algum tipo de previsão;
- b) Delphi Normativo: tem o foco em estabelecer objetivos e prioridades ao invés de previsões, estruturando um assunto no desejável e não no provável;
- c) *Policy* Delphi: busca gerar pontos de vistas opostos sobre determinado tema buscando então a identificação de opiniões divergentes.

A técnica prevê a aplicação de questionários em várias rodadas de forma seqüencial e individual para cada participante, porém sempre trazendo alguma informação resumida referente ao resultado do questionário anterior, de forma a prover informações do grupo a cada especialista, e direcionar para a construção de uma resposta coletiva.

Para isto, é fundamental que a cada rodada as respostas dos questionários sejam avaliadas pelos pesquisadores, a fim de avaliar tendências, compilar as mesmas e poder preparar adequadamente o próximo questionário, com as informações relevantes como *feedback* aos especialistas.

Este processo é repetido até se atingir um limite para finalização definido pelos pesquisadores, onde o consenso ou informações coletadas já são suficientes para o propósito do caso em estudo. (Osborne et al., 2003 apud Marques e Freitas 2018).

Alguns aspectos importantes neste processo são:

- Anonimato: aspecto destacado por todos autores que tratam desta metodologia, tem um fator de grande importância que é evitar confrontação e eventual exposição dos especialistas, eliminando barreiras como receio de exprimir opinião impopular, ou efeito de vantagem para indivíduos com melhor capacidade de argumentação e persuasão. Desta forma é possível garantir a participação equilibrada de todos do grupo;
- Escolha correta dos especialistas: sendo o objetivo do processo a construção de uma resposta de qualidade, ter as pessoas certas para aplicação dos questionários parece ser mandatário. Porém um detalhe importante, citado

por alguns autores, é a utilização de um grupo heterogêneo, pois senão houver variedade de idéias perde-se as vantagens do grupo. Sendo assim é importante que haja um equilíbrio entre os participantes em relação à imparcialidade e interesse, tempo de experiência, áreas de especialidade, perspectivas em relação ao problema, experiência prática e acadêmica. Adicionalmente, a identificação de especialistas com disponibilidade e empenho em participar também é essencial;

- Processo de construção do questionário e feedback: como já citado, é muito importante que haja retorno ao grupo dos resultados do questionário anterior, de forma analisada e resumida, pois é a única via de comunicação entre os especialistas (mesmo que mediada pelos pesquisadores). Os questionários seguintes devem sempre ser estruturados com base nas respostas dos anteriores;
- Número de rodadas: esta questão vai depender dos critérios estabelecidos para encerramento da pesquisa (seja um certo nível de consenso ou algum outro critério). Porém muitos autores destacam os riscos de se estender em muitas rodadas, que são o eventual desinteresse ou mesmo desistência dos participantes.

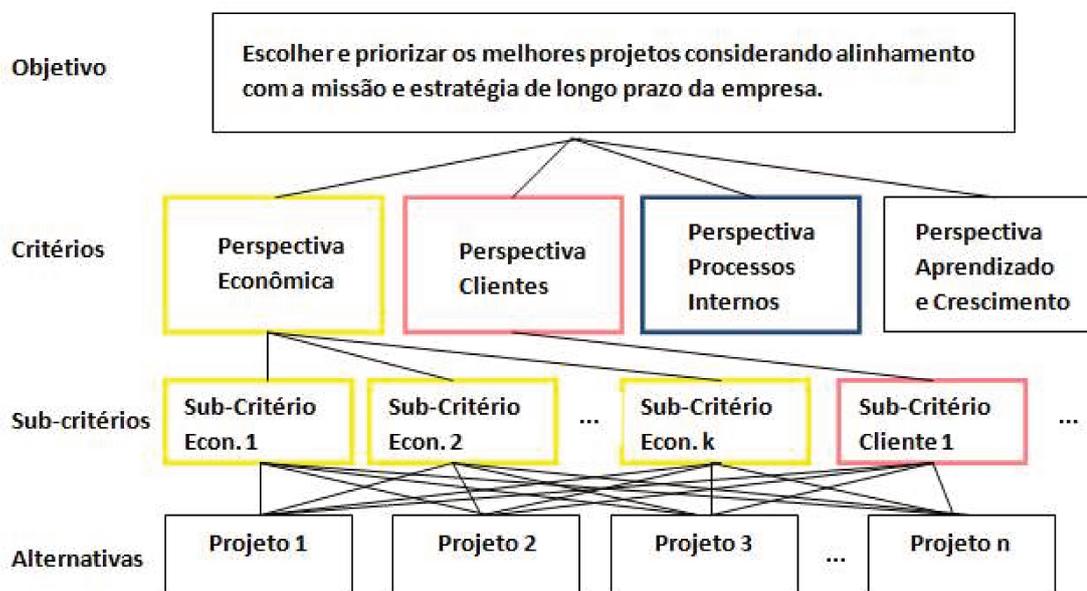
3.3 Etapas de trabalho da pesquisa

a) Revisão bibliográfica desdobrada em 3 eixos específicos:

- Métodos tradicionais de análise de investimento que se referem ao tema principal deste trabalho e problemática a ser resolvida;
- Sistemática do BSC para planejamento estratégico e análise de desempenho, com a finalidade de determinar diferentes critérios para o modelo de apoio à decisão;
- Análise multicritério e métodos de apoio à decisão, que se refere ao tipo de abordagem estrutural e matemática que será aplicada na solução do estudo de caso.

b) Definição de um modelo de suporte e apoio à decisão multicritério conforme proposta da figura 5 a seguir:

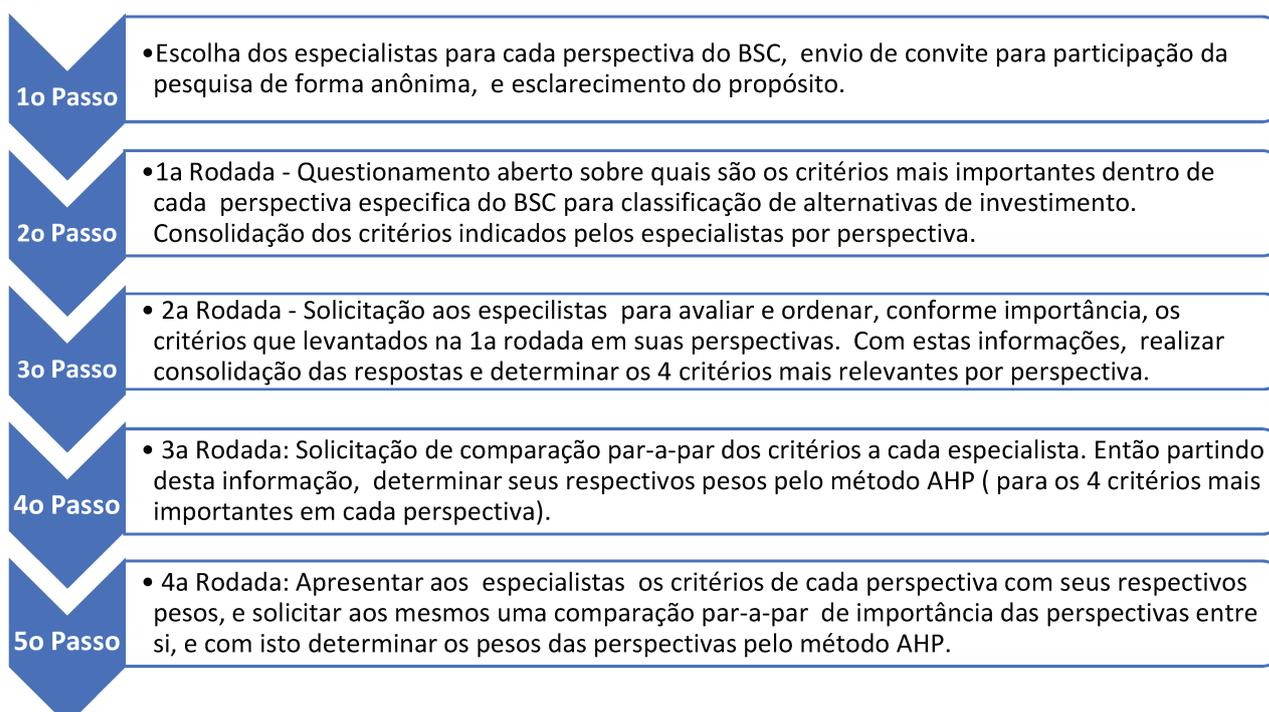
Figura 5 – Modelo proposto para solução multicriterial da problemática



Fonte: O Autor

c) Utilização do método do Delphi Normativo para levantar critérios relacionados a cada perspectiva do BSC como sub-critérios e elicitação de seus pesos conforme apresentado na Figura 6:

Figura 6 – Modelo de aplicação método Delphi para elicitação dos pesos



Fonte: O Autor

- d) Levantar dados de teste para desenvolvimento do estudo de caso;
- e) Desenvolver modelo MAVT e aplicar com base nos dados de teste levantados;
- f) Analisar resultados obtidos e efetuar comparação com base em modelo que leva em consideração puramente os métodos tradicionais;
- g) Explorar cenários alternativos com base na determinação de critério pelo método ROC, e também com base no uso da técnica *Promethee* ao invés do MAVT.

3.4 Contextualização do estudo de caso

Para validar a proposta descrita nesta dissertação desenvolveu-se um estudo de caso, que contou com o envolvimento de 30 especialistas de várias áreas, através de diversas rodadas iterativas do método Delphi normativo para determinação dos sub-critérios do modelo e seus respectivos pesos. Todo este processo encontra-se detalhado no capítulo quatro.

Os especialistas foram escolhidos de acordo com cada uma das perspectivas do BSC, levando em consideração conhecimento e experiência em áreas relacionadas a estas perspectivas, tanto em grandes organizações industriais, como também no meio acadêmico.

Após a construção do modelo de decisão a partir dos critérios e pesos determinados junto aos especialistas, foram levantadas e mensuradas seis alternativas da prática industrial, e aplicado o modelo para se apurar os resultados e comparar com os métodos tradicionais.

No próximo capítulo será tratada de forma detalhada cada uma das etapas descritas nesta metodologia, bem como a compilação das respostas obtidas a partir das interações com os especialistas.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo foi desenvolvida a metodologia proposta apoiada em um estudo de caso da prática industrial, constituindo-se a maior contribuição autoral deste trabalho, uma vez que não foi encontrada na literatura outros trabalhos que tenham utilizado o BSC como base de um modelo multicritério para tomada de decisão em projetos de investimento.

Também neste capítulo se apresentam alternativas de projetos de investimento utilizadas para teste e validação do modelo, se desenvolve um "passo a passo" do processo do MAVT para cada uma das perspectivas e seus subcritérios, o que demonstra a variação de comportamento das alternativas conforme a perspectiva, permitindo-se verificar como as perspectivas não-financeiras podem contribuir no processo decisório.

E por último, no final do capítulo é realizada a apuração consolidada dos resultados deste modelo, e que servirá como base do capítulo seguinte onde são analisados estes resultados.

4.1 Escolha dos Especialistas

O convite realizou-se através de um e-mail individual a cada um dos especialistas, encontrando-se no apêndice 1 o modelo que foi utilizado para este convite. Na seqüência, segue tabela resumo com perfil geral do quadro de especialistas que participaram do método Delphi.

Tabela 3 - Resumo dos especialistas por perspectiva do BSC

Perspectiva BSC	Qtde Especialistas	Tempo de experiência (Min - Máx)	Tempo Médio de experiência
Financeira	8	10 a 40 anos	25 anos
Cliente	8	14 a 36 anos	25 anos
Processos Internos	8	16 a 37 anos	25 anos
Aprendizado e Crescimento	6	8 a 30 anos	20 anos

Fonte: O Autor

Além do convite, toda as rodadas conduzidas com os especialistas foram realizadas através de e-mail individual para cada participante, seguindo desta forma uma premissa importante do método Delphi, que é a dos especialistas não conhecerem os outros participantes da pesquisa, evitando assim que discutam entre si e, eventualmente, que aqueles com argumentações mais convincentes, influenciem a preferência dos demais.

Desta forma, todo o processo de consolidação e retorno com *feedback* dos resultados da rodada anterior, e orientação para rodada seguinte, foram sempre realizados pelo pesquisador e de forma neutra.

4.2 Primeira rodada Delphi - Questionamento aberto sobre os critérios

Na primeira rodada do método Delphi foi realizado um questionamento aberto para os especialistas indicarem os critérios e aspectos, dentro da sua perspectiva específica, que poderiam contribuir para o processo de seleção de projetos de investimentos industriais. Tratou-se de uma rodada semelhante a um *Brainstorming*, apenas acrescentando-se um limite mínimo de 3, e máximo de 10 critérios por especialista.

No apêndice 2 segue exemplo da orientação e formulário enviado para preenchimento dos participantes referente a esta primeira rodada do método Delphi. Para consolidação das respostas dos especialistas, foram agrupadas as sugestões similares, transferidas para outras perspectivas algumas propostas que não eram especificamente da perspectiva em questão (por exemplo, apareceram vários casos de critérios financeiros como *Payback* e NPV, sendo indicados na perspectiva processos internos), e por fim, foram excluídas algumas sugestões muito genéricas ou com baixa possibilidade de correlação com projetos de investimentos.

A lista do resultado destas consolidações do *Brainstorming* da primeira rodada seguem nas tabelas em seqüência:

Tabela 4 - Critérios da Perspectiva Financeira (1a Rodada)

Perspectiva Financeira	
1	VPL (Valor Presente Líquido) ou NPV do Projeto - Em TBRL
2	Payback do projeto (Tempo de retorno do investimento) - Em anos
3	TIR (Taxa Interna de Retorno) ou IRR - Em %
4	ROI (Return on Investment) - Em % per year
5	Aumento total do volume de vendas / faturamento - Em TBRL
6	Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL
7	Aumento da lucratividade da empresa (em %)
8	Aumento do volume de venda/faturamento em moeda forte (Exportação) - em TUS\$
9	Valor de mercado do Ativo após amortização - % do valor de aquisição
10	Nacionalização / redução de importação - Em TUS\$
11	Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa) - Em TBRL

Fonte: O Autor

Tabela 5 - Critérios da Perspectiva Cliente (1a Rodada)

Perspectiva Cliente	
1	Aumento de <i>Marketshare</i> no segmento de atuação
2	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia
3	Redução do <i>Time to Market</i> . (Tempo da definição do conceito / cotação até o lançamento do produto).
4	Redução do <i>Lead Time</i> de Entrega (Tempo entre colocação do pedido até entrega ao cliente)
5	Sustentabilidade com redução de resíduos, emissão de CO2.
6	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente
7	Flexibilidade para variação do produto
8	Melhorar acuracidade na entrega do produto ao cliente
9	Redução de Variabilidade do processo (melhoria de Ppk e CpK) para melhorar repetibilidade no desempenho do produto para o cliente

Fonte: O Autor

Tabela 6 - Critérios da Perspectiva Processos Internos (1a Rodada)

Perspectiva Processos Internos	
1	Flexibilidade para utilização em outros projetos
2	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra
3	Baixo consumo energético com conseqüente contribuição para de redução de CO2.
4	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)
5	Qualidade / Disponibilidade do serviço de pós-venda e assistência técnica do fabricante
6	Redução de variabilidade do processo (CpK / Ppk)
7	Grau de ocupação planejado para o equipamento adquirido
8	Disponibilidade / Compatibilidade das peças de reposição com outros equipamentos já disponíveis ou em fornecedores locais.
9	Tecnologia atualizada e com baixo risco de obsolescência
10	Escalabilidade para crescimento de volumes . Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.
11	Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto/serviço.
12	Nível de conectividade, digitalização e outros elementos da Industria 4.0

Fonte: O Autor

Tabela 7- Critérios da Perspectiva Aprendizagem e Crescimento (1a Rodada)

Perspectiva Aprendizagem e Crescimento	
1	Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências.
2	Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática.
3	Investimento oferece melhoras de condições ergonômicas e eliminação de tarefas desgastantes.
4	Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.
5	Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas.
6	Nível de conectividade, digitalização e outros aspectos da Industria 4.0
7	Redução de geração de resíduos e baixo consumo energético (com contribuição na redução de CO2) alinhando-se ao propósito de sustentabilidade
8	Viabilização de mobilidade e treinamento internacional
9	Geração de oportunidades de crescimento profissional a colaboradores

Fonte: O Autor

4.3 Segunda rodada Delphi - *Ranking* dos especialistas

Após primeira rodada do método Delphi, os critérios e aspectos relevantes dentro de cada perspectiva foram apresentados como *Feedback* aos especialistas, e foi solicitado aos mesmos que realizassem uma classificação dos 5 critérios mais importantes.

O método proposto para esta classificação foi a atribuição de valores de 1 a 5 para os critérios mais importantes, sendo 1 para o mais importante, 2 para o segundo mais importante, e assim por diante até o quinto critério mais importante na visão do especialista. Demais critérios menos importantes não deveriam receber pontuação.

Modelo da orientação enviada por e-mail aos especialistas para suas contribuições nesta rodada está disponível no apêndice 3.

Após recebimento das respostas, foi realizada uma totalização por soma simples, considerando 50 pontos para cada classificação 1 que o critério tivesse obtido; 40 pontos para cada 2; 30 pontos para cada 3; 20 pontos para cada 4 e 10 pontos para cada 5.

O objetivo desta fase foi identificar os 4 critérios mais importantes na visão dos especialistas para compor a proposta de modelo de decisão, sendo que a escolha foi realizada observando-se os critérios de maior pontuação.

Também foi estabelecido que, no caso de empate na pontuação, o critério com maior número de indicações em 1o lugar venceria. Caso fosse mantido o empate, então venceria o critério com maior número de indicações para o 2o lugar, e assim sucessivamente. E se mesmo assim, fosse mantido o empate, então o pesquisador responsável por esta dissertação daria o voto de "minerva" para desempatar.

Como resultado desta rodada, chegou-se classificação dos critérios mais importantes após retorno dos especialistas, conforme tabelas a seguir.

Observação: Para a perspectiva financeira, foram captados os 6 primeiros critérios, pois verificou-se que 2 critérios poderiam ser agrupados com outros 2, por tratarem do mesmo aspecto e representar conceitualmente o mesmo objetivo, apenas com visões de diferentes ângulos. Desta forma, foram agrupados os critérios ROI com Payback; e VPL com aumento da lucratividade; e seguiu-se com os mesmos agrupados a partir da 3a rodada do método Delphi.

Tabela 8 - Classificação dos critérios da perspectiva Financeira

PERSPECTIVA FINANCEIRA											
Classificação dos critérios pelos especialistas											
Tempo de Experiência na área dos especialistas (anos)		33	18	40	10	21	30	30	19	Experiência Média 25 anos	
		Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Especialista 7	Especialista 8	Pontuação Total	Ranking (TOP 4)
VPL (Valor Presente Líquido) ou NPV do Projeto - Em TBRL	Ranking	2	5	1	2	2			3	210	2
	Pontuação	40	10	50	40	40			30		
Payback do projeto (Tempo de retorno do investimento) - Em anos	Ranking	1	4	2		3		1		190	3
	Pontuação	50	20	40		30		50			
TIR (Taxa Interna de Retorno) ou IRR - Em %	Ranking				3				2	70	
	Pontuação				30				40		
ROI (Return on Investment) - Em % per year	Ranking	3	1			1	1	2	1	270	1
	Pontuação	30	50			50	50	40	50		
Aumento total do volume de vendas / faturamento - Em TBRL	Ranking					5			4	30	
	Pontuação					10			20		
Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL	Ranking		2	3			2	3	5	150	5
	Pontuação		40	30			40	30	10		
Aumento da lucratividade da empresa (em %)	Ranking		3		1	4	3	4		150	4
	Pontuação		30		50	20	30	20			
Aumento do volume de venda/ faturamento em moeda forte (Exportação) - em TUS\$	Ranking							5		10	
	Pontuação							10			
Valor de mercado do Ativo após amortização - % do valor de aquisição	Ranking				5					10	
	Pontuação				10						
Nacionalização / redução de importação - Em TUS\$	Ranking			5			5	5		30	
	Pontuação			10			10	10			
Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa) - Em TBRL	Ranking			4	4		4	4		80	6
	Pontuação			20	20		20	20			

Ranking = Classificação do critério pela especialisata (1: Primeiro mais Importante 5: Quinto mais Importante)

Pontuação: 1 = 50 Pontos, 2 = 40 Pontos, 3 = 30 Ponto, 4 = 20 Pontos, 50 = 10 Pontos)

Fonte: O Autor

Tabela 9 - Classificação dos critérios da perspectiva Cliente

PERSPECTIVA CLIENTE											
Classificação dos critérios pelos especialistas											
Tempo de Experiência na área dos especialistas (anos)		35	35	14	20	20	20	16	36	Experiência Média	
		25 anos	25 anos								
		Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Especialista 7	Especialista 8	Pontuação Total	Ranking (TOP 4)
Aumento de Marketshare no segmento de atuação	Ranking	1	5	2		1	3	2		220	2
	Pontuação	50	10	40		50	30	40			
Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	Ranking	2	1			2	4	1	2	240	1
	Pontuação	40	50			40	20	50	40		
Redução do Time to Market. (Tempo da definição do conceito / cotação até o lançamento do produto).	Ranking					3	5		5	50	
	Pontuação					30	10		10		
Redução do Lead Time de Entrega (Tempo entre colocação do pedido até entrega ao cliente)	Ranking		4	5				3	3	90	
	Pontuação		20	10				30	30		
Sustentabilidade com redução de resíduos, emissão de CO2.	Ranking		2							40	
	Pontuação		40								
Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	Ranking	5	3	1		4	1		1	210	3
	Pontuação	10	30	50		20	50		50		
Flexibilidade para variação do produto	Ranking	3		3		5	2			110	4
	Pontuação	30		30		10	40				
Melhorar acuracidade na entrega do produto ao cliente	Ranking							5	4	30	
	Pontuação							10	20		
Redução de Variabilidade do processo (melhoria de Ppk e CpK) para melhorar repetibilidade no desempenho do produto para o cliente	Ranking	4		4				4		60	
	Pontuação	20		20				20			
	Ranking									0	
	Pontuação										
	Ranking									0	
	Pontuação										

Ranking = Classificação do critério pela especialisata (1: Primeiro mais Importante 5: Quinto mais Importante)

Pontuação: 1 = 50 Pontos, 2 = 40 Pontos, 3 = 30 Ponto, 4 = 20 Pontos, 50 = 10 Pontos)

Fonte: O Autor

Tabela 10 - Classificação dos critérios da perspectiva Processos Internos

PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS											
Classificação dos critérios pelos especialistas											
Tempo de Experiência na área dos especialistas (anos)		30	33	16	18	29	17	37	20	Experiência Média 25 anos	
		Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6	Especialista 7	Especialista 8	Pontuação Total	Ranking (TOP 4)
Flexibilidade para utilização em outros projetos	Ranking										
	Pontuação									0	
Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	Ranking	4		1	3	2		2	2	220	2
	Pontuação	20		50	30	40		40	40		
Baixo consumo energético com conseqüente contribuição para de redução de CO2.	Ranking									0	
	Pontuação										
Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	Ranking			3	4		1	1		150	4
	Pontuação			30	20		50	50			
Sustentabilidade com redução de resíduos, emissão de CO2.	Ranking									0	
	Pontuação										
Qualidade / Disponibilidade do serviço de pós-venda e assistência técnica do fabricante	Ranking	5								10	
	Pontuação	10									
Redução de variabilidade do processo (CpK / Ppk)	Ranking	3		4			2		4	110	
	Pontuação	30		20			40		20		
Grau de ocupação planejado para o equipamento adquirido	Ranking		3			1			1	130	
	Pontuação		30			50			50		
Disponibilidade / Compatibilidade das peças de reposição com outros equipamentos já disponíveis ou em fornecedores locais.	Ranking		4					4		40	
	Pontuação		20					20			
Tecnologia atualizada e com baixo risco de obsolescência	Ranking	2	5		5	4		3		110	
	Pontuação	40	10		10	20		30			
Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	Ranking	1	1	2	2	3	4			230	1
	Pontuação	50	50	40	40	30	20				
Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto/serviço.	Ranking		2	5	1	5	3	5	3	180	3
	Pontuação		40	10	50	10	30	10	30		
Nível de conectividade, digitalização e outros elementos da Indústria 4.0	Ranking						5		5	20	
	Pontuação						10		10		

Ranking = Classificação do critério pela especialisata (1: Primeiro mais Importante 5: Quinto mais Importante)

Pontuação: 1 = 50 Pontos, 2 = 40 Pontos, 3 = 30 Ponto, 4 = 20 Pontos, 50 = 10 Pontos)

Fonte: O Autor

Tabela 11 - Classificação dos critérios da perspectiva Aprendizado e Crescimento

PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO											
Classificação dos critérios pelos especialistas											
Tempo de Experiência na área dos especialistas (anos)		25	25	30	22	7	8			Experiência Média 20 anos	
		Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6			Pontuação Total	Ranking (TOP 4)
Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências.	Ranking		4	2	1	1				160	1
	Pontuação		20	40	50	50					
Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática.	Ranking	1		3	4	4				120	2
	Pontuação	50		30	20	20					
Investimento oferece melhoras de condições ergonômicas e eliminação de tarefas desgastantes.	Ranking	3	5			3				70	
	Pontuação	30	10			30					
Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.	Ranking	4		4	2	2				120	2
	Pontuação	20		20	40	40					
Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas.	Ranking	5	1	1						110	4
	Pontuação	10	50	50							
Nível de conectividade, digitalização e outros aspectos da Industria 4.0	Ranking		3	5						40	
	Pontuação		30	10							
Redução de geração de resíduos e baixo consumo energético (com contribuição na redução de CO2) alinhando-se ao propósito de sustentabilidade	Ranking	5	2							50	
	Pontuação	10	40								
Viabilização de mobilidade e treinamento internacional	Ranking				5					10	
	Pontuação				10						
Geração de oportunidades de crescimento profissional a colaboradores	Ranking				3	5				40	
	Pontuação				30	10					
	Ranking										
	Pontuação										
	Ranking										
	Pontuação										
	Ranking										
	Pontuação										

Ranking = Classificação do critério pela especialisata (1: Primeiro mais Importante 5: Quinto mais Importante)

Pontuação: 1 = 50 Pontos, 2 = 40 Pontos, 3 = 30 Ponto, 4 = 20 Pontos, 5 = 10 Pontos)

.Fonte: O Autor

4.4 Terceira rodada Delphi - Classificação da importância de cada critério

Para terceira rodada, estava inicialmente planejado solicitar aos especialistas uma comparação par-a-par entre todos os 4 critérios identificados como mais importantes na rodada 2 de cada perspectiva, porém, prevendo problemas de inconsistências e buscando evitar a necessidade repetidas iterações para correção, decidiu-se solicitar aos especialistas apenas um mínimo de comparações par-a-par entre os critérios, e calcular linearmente as comparações faltantes, obtendo desta forma uma consistência perfeita.

Nesta direção, estabeleceu-se como seqüência a apresentação aos especialistas dos 4 critérios classificados como os mais importantes da rodada anterior, e a partir deste ponto a execução de 2 passos:

Passo 1: Ordenar os 4 critérios do mais importante para o menos importante segundo a visão do especialista.

Passo 2: Realizar uma comparação par-a-par de cada critério com o critério imediatamente do nível abaixo (tendo então apenas 3 comparações par-a-par).

Desta forma se obtêm a diagonal de preferência conforme representação na tabela 12 a seguir:

Tabela 12 : Representação esquemática da diagonal de preferência obtida da comparação par-a-par a ser realizada pelos especialistas

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4
Critério 1		P1		
Critério 2			P2	
Critério 3				P3
Critério 4				

Fonte: O autor

Onde: P_i = Preferência do critério i em relação ao critério $i+1$

Pelo método AHP, proposto por Saaty, sabemos que a matriz de preferência também pode ser representada pela proporção dos pesos dos critérios conforme tabela 13:

Tabela 13: Relação dos pesos da matriz de preferência

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4
Critério 1	w1/w1	w1/w2	w1/w3	w1/w4
Critério 2	w2/w1	w2/w2	w2/w3	w2/w4
Critério 3	w3/w1	w3/w2	w3/w3	w3/w4
Critério 4	w4/w1	w4/w2	w4/w3	w4/w4

Fonte: Saaty em Figueira et al (2005) - Adaptado e traduzido pelo autor

Portanto, temos que $P1 = w1/w2$; $P2 = w2/w3$; $P3 = w3/w4$; e sabemos também que $w1 + w2 + w3 + w4 = 1$.

Resolvendo esta equação linear temos que:

$$w1 = (P1 * P2 * P3) / ((P1 * P2 * P3) + (P2 * P3) + P3 + 1)$$

$$w2 = (P2 * P3) / ((P1 * P2 * P3) + (P2 * P3) + P3 + 1)$$

$$w3 = 3 / ((P1 * P2 * P3) + (P2 * P3) + P3 + 1)$$

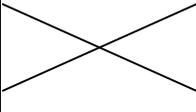
$$w4 = 1 / ((P1 * P2 * P3) + (P2 * P3) + P3 + 1)$$

Conseguindo desta forma então calcular todos os pesos dos critérios e completar a matriz de preferência.

Para determinação do nível de importância de um critério em relação a outro, planejava-se utilizar a tabela de Saaty (Tabela 1 da revisão teórica do item 2.3.4.2 Método AHP). Entretanto, aqui também foi considerado que, devido a proposta de Saaty ter uma amplitude de 1 a 9 para as possibilidades de nível de importância, isto poderia confundir os especialistas, e em alguns casos, deixar certos critérios com pesos insignificantes. Desta forma, decidiu-se fazer uma etapa de teste com apenas 3 especialistas, e de fato, com 2 destes especialistas ocorreu exatamente o previsto acima.

Para ilustrar, veja-se o exemplo a seguir da tabela 14, onde o especialista que determinava níveis de importância dos critérios da perspectiva Processos Internos, escolheu os mesmos de acordo com a escala de Saaty para fatores de importância (1 a 9):

Tabela 14 - Níveis de importância conforme escala de Saaty em rodada de teste.

Ordem de Importância	Num.	Critérios (Passo 1) (Copiar critérios de acordo com sua percepção da ordem de importância)	Fator de Importância (Passo 2)
	1	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	9
	2	Alinhamento do investimento com o "Core-Business" da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto/serviço.	5
	3	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	7
	4	Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento	

Fonte: O Autor

Esta escolha resultou na matriz de preferência e valores de pesos para os critérios conforme tabela 15 abaixo:

Tabela 15 - Matriz de preferência e pesos conforme escala de Saaty

		(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	(Critério 1)	1	9	45	315	w1	0.8799
Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	(Critério 2)	0.1111	1	5	35	w2	0.0978
Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	(Critério 3)	0.0222	0.2	1	7	w3	0.0196
Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	(Critério 4)	0.0032	0.0286	0.1429	1	w4	0.0028

Fonte: O Autor

Avaliando o resultado, pode-se verificar que uma escolha deste tipo, praticamente anulava por completo o critério 4, e também deixaria o critério 3 com importância muito baixa.

Partindo deste resultado, levantou-se então a hipótese que estes valores de pesos não deveriam refletir a opinião deste especialista, caso fosse pedido ao mesmo para simplesmente elencar os pesos para estes critérios.

Para validar esta hipótese, e também testar uma nova escala de importância, alterou-se as possibilidades da escala que eram de 1 a 9, para uma escala de 1 a 3, e reclassificou-se as preferências do especialista nesta nova escala, chegando-se a tabela 16 com as respectivas preferências e seus pesos abaixo:

Tabela 16 - Matriz de preferência e pesos reclassificada de 1 a 3

		(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	(Critério 1)	1	3	6	12	w1	0.6316
Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	(Critério 2)	0.3333	1	2	4	w2	0.2105
Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	(Critério 3)	0.1667	0.5	1	2	w3	0.1053
Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	(Critério 4)	0.0833	0.2500	0.5000	1	w4	0.0526

Fonte : O Autor

Considerando que estes últimos resultados de pesos deveriam ser mais apropriados e coerentes, foi então enviado ao especialista em questão o resultado desta apuração de pesos, e solicitado a avaliação do mesmo (pesos da tabela reclassificada), com o propósito de validar o modelo matemático que estava calculando estes pesos em relação a suas preferências. Foi inclusive pedido que, caso ele entenda-se que algum ajuste seria necessário, que poderia realizar indicando como ficariam os pesos que melhor representassem sua preferência.

O retorno do especialista em relação a este questionamento segue na tabela 17 na seqüência, e confirma a hipótese que os níveis de importância de 1 a 3 seriam mais adequados para aplicação na pesquisa, pois como se pode ver, os valores dos pesos ficaram muito próximos dos indicados pelo especialista.

Tabela 17 - Pesos resultantes do modelo x recomendação do especialista

		Pesos		Elicitação pelo Especialista	
Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	(Critério 1)	w1	0.6316	w1	0,65
Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	(Critério 2)	w2	0.2105	w2	0,25
Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	(Critério 3)	w3	0.1053	w3	0,06
Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	(Critério 4)	w4	0.0526	w4	0,04

Fonte: O Autor

Desta forma foi distribuído aos demais especialistas a tarefa de ordenação dos critérios e classificação par-a-par, conforme tabela 18 a seguir, com nova escala de nível de importância. O modelo da orientação para esta nova rodada do método Delphi encontra-se no apêndice 4.

Tabela 18 - Nível de importância entre critérios ajustados de 1 a 3

Fator de Importância	Definição	Explicação
1	Igualmente Importante	Critério desta linha tem importância igual a critério da linha abaixo
2	Mais Importante	Critério desta linha claramente mais importante que o da linha abaixo
3	Extremamente mais importante	Critério desta linha extremamente mais importante do que o da linha abaixo

Fonte: O Autor

4.5 Resultados dos pesos Intra-Perspectivas

Com as respostas do especialistas em relação a ordem e nível de importância entre os critérios (3a Rodada do Delphi), construiu-se para cada um dos especialistas a matriz de preferência AHP e apurou-se os pesos dos critérios conforme exemplo da tabela 19 abaixo:

Tabela 19 - Exemplo matriz de preferência e peso de especialistas da perspectiva Cliente

Especialista 7

			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
CLI-001	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	(Critério 1)	1	3	6	6	w1	0.6000
CLI-002	Aumento de Marketshare no segmento de atuação	(Critério 2)	0.3333	1	2	2	w2	0.2000
CLI-003	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	(Critério 3)	0.1667	0.5	1	1	w3	0.1000
CLI-004	Flexibilidade para variação do produto	(Critério 4)	0.1667	0.5000	1.0000	1	w4	0.1000

Fonte: O Autor

Após apurado o resultado de cada especialista dentro de sua perspectiva, elaborou-se uma matriz de preferência consolidada a partir da média geométrica das matrizes dos especialistas, e calculou-se os pesos finais para os critérios intra-perspectiva.

Os resultados obtidos para cada uma das 4 Perspectivas do BSC seguem nas tabelas a seguir:

Tabela 20 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Perspectiva Financeira

Consolidação Rodada 3 - AHP Perspectiva Financeira			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
FIN-001	ROI (Return on Investment) / Payback	(Critério 1)	1	1.1228	1.4262	2.7375	w1	0.3382
FIN-002	VPL (NPV) / Aumento da Lucratividade da Empresa	(Critério 2)	0.8906	1	1.2702	2.438	w2	0.3012
FIN-003	Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL	(Critério 3)	0.7012	0.7873	1	1.9195	w3	0.2371
FIN-004	Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa)	(Critério 4)	0.3653	0.4102	0.5210	1	w4	0.1235

Fonte: O Autor

Tabela 21 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Perspectiva Cliente

Consolidação Rodada 3 - AHP Perspectiva Clientes			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
CLI-001	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	(Critério 1)	1	1.768	1.6013	2.0684	w1	0.3740
CLI-002	Aumento de Marketshare no segmento de atuação	(Critério 2)	0.5656	1	0.9057	1.1699	w2	0.2116
CLI-003	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	(Critério 3)	0.6245	1.1041	1	1.2917	w3	0.2336
CLI-004	Flexibilidade para variação do produto	(Critério 4)	0.4835	0.8548	0.7742	1	w4	0.1808

Fonte: O Autor

Tabela 22 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Perspectiva Processos Internos

Consolidação Rodada 3 - AHP Processos Internos			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
PI-001	Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	(Critério 1)	1	0.4518	0.3433	0.8409	w1	0.1367
PI-002	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	(Critério 2)	2.2134	1	0.7598	1.8612	w2	0.3026
PI-003	Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	(Critério 3)	2.9130	1.3161	1	2.4495	w3	0.3982
PI-004	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	(Critério 4)	1.1892	0.5373	0.4082	1	w4	0.1626

Fonte: O Autor

Tabela 23 - Matriz de preferência e pesos consolidada da Persp. Aprendizado e Crescimento

Consolidação Rodada 3 - AHP Aprendizado e Crescimento			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
APR-001	Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências	(Critério 1)	1	1.6189	1.8171	1.4422	w1	0.3495
APR-002	Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática	(Critério 2)	0.6177	1	1.1225	0.8909	w2	0.2159
APR-003	Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.	(Critério 3)	0.5503	0.8909	1	0.7937	w3	0.1923
APR-004	Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas	(Critério 4)	0.6934	1.1225	1.2599	1	w4	0.2423

Fonte: O Autor

4.6 Quarta rodada Delphi - Classificação da importância das Perspectivas

Para a quarta e última rodada do método Delphi, o objetivo foi determinar os pesos Inter-perspectivas, ou seja, considerando-se os critérios de cada perspectiva e seus respectivos pesos intra-perspectivas, determinar os pesos das próprias perspectivas.

Nesta etapa, preparou-se para os especialistas de todas as perspectivas os resultados dos pesos obtidos em sua perspectiva, e também a informação dos critérios e pesos das demais perspectivas, os quais estes especialistas ainda não haviam tido contato. Para isto se preparou a tabela 24 de critérios e pesos por Perspectiva (vide próxima página).

Foi então solicitado uma seqüência de passos similar a terceira rodada, porém ao invés de ordenar os critérios e efetuar comparação par-a-par entre os mesmos, deveriam agora ser ordenadas e comparadas entre si as perspectivas financeira, cliente, processos interno, e aprendizado e crescimento. O modelo da solicitação desta etapa encontra-se no apêndice 5.

Como haviam quantidade diferentes entre especialistas por perspectivas, determinou-se então que seriam consideradas as opiniões de apenas cinco especialistas por perspectivas, totalizando então preferências de vinte especialistas, evitando portanto que pudesse ocorrer influências por qualquer viés de preferência de especialistas por sua própria perspectiva.

Para a escolha de quais especialistas teriam suas opiniões consideradas em cada perspectivas com mais de cinco participantes, optou-se por um processo randômico, que foi a ordem de chegada das respostas. As cinco primeiras respostas de especialistas de uma determinada perspectiva foram as consideradas.

Tabela 24 - Critérios e pesos das Perspectivas (Resultado da 3a Rodada)

PERSPECTIVA FINANCEIRA		
FIN-001	ROI (Return on Investment) / Payback	33.8%
FIN-002	VPL (NPV) / Aumento da Lucratividade da Empresa	30.1%
FIN-003	Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL	23.7%
FIN-004	Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa)	12.4%
PERSPECTIVA CLIENTE		
CLI-001	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	37.4%
CLI-002	Aumento de Marketshare no segmento de atuação	21.2%
CLI-003	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	23.4%
CLI-004	Flexibilidade para variação do produto	18.1%
PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS		
PI-001	Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	13.7%
PI-002	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	30.3%
PI-003	Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	39.8%
PI-004	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	16.3%
PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO		
APR-001	Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências	34.9%
APR-002	Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática	21.6%
APR-003	Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.	19.2%
APR-004	Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas	24.2%

Fonte: O Autor

Após recebidas as respostas dos especialistas, ocorreu o mesmo processo realizado anteriormente para determinação do peso dos critérios. Primeiro foi construída uma matriz AHP de preferência para cada especialista, e depois, por média geométrica, chegou-se na matriz da tabela 25 com os pesos das perspectivas consolidados.

Tabela 25 - Matriz de preferência e pesos consolidada das Perspectivas

Consolidação - AHP Perspectivas			(Critério 1)	(Critério 2)	(Critério 3)	(Critério 4)	Pesos	
FIN	Perspectiva Financeira	(Critério 1)	1	0.9941	2.3383	2.8211	w1	0.3587
CLI	Perspectiva Cliente	(Critério 2)	1.0059	1	2.3522	2.8377	w2	0.3608
PIN	Perspectiva Processo Interno	(Critério 3)	0.4277	0.4251	1	1.2064	w3	0.1534
APR	Perspectiva Aprendizagem e Crescimento	(Critério 4)	0.3545	0.3524	0.8289	1	w4	0.1271

Fonte: O Autor

Interessante observar aqui que todas as perspectivas tiveram pesos representativos, podendo praticamente se considerar 2 clusters distintos em termos de pesos. O primeiro referente as perspectivas Financeira e Cliente, com pesos w1 e w2 muito próximos, girando em torno de 36% para cada, e totalizando 72% de importância para ambas somadas.

E um segundo Cluster, que soma os outros 28% de importância, com a perspectiva Processos Internos levemente mais importante que a Aprendizado e Crescimento, mas ainda assim muito próximas.

4.7 Definição da mensuração dos critérios

Após determinado os critérios das 4 perspectivas do BSC e seus respectivos pesos, se faz necessário definir a forma de mensuração de cada um dos critérios em relação a projetos de investimento, pois apesar de alguns se tratarem de indicadores tradicionais da engenharia econômica e muito bem definidos na teoria, outros carregam grande subjetividade e são completamente novos para este propósito, portanto nesta seção se pretende passar por todos os critérios e realizar uma proposta para sua apuração.

4.7.1 Mensuração dos Critérios da Perspectiva Financeira

No caso da Perspectiva Financeira temos os critérios mais concretos e objetivos, alguns já consolidados e inclusive abordados no referencial teórico deste trabalho, portanto trataremos os mesmos aqui de forma bem simplificada, pois o principal objetivo desta seção será a tratativa dos critérios das demais perspectivas, que em muitos casos trazem grande subjetividade.

4.7.1.1 ROI / *Payback* (FIN-001)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " ROI (*Return on Investment*) / *Payback* ".

Aqui foi decidido já na 3a rodada do Delphi consolidar estes 2 conceitos em apenas um critério, porque ambos medem a mesma dimensão. O indicador mais tradicional é o *Payback*, já tratado na revisão teórica desta dissertação e representa em anos o tempo que se espera para ter o retorno do capital investido. Por outro lado, o ROI mede em % o quanto se recupera do capital investido por ano, então os resultados destes 2 métodos, apesar das grandezas diferentes, trazem o mesmo desempenho para as alternativas em um modelo multicritério.

Por exemplo, 2 alternativas com *Payback* de 2 e 4 anos respectivamente, teriam ROI de 50% a primeira e 25% a segunda, e não se teria ganho em ter os dois critérios desta forma em um mesmo modelo. Por isto, ambos foram agrupados em um único critério.

Para efeito de mensuração neste trabalho, foi definido que será apurado o valor de *Payback* em anos, pois este já foi tratado no referencial teórico e também porque verificou-se nos trabalhos da bibliografia desta dissertação, que o *Payback* é o método mais comumente utilizado.

4.7.1.2 VPL / Lucratividade (FIN-002)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " VPL (NPV) / Aumento da Lucratividade da Empresa ".

Também neste caso foi agrupado 2 critérios levantados pelos especialistas pelo fato de representarem o mesmo tipo de objetivo. O VPL tratado no referencial teórico, indica o quanto de agregação em valor monetário o projeto contribuirá para empresa, e logicamente isto tem tudo a ver com o aumento de lucratividade.

Como o VPL já é um indicador consolidado e bem definido na engenharia econômica para este propósito, e por outro lado, uma apuração de lucratividade envolve outros fatores que não dependem diretamente do projeto em si, optou-se por seguir com a mensuração deste critério com base no VPL na unidade monetária nacional (Reais).

4.7.1.3 Faturamento com Novos Negócios (FIN-003)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL ".

A questão de aumento de faturamento para a empresa surgiu em 2 critérios durante a primeira fase do método Delphi, porém o critério que se classificou com maior importância foi os faturamentos gerados com novos negócios, ou seja, não simplesmente ampliação de produto existente, mas sim efetivamente um novo produto ou serviço oferecido ao mercado. Neste caso a melhor unidade para mensuração disto é o próprio valor monetário gerado por esse novo negócio.

4.7.1.4 Redução de Estoques (FIN-004)

A descrição completa deste critério escolhido foi : "Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa) ".

O tema estoque e sua gestão é um dos assuntos clássicos da engenharia de produção, em uma visão puramente econômica representa desperdício, seja pelo "dinheiro" parado, pelo próprio custo operacional de manter um estoque, ou ainda pelo risco de obsolescência. Por outro lado o estoque é também um fator de segurança muito importante no balanceamento da capacidade x demanda, na disponibilidade para atendimento aos clientes, e para minimizar riscos gerados por diversos fatores.

Desta forma o senso comum em relação ao estoque costuma ser que, se por um lado é inviável sua eliminação, por outro é muito importante minimizá-lo.

Das variáveis que podem contribuir para redução segura de estoque, pode se destacar uma cadeia produtiva com menor *lead time* (por exemplo fornecedores locais ou produção in-house), processo mais estáveis e com baixa variabilidade, processos mais flexíveis com menores tempo de troca de ferramentas (*setup*).

Portanto, existem vários aspectos que diferentes decisões em relação a projetos de investimento podem impactar positivamente a redução de estoques. Para este trabalho será definido como maneira de mensuração o valor absoluto monetário de contribuição na redução do estoque para a empresa.

4.7.2 Mensuração dos Critérios da Perspectiva Cliente

4.7.2.1 Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente (CLI-001)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia".

A questão da qualidade pode ser um divisor de águas entre o sucesso ou fracasso de um negócio, especialmente no ambiente extremamente competitivo dos dias atuais. Neste sentido, conseguir aumentar a qualidade percebido por quem melhor pode julgar a mesma, ou seja, o cliente, deveria ser um foco constante das organizações.

Para mensuração das alternativas de investimentos segundo este critério foi construída a seguinte tabela:

Tabela 26 - Classificação do nível de aumento da qualidade percebida pelo cliente

Investimento contribui para redução de falhas no primeiro uso ou durante o período de garantia, além de proporcionar maior robustez ao produto, aumentando sua vida útil mesmo fora da garantia <u>e</u> demonstra ao cliente investimento tecnológico voltado para qualidade.	1
Investimento contribui para redução de falhas no primeiro uso ou durante o período de garantia, além de proporcionar maior robustez ao produto aumentando sua vida útil mesmo fora da garantia <u>ou</u> demonstra ao cliente investimento tecnológico voltado para qualidade.	0,8
Investimento contribui para redução de falhas no primeiro uso ou durante o período de garantia.	0,6
Investimento proporciona maior robustez ao produto aumentando sua vida útil mesmo fora do período garantia <u>e</u> demonstra ao cliente investimento tecnológico voltado para qualidade, porém não impacta diretamente em reduções de falhas no primeiro uso ou no período de garantia.	0,4
Investimento proporciona maior robustez ao produto aumentando sua vida útil mesmo fora da garantia <u>ou</u> demonstra ao cliente investimento tecnológico voltado para qualidade, porém não impacta diretamente em reduções de falhas no primeiro uso ou período de garantia.	0,2
Neutro - Sem impactos no aspecto qualidade do produto ou imagem da empresa em relação ao aspecto de qualidade.	0

Fonte: O Autor

4.7.2.2 Aumento do *Market share* (CLI-002)

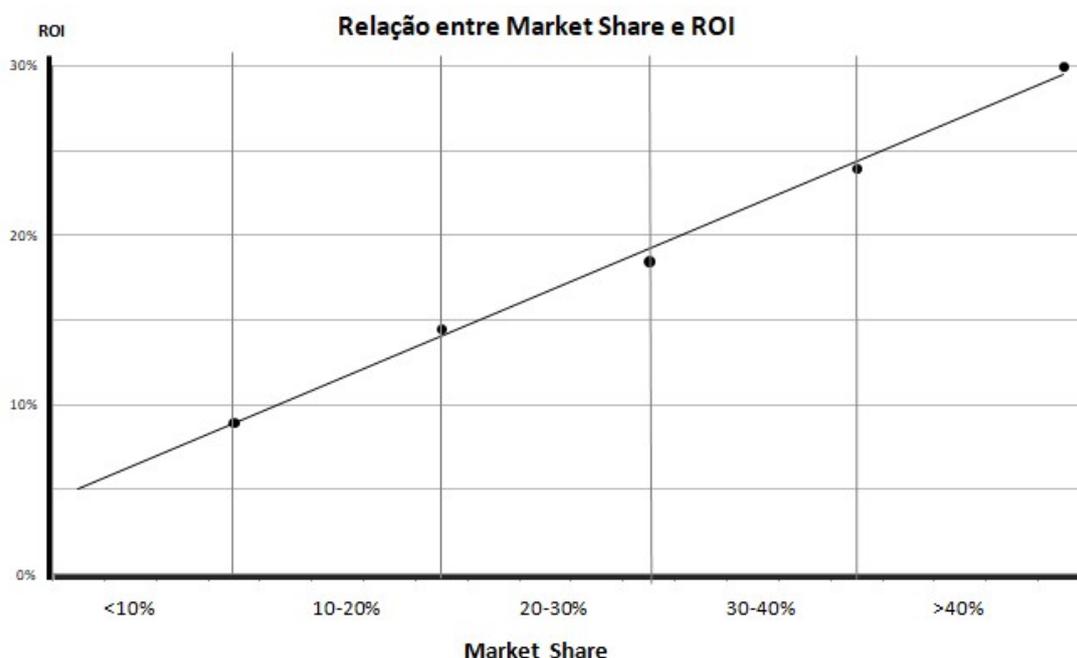
A descrição completa deste critério escolhido foi : " Aumento de *market share* no segmento de atuação".

No mundo dos negócios, *market share* significa a participação de mercado que uma empresa tem na sua área de atuação ou no segmento de um determinado produto. Isto acaba sendo um bom indicador das forças e das dificuldades de uma empresa em relação a seus concorrentes, assim como da aceitação dos seus produtos no mercado.

Entretanto, além disto, existe outro importante fator já verificado desde a década de 1970, e publicado na conceituada *Harvard Business Review*. De acordo com Buzzell et al (1975), empresas que atingem uma maior participação de mercado também são mais lucrativas que seus competidores.

Um gráfico neste mesmo artigo, demonstra que o ROI (Retorno sobre os investimentos) e participação de mercado estão fortemente correlacionados.

Figura 7: Relação entre Market share e ROI



Fonte: Buzzell et al (1975). Traduzido pelo autor

Para apuração deste critério será considerado o valor % de aumento de *market share* que o projeto de investimento potencializará no segmento do produto ou serviço prestado.

4.7.2.3 Possibilidade de melhor preço ao cliente (CLI-003)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente".

Na atual cenário de mercado globalizado, onde barreiras geográficas já não são dificuldades para as empresas e consumidores buscarem sua melhor opção de compra onde a mesma estiver, a questão preço também é um fator decisivo na conquista do cliente. Neste sentido, ter a possibilidade de oferecer uma melhor oferta sem perder a margem mínima de lucratividade esperada, se torna uma importante alavanca para o negócio.

Como a determinação do preço para um cliente e mercado envolve muitos fatores, do ponto de vista de um projeto de investimento, iremos considerar que poder oferecer melhor preço está diretamente relacionado a ter um custo unitário menor, e então com isto poder usar esta margem adicional para uma eventual negociação ou oferta de novo preço do produto ao cliente ou mercado.

Desta forma, usaremos para mensuração deste critério, o percentual de redução do custo unitário esperado para o produto ou serviço. Como em alguns casos, geralmente exceções, um projeto de investimento pode ter como efeito colateral o aumento de custo, por exemplo quando se investe para atender algum novo requisito técnico, de qualidade ou ambiental, será considerado aqui a possibilidade de valores negativos ou positivos, onde deixaremos convencionado que "-" significa redução de custo unitário e "+" aumento de custo.

Com isto, também definimos o "ajuste de direção" considerando que este será um critério de "mínimo", ou seja, quanto menor o valor, melhor o desempenho da alternativa neste critério.

4.7.2.4 Flexibilidade (CLI-004)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Flexibilidade para variação do produto ".

O aspecto da flexibilidade de produção se torna muito importante uma vez que produtos passam a ter ciclos de vida mais curtos, além de uma necessidade de customização cada vez maior, demanda clara de clientes mais exigentes e focados não em soluções gerais, mas naquelas que atendem melhor suas necessidades específicas e resolvem os seus problemas.

Desta forma, para mensuração das alternativas de investimentos segundo este aspecto da flexibilidade, se propõe aqui a utilização da seguinte tabela:

Tabela 27 - Classificação do nível de flexibilidade dos novos investimentos

Equipamentos universais ou flexíveis , de fácil adaptação a diferentes variantes do mesmo produtos e também para outras aplicações, apresentando alta possibilidade de utilização integral para outros propósitos.	1
Equipamentos flexíveis porém específicos, de fácil adaptação a diferentes variantes do mesmo produtos, porém demandam certo esforço e investimento para se adaptar a outras aplicações, mas ainda apresentam possibilidade de utilização integral para outros propósitos.	0,75
Equipamentos específicos e com média flexibilidade, demandam algum esforço para adaptação a variantes do mesmo produto e muito esforço e investimento para se adaptar a outras aplicações, apresentando apenas possibilidade parcial de utilização para outros propósitos.	0,50
Equipamentos específicos e poucos flexíveis, de difícil adaptação a diferentes variantes do mesmo produto, e com poucas chances de utilização para outras aplicações.	0,25
Uso exclusivo para a aplicação proposta e com baixa possibilidade de utilização em novas aplicações ou diferentes projetos.	0

Fonte: O Autor

4.7.3 Critérios da Perspectiva Processos Internos

4.7.3.1 Escalabilidade para crescimento de volumes (PI-001)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento. "

O conceito chave neste critério é o quanto de esforço se faz necessário colocar, quando atingida a máxima capacidade, para se incrementar a capacidade de produção e atender novas oportunidades de crescimento nas vendas do produto ou serviço. Um sistema que, por exemplo, precisa ser totalmente duplicado para ter ampliação de produção, tem um baixo fator de escalabilidade, e terá pouca competitividade quando a oportunidade de crescimento de vendas for algo em torno de 10 ou 20%, pois necessitará de grande investimento e ficará com capacidade ociosa. Por outro lado, um processo que pode ser ampliado em passos menores poderá ser muito competitivo no momento de crescimento gradual de volumes.

Neste sentido, usaremos a tabela abaixo para determinar o nível de escalabilidade fixando um fator de crescimento de demanda de 20% além da capacidade do sistema, e o nível de investimento necessário para ampliar a capacidade com base no investimento original instalado.

Tabela 28 - Classificação de nível de escalabilidade do investimento

Necessário um fator percentual de até 20% do investimento original, para se obter um aumento de capacidade para atender 20% de demanda adicional.	1
Necessário um fator percentual entre 20% e 40% do investimento original, para se obter um aumento de capacidade para atender 20% de demanda adicional.	0,75
Necessário um fator percentual entre 40% e 60% do investimento original, para se obter um aumento de capacidade para atender 20% de demanda adicional.	0,50
Necessário um fator percentual entre 60% e 80% do investimento original, para se obter um aumento de capacidade para atender 20% de demanda adicional.	0,25
Necessário um fator percentual entre 80% e 100% do investimento original, para se obter um aumento de capacidade para atender 20% de demanda adicional.	0

Fonte: O Autor

4.7.3.2 Ganho de produtividade com otimização de mão de obra (PI-002)

A descrição completa deste critério escolhido foi: "Ganho de produtividade com otimização de mão de obra "

A questão da produtividade da mão de obra é algo que vem sendo observada e estudada cientificamente desde o tempos dos precursores da moderna administração que foram Taylor, Ford e Fayol. O melhor aproveitamento dos recursos de mão de obra e o conceito de produzir "mais" com "menos", são inquestionáveis dentro do ponto de vista econômico e de eficiência operacional (mas lógico que sempre com ponderação e equilíbrio, para não prejudicar outros fatores importantes, como por exemplo a qualidade).

As oportunidades para otimização de mão de obra são diversas, desde pequenas melhorias, os chamados projetos *kaizens*, até grandes inovações disruptivas, que mudam completamente a forma de realização de determinada atividade (ou até acabam com a mesma).

Uma forma de medição direta da produtividade, muito comum no chão de fábrica, é o tradicional indicador Peças/homem/hora, que mede para um determinado processo, qual o esforço de mão de obra por hora para atingir uma determinada produção. Entretanto, como cada processo produtivo possui suas características intrínsecas, este indicador não se torna muito adequado para medir o efeito entre processos diferentes. Desta forma, utilizaremos aqui para mensurar este item a redução de horas diretas trabalhadas mês para o processo em questão. Sendo considerado como padrão para fins de simplificação, que um funcionário trabalha 8 horas por dia, 5 dias por semana e 4 semanas por mês.

Para processos novos será considerado fator 0, uma vez que não trará contribuição por não possuir uma base anterior existente.

4.7.3.3 Alinhamento com o Core-Business (PI-003)

A descrição completa deste critério escolhido foi : "Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto/serviço."

O termo *Core Business*, que também se relaciona diretamente com *Core Competence*, se refere a algo que a companhia pode realizar melhor que seu concorrente e que representa valor para o cliente, algo que é difícil de imitar, raro e que portanto, torna-se uma vantagem competitiva para a empresa.

Baseado nestes aspectos, foi preparada a seguinte tabela para se realizar a pontuação deste critério:

Tabela 29 - Classificação de nível de alinhamento com o *Core-Business*

Processo envolve competência tecnológica que agrega valor significativo ao cliente, não disponível no mercado e envolve <i>Know-how</i> específico que representa diferencial sobre a concorrência.	1
Processo envolve competência tecnológica que agrega valor significativo ao cliente, não disponível no mercado ou envolve <i>Know-how</i> específico que representa diferencial sobre a concorrência.	0,8
Processo envolve competência tecnológica que agrega valor significativo ao cliente ou envolve <i>Know-how</i> específico, mas que pode ser desenvolvido com fornecedor através de termo de confidencialidade.	0,6
Processo envolve competências " <i>standard</i> " mas que pode ser encontrada apenas em fornecedores internacionais com custo e qualidade competitiva.	0,4
Processo envolve competência " <i>standard</i> " mas que pode ser encontrada em apenas um fornecedor local com custo e qualidade competitiva.	0,2
Processo envolve competência " <i>standard</i> " e que pode ser facilmente encontrada em mais de um fornecedor local com custo e qualidade competitiva.	0

Fonte: O Autor

4.7.3.4 Redução de Custo Internos de Não Qualidade (PI-004)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)".

O entendimento da importância em mensurar e reduzir os custos internos da não qualidade foi detalhada e desenvolvida pela primeira vez no excelente trabalho de um dos maiores ícones da gestão da qualidade, Joseph M. Juran, ainda na década de 1950. Juran astutamente observou e compreendeu que a linguagem dos altos executivos era a linguagem econômica, então ele propôs um modelo de monitoramento, transparência e redução dos chamados custos da não qualidade, especialmente para alavancar apoio para aquilo em que ele mais acreditava, a melhoria dos processos.

Falhas internas são aquelas detectadas na própria empresa, antes do fornecimento do produto final para o cliente, sendo os 2 principais tipos o refugo e o retrabalho.

Este critério poderia ter uma apuração mais direta, por meio da redução em custo absoluto que o investimento pode gerar, porém, como o principal objetivo de Juran com a tratativa de custos de defeitos internos era a melhoria de processo e também a redução do risco que um produto defeituoso pudesse "escapar" e ser fornecido ao cliente, optou se neste trabalho por utilizar uma classificação conforme a tabela abaixo:

Tabela 30 - Classificação de nível de contribuição para redução de custos de não qualidade

Investimento contribui para a redução nos índices de refugo e retrabalho	1
Investimento contribui para a redução nos índices de refugo	0,67
Investimento contribui para a redução nos índices de retrabalho	0,33
Investimento não contribui para redução nos índices de refugo e retrabalho	0

Fonte: O Autor

4.7.4 Critérios da Perspectiva Aprendizado e Crescimento

4.7.4.1 Aquisição de novos conhecimentos (APR-001)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências. "

A questão do desenvolvimento de conhecimento e competências tem uma dupla importância, primeiro na motivação e realização pessoal dos funcionários envolvidos, e em segundo, como base sólida de diferencial estratégico para a empresa, uma vez que a capacitação dos recursos humanos é um pilar essencial para o sucesso de longo prazo das grandes organizações.

Para a mensuração deste critério foi preparada a tabela a seguir:

Tabela 31 - Classificação do nível de aquisição de novos conhecimentos

Processo envolve novas tecnologias , com potencial de desenvolvimento de novas competências a funcionários de diferentes departamentos , e com grande potencial de novas aplicações futuras.	1
Processo envolve novas tecnologias , com potencial de aprendizado e desenvolvimentos de novas competências em um departamento específico , e com grande potencial de novas aplicações futuras.	0,75
Processo envolve tecnologia existente , mas com possibilidade de aprendizado e desenvolvimentos de novas competências em diferentes departamentos .	0,50
Processo envolve tecnologia existente , mas com possibilidade de aprendizado e desenvolvimentos de novas competências em um único departamento .	0,25
Processo não agrega nova tecnologia ou oportunidade de novos aprendizados	0

Fonte: O Autor

4.7.4.2 Contribuição com conhecimentos próprios (APR-002)

A descrição completa deste critério escolhido foi: "Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática."

A motivação é um fator chave para qualquer indivíduo ou equipe, e entre muitos aspectos que podem impactar a mesma, ter a chance de poder utilizar conhecimento e competências pessoais já adquiridas, que não vem sendo devidamente aproveitadas, permite não só uma contribuição com "algo mais" para a empresa, mas também alavanca uma positiva sensação de realização ao colaborador.

Para a mensuração deste critério foi preparada a seguinte tabela:

Tabela 32 - Classificação da contribuição com conhecimentos próprios

Permite a utilização de diferentes conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados pelos colaboradores.	1
Permite a utilização de um conhecimento pessoal específico que não vem sendo utilizado pelos colaboradores.	0,50
Neutro em realização a utilização de conhecimentos pessoais não utilizados	0

Fonte: O Autor

4.7.4.3 Interação e protagonismo (APR-003)

A descrição completa deste critério escolhido foi : "Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma "

Além da motivação, o comprometimento e autonomia dos funcionários também são fatores essenciais no desenvolvimento e retenção de talentos. Desta forma, projetos que incentivam a interação e protagonismo dos colaboradores, podendo tomar decisões e contribuir para o desempenho e resultado do processo são elementos chaves.

Para a mensuração deste critério foi preparada a tabela a seguir:

Tabela 33 - Classificação de nível de interação e protagonismo dos colaboradores

Colaborador deve atuar ativamente na análise de resultados e dados da máquina, tomar decisões em relação a sua operação e cuidar preventivamente da mesma por meio de manutenção autônoma.	1
Colaborador deve atuar ativamente na análise de resultados e dados da máquina e tomar decisões em relação a sua operação.	0,75
Colaborador deve cuidar preventivamente da máquina por meio de manutenção autônoma.	0,50
Colaborador contribui com equipe técnica responsável na análise de dados da máquina ou em atividades de manutenção supervisionada	0,25
Neutra em relação a interação ativa do colaborador com a máquina	0

Fonte: O Autor

4.7.4.4 Ganho de agilidade e otimização de processos (APR-003)

A descrição completa deste critério escolhido foi : " Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas".

Novos equipamentos e processos podem contribuir com o desempenho geral das equipes, otimizando suas rotinas, incrementando agilidade e aumentando a produtividade, e assim oferecendo um grande diferencial para empresa.

Para a mensuração deste critério foi preparada a seguinte tabela:

Tabela 34 - Classificação do ganho de agilidade e otimização de processos

Equipamento contribui na melhoria de performance e agilidade em 5 ou mais áreas da empresa.	1
Equipamento contribui na melhoria de performance e agilidade em até 4 áreas da empresa.	0,80
Equipamento contribui na melhoria de performance e agilidade em até 3 áreas da empresa.	0,60
Equipamento contribui na melhoria de performance e agilidade em até 2 áreas da empresa.	0,40
Equipamento contribui na melhoria de performance e agilidade em uma única área da empresa.	0,20
Neutra em realização a utilização de conhecimentos pessoais não utilizados	0

Fonte: O Autor

4.8 Determinação de alternativas de projetos de investimentos

Para teste do modelo multicritério, o pesquisador com base em sua experiência profissional de mais de 30 anos, formulou 6 alternativas factíveis dentro da realidade das organizações industriais. Estas alternativas apresentadas a seguir, são viáveis, conceitualmente coerentes, e suas estimativas de valores para os diversos critérios foram detalhadamente mensuradas para este propósito.

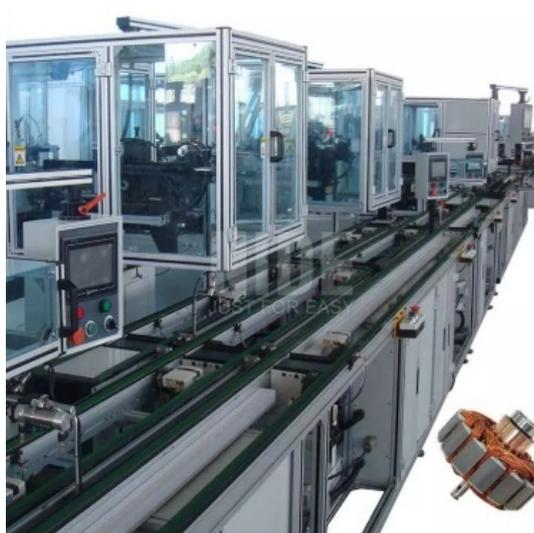
4.8.1 Nacionalização de componente importado

Esta é uma alternativa muito comum no segmento industrial, que ocorre quando produtos montados no mercado nacional utilizam componentes manufaturados importados de outros países. Este modo de operação, em geral, carrega uma série de desvantagens que sempre merecem ser reavaliadas com estudos de nacionalização. Normalmente os pontos negativos que motivam o interesse por produção local são:

- Volatilidade do Câmbio (geralmente a importação ocorre em moeda forte);
- Custo com impostos de importação e taxas;
- Custo de transporte intercontinental;
- Necessidade de alto estoque para cobrir flutuações de mercado
- Alto tempo de resposta no caso mudança de demanda;
- Risco de qualidade (quando um defeito é detectado, já existe um lote muito grande em estoque ou em trânsito);

Neste contexto, a alternativa 1 refere-se ao investimento em uma linha de fabricação automática de componente eletro-mecânico com o objetivo de nacionalizar um item importado da Europa.

Figura 8 - Linha automática de fabricação de componente



Fonte: Nide Industry (foto meramente ilustrativa)

(<http://www.nide-industry.com/fully-automatic-armature-rotor-production-assembly-line.html>)

4.8.2 Automatização de linha de montagem

A automatização de atividades manuais não é algo novo, e de alguma forma vem sendo empregada desde o início da revolução industrial. Com o aumento de escala, uma tecnologia interessante vem ganhando visibilidade nos últimos anos, que são os chamados "Robôs Colaborativos", uma espécie de "braços mecânicos" articulados e com grande precisão para realização de atividades manuais de precisão, e que podem ser aplicados para trabalho próximo aos seres humanos, devido moderno sistema de sensores de segurança, evitando assim um problema típico dos robôs industriais tradicionais, que é a necessidade de enclausuramento.

Este tipo de solução configura a segunda alternativa de projeto de investimento, que é a aplicação de uma determinada quantidade de robôs colaborativos em atividades de carga, descarga de operações e também de posicionamento fino em uma linha de montagem que trabalha com alta demanda de mão de obra para realização de trabalhos manuais e repetitivos.

Figura 9 - Robô Colaborativo



Fonte: Business Korea (foto meramente ilustrativa)

(<http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=20497>)

4.8.3 Substituição de máquinas operatrizes obsoletas

A manutenção do "estado da arte" em tecnologia de manufatura pode ser um grande diferencial para se obter competitividade em termos de custos. Em um passado recente, máquinas operatrizes automáticas para a produção seriada foram um grande avanço para se conseguir ótimos resultados em uma economia de escala. Entretanto, não só a tecnologia se alterou fortemente, mas também o tipo de demanda que deve ser suprida pelas mesmas se modificou. Produtos com ciclos de vida cada vez mais curtos, assim como, uma maior demanda por personalização ao invés de produtos puramente padrões, tem exigido mais flexibilidade com redução de itens de alta escala para volumes de fabricação cada vez mais diversificados.

Figura 10 - Torno Automático Multifuso



Fonte: Site Lamaq - Comércio de Máquinas

(http://www.lamaq.com.br/fotos/torno_automatrico_multifuso_schutte_se16.html)

A terceira alternativa considera a substituição de um *Pool* de máquinas operatrizes obsoletas com tecnologia mecânica para alta escala, por centros de usinagem programáveis e flexíveis.

Figura 11 - Centro de usinagem Masak



Fonte: Masak (foto meramente ilustrativa)

(<https://www.mazak.com.br/machines/quick-turn-400m/>)

4.8.4 Aumento de capacidade produtiva

A entrega de produtos de ótima qualidade ao mercado, muitas vezes geram o chamado "bom problema", que é ter uma demanda superior a capacidade produtiva. Aproveitar o sucesso destes produtos como forma de melhorar o *Market share*, aumentar faturamento e enfraquecer concorrentes é ,em geral, uma grande oportunidade.

A quarta alternativa de projeto trata da ampliação da capacidade produtiva interna de uma linha de fabricação existente, com aquisição de novos equipamentos nas operações gargalos da produção, a fim de atender a aumento de demanda futura.

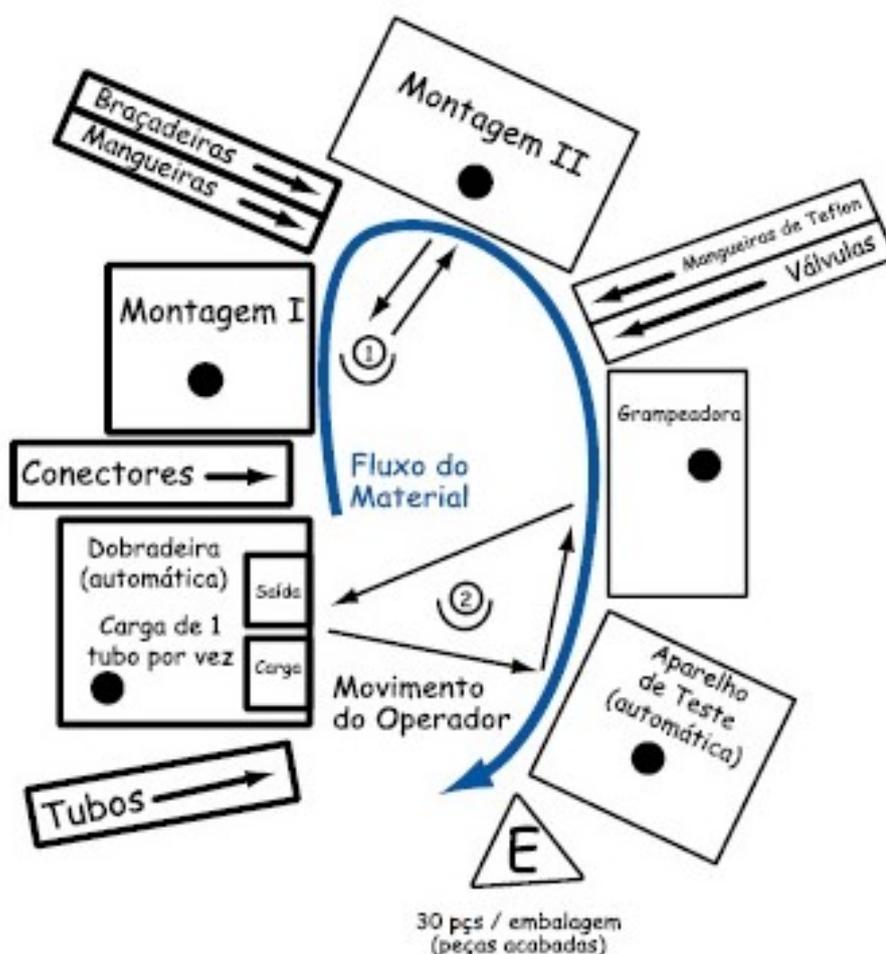
4.8.5 Linha de produção para novo produto

Uma empresa que busca se "perpetuar" em um mercado de constantes mudanças, precisa sempre buscar adequar seu portfólio de produtos as tendências

de movimento dos negócios e aos seus clientes. Isto implica algumas vezes no lançamento de produtos completamente novos, e onde a estrutura fabril produtiva não está preparada para fabricação do mesmo, o que gera então a necessidade de investimento em máquinas e equipamentos para a produção destes novos itens.

A quinta alternativa de projeto de investimento se refere a uma linha de montagem para novo produto, manual e de baixa capacidade produtiva, porém que precisa ser muito flexível e com alto grau de escalabilidade para possibilitar a entrada gradual da empresa neste novo mercado.

Figura 12 - Exemplo de uma Linha no formato célula em U



Fonte: Lean Institute Brasil (foto meramente ilustrativa)

(<https://www.lean.org.br/conceitos/19/celula-de-producao---como-criar-fluxo-continuo.aspx>)

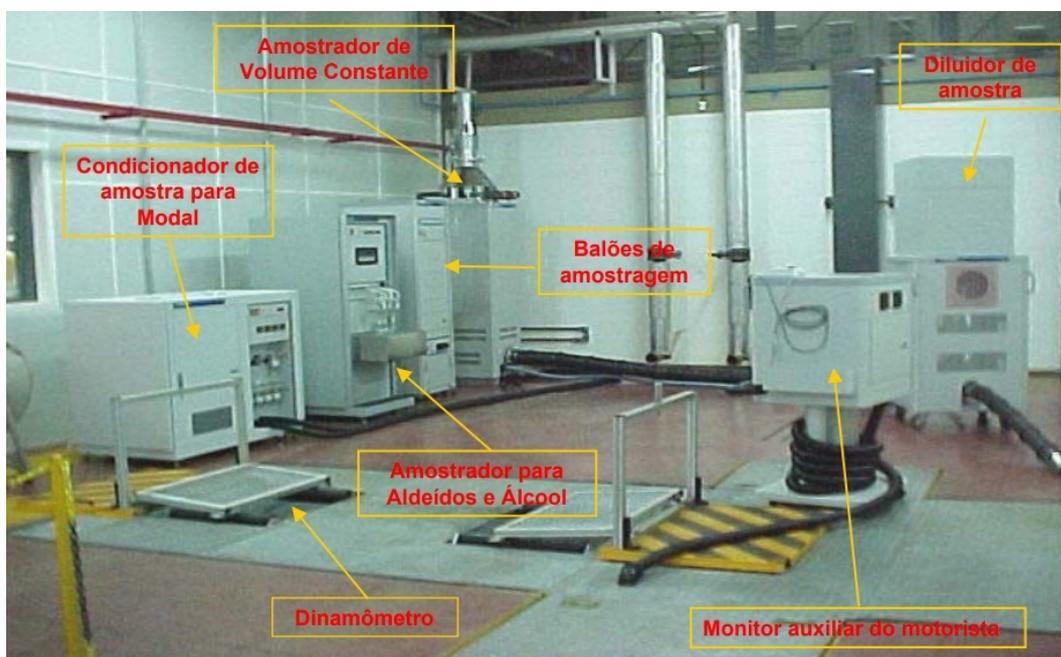
4.8.6 Equipamentos de teste de validação e homologações

Uma característica crítica em muitos produtos é o atendimento a requisitos regulatórios legais e especificações de clientes em relações a aspectos de desempenho, consumo e segurança. Muitas vezes, para se certificar do atendimento a estes requisitos, a empresa precisa recorrer a serviço de terceiros pagando altos custos de homologações, perdendo flexibilidade com esta dependência e desperdiçando oportunidades de melhorias que poderiam ser identificadas com seus especialistas estando mais próximos no acompanhamento dos testes.

Neste contexto, a sexta alternativa de investimento são equipamentos de testes para avaliar o nível de emissões de CO₂ de motores a combustão.

Esta alternativa, além de permitir a empresa a ficar auto-suficiente em suas homologações, também permite a venda deste serviço a seus clientes e parceiros da cadeia automotiva.

Figura 13 - Equipamentos de um laboratório de emissões



Fonte: Inmetro (foto meramente ilustrativa)

(<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/palestras/astorfilho.pdf>)

4.9 Resultados com aplicação do método MAVT

Entre os diversos métodos disponíveis para aplicação de um modelo de decisão multicritério, decidiu-se aqui pela utilização do método MAVT, devido sua simplicidade e boa aceitação, tanto no meio corporativo, como no acadêmico.

Ao todo foram selecionados e determinados 12 critérios e seus respectivos pesos, sendo 4 critérios para cada perspectiva do BSC.

Para desenvolvimento desta aplicação, poderia se executar uma matriz única com todos os critérios e seus pesos já ponderados pelos pesos das perspectivas, ou primeiro calcular os resultados das alternativas de investimento perspectiva por perspectiva, e na seqüência, aplicar ao vetor resultado de cada perspectiva, um novo passo considerando-se os pesos de cada perspectiva.

Considerando os objetivos acadêmicos deste trabalho, será utilizada a segunda opção, por permitir uma avaliação mais detalhada do comportamento das alternativas em relação a cada perspectiva, uma vez que o foco aqui não é simplesmente o resultado final, e sim o efeito de considerar em um processo decisório deste tipo, outros critérios e perspectivas não financeiras.

Na seqüência serão apresentados os resultados de cada perspectiva, e ao final a consolidação dos resultados envolvendo todas as perspectivas.

4.9.1 Apuração dos resultados na Perspectiva Econômica

Como já apresentado anteriormente, os critérios determinados para esta perspectiva e seus pesos foram:

Tabela 35 - Critérios e pesos da Perspectiva Financeira

FIN-001	ROI (Return on Investment) / Payback	33.8%
FIN-002	VPL (NPV) / Aumento da Lucratividade da Empresa	30.1%
FIN-003	Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios	23.7%
FIN-004	Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa)	12.4%

Fonte: O Autor

Partindo das alternativas de projetos de investimentos abordadas na seção anterior deste trabalho, e apurando os valores para os critérios conforme proposta de mensuração do item 4.7.1, chegou-se a seguinte matriz de valores absolutos para as alternativas:

Tabela 36 - Matriz com apuração dos valores absolutos da Perspectiva Financeira

	PERSPECTIVA FINANCEIRA			
	FIN-001	FIN-002	FIN-003	FIN-004
Nacionalização de componente importado	2.6	6900000	0	2400000
Automatização de linha de montagem	1.7	3000000	0	0
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	2.1	5250000	0	562500
Aumento de capacidade produtiva	1.6	4250000	0	0
Linha de montagem para novo produto	1.2	7300000	19000000	0
Equipamentos de teste de validação e homologações	3.7	4000000	3000000	0

Fonte: O Autor

Conforme método MAVT, após apuração dos valores absolutos, se faz necessário a normalização da matriz e ajuste de direção (critérios de máximo => quanto maior, melhor, critérios de mínimo => quanto menor, melhor).

Existente algumas diferentes possibilidades de normalização, para este trabalho se optou pelo método que leva o melhor valor das alternativas para 1 e o pior para 0, então os intermediários são calculado a partir destes extremos por interpolação. O resultado da matriz normalizada já com o ajuste de direção segue na tabela 37:

Tabela 37 - Matriz da Perspectiva Financeira normalizada e com ajuste de direção

<i>Tipo de critério</i>	PERSPECTIVA FINANCEIRA			
	FIN-001	FIN-002	FIN-003	FIN-004
	Min	Máx	Máx	Máx
Nacionalização de componente importado	0.42	0.91	0.00	1.00
Automatização de linha de montagem	0.80	0.00	0.00	0.00
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.63	0.52	0.00	0.23
Aumento de capacidade produtiva	0.82	0.29	0.00	0.00
Linha de montagem para novo produto	1.00	1.00	1.00	0.00
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.00	0.23	0.16	0.00

Fonte: O Autor

Após a normalização da matriz, segue-se então o último passo da metodologia MAVT que é a aplicação dos pesos (determinados pelo método AHP conforme interação com os especialistas) e apuração do resultado final através da soma do desempenho das alternativas em cada um dos critérios.

Lembrando ainda que este será o resultado apenas dos critérios desta perspectiva, e que após a apuração de todas as perspectivas, ainda teremos uma consolidação final com a aplicação dos pesos de cada uma das perspectivas.

Tabela 38 - Matriz de apuração do resultado da Perspectiva Financeira

	PERSPECTIVA FINANCEIRA				Total
	FIN-001	FIN-002	FIN-003	FIN-004	
<i>Pesos</i>	0.3382	0.30118	0.23712	0.12353	
Nacionalização de componente importado	0.14322	0.27316	0.00000	0.12353	0.53991
Automatização de linha de montagem	0.26959	0.00000	0.00000	0.00000	0.26959
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.21343	0.15759	0.00000	0.02895	0.39997
Aumento de capacidade produtiva	0.27858	0.08755	0.00000	0.00000	0.36613
Linha de montagem para novo produto	0.33817	0.30118	0.23712	0.00000	0.87647
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.00000	0.07004	0.03744	0.00000	0.10748

Fonte: O Autor

Com base neste resultado, realizando então a ordenação das alternativas e gerando um fator de pontuação pela simples multiplicação do resultado final por 1000, apenas para se ter um número mais facilmente interpretável pelo decisor, temos a seguinte classificação final segundo esta perspectiva:

Tabela 39 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Financeira

	<i>Ranking</i>	Pontos (x1000)
Linha de montagem para novo produto	1	876
Nacionalização de componente importado	2	540
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	3	400
Aumento de capacidade produtiva	4	366
Automatização de linha de montagem	5	270
Equipamentos de teste de validação e homologações	6	107

Fonte: O Autor

4.9.2 Apuração dos resultados na Perspectiva Cliente

Para esta perspectiva, os critérios determinados e seus respectivos pesos foram:

Tabela 40 - Critérios e pesos da Perspectiva Cliente

CLI-001	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	37.4%
CLI-002	Aumento de Market share no segmento de atuação	21.2%
CLI-003	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	23.4%
CLI-004	Flexibilidade para variação do produto	18.1%

Fonte: O Autor

Seguindo o mesmo processo apresentado anteriormente, temos como apuração dos valores absolutos para esta perspectiva:

Tabela 41 - Matriz com apuração dos valores absolutos da Perspectiva Cliente

	PERSPECTIVA CLIENTE			
	CLI-001	CLI-002	CLI-003	CLI-004
Nacionalização de componente importado	0.0	0	-6.9%	0.5
Automatização de linha de montagem	0.8	0	-0.6%	0.75
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	1.0	0	-2.3%	1
Aumento de capacidade produtiva	0	0.08	-2.2%	0.5
Linha de montagem para novo produto	0.0	0.07	0.0%	0.75
Equipamentos de teste de validação e homologações	1.0	0.2	0.0%	0.25

Fonte: O Autor

Após a apuração dos valores absolutos a matriz normalizada e com ajuste de direção ficou conforme a seguir:

Tabela 42 - Matriz da Perspectiva Cliente normalizada e com ajuste de direção

<i>Tipo de critério</i>	PERSPECTIVA CLIENTE			
	CLI-001	CLI-002	CLI-003	CLI-004
	Máx	Máx	Min	Máx
Nacionalização de componente importado	0.00	0.00	1.00	0.33
Automatização de linha de montagem	0.80	0.00	0.08	0.67
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	1.00	0.00	0.33	1.00
Aumento de capacidade produtiva	0.00	0.40	0.32	0.33
Linha de montagem para novo produto	0.00	0.35	0.00	0.67
Equipamentos de teste de validação e homologações	1.00	1.00	0.00	0.00

Fonte: O Autor

E seguindo ainda na mesma lógica e seqüência já explanada na perspectiva anterior, temos como apuração dos resultados após a aplicação dos pesos dos critérios a tabela a seguir:

Tabela 43 - Matriz de apuração do resultado da Perspectiva Cliente

<i>Pesos</i>	PERSPECTIVA CLIENTE				Total
	CLI-001	CLI-002	CLI-003	CLI-004	
	0.3740	0.21156	0.23358	0.18083	
Nacionalização de componente importado	0.00000	0.00000	0.23358	0.06028	0.29385
Automatização de linha de montagem	0.29923	0.00000	0.01892	0.12055	0.43871
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.37404	0.00000	0.07786	0.18083	0.63272
Aumento de capacidade produtiva	0.00000	0.08462	0.07570	0.06028	0.22060
Linha de montagem para novo produto	0.00000	0.07405	0.00000	0.12055	0.19460
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.37404	0.21156	0.00000	0.00000	0.58559

Fonte: O Autor

Realizando agora a ordenação das alternativas chega-se a seguinte classificação final para a perspectiva cliente:

Tabela 44 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Cliente

	<i>Ranking</i>	Pontos (x1000)
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	1	633
Equipamentos de teste de validação e homologações	2	586
Automatização de linha de montagem	3	439
Nacionalização de componente importado	4	294
Aumento de capacidade produtiva	5	221
Linha de montagem para novo produto	6	195

Fonte: O Autor

4.9.3 Apuração dos resultados na Perspectiva Processos Internos

Para esta perspectiva os critérios determinados e seus respectivos pesos foram:

Tabela 45 - Critérios e pesos da Perspectiva Processos Internos

PI-001	Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	13.7%
PI-002	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	30.3%
PI-003	Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	39.8%
PI-004	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	16.3%

Fonte: O Autor

Seguindo o mesmo processo apresentado anteriormente, temos como apuração dos valores para esta perspectiva:

Tabela 46 - Matriz com apuração dos valores absolutos da Perspectiva Processos Internos

	PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS			
	PI-001	PI-002	PI-003	PI-004
Nacionalização de componente importado	0.0	0	1	0
Automatização de linha de montagem	1.0	2400	0.8	1
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.8	960	0	0.66
Aumento de capacidade produtiva	0.5	0	0.8	0
Linha de montagem para novo produto	0.8	0	1	0
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.3	0	0.6	0

Fonte: O Autor

Após a apuração dos valores absolutos, a matriz normalizada e com ajuste de direção para esta perspectiva segue conforme próxima tabela:

Tabela 47 - Matriz da Perspectiva Processos Internos normalizada e com ajuste de direção

	PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS			
	PI-001	PI-002	PI-003	PI-004
	Máx	Máx	Máx	Máx
Nacionalização de componente importado	0.00	0.00	1.00	0.00
Automatização de linha de montagem	1.00	1.00	0.80	1.00
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.75	0.40	0.00	0.66
Aumento de capacidade produtiva	0.50	0.00	0.80	0.00
Linha de montagem para novo produto	0.75	0.00	1.00	0.00
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.25	0.00	0.60	0.00

Fonte: O Autor

E seguindo ainda na mesma lógica e seqüência já explanada nas perspectivas anteriores, temos como apuração de resultados após a aplicação dos pesos dos critérios a tabela a seguir:

Tabela 48 - Matriz de apuração do resultado da Perspectiva Processos Internos

	PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS				Total	Ranking
	PI-001	PI-002	PI-003	PI-004		
<i>Pesos</i>	0.1367	0.30256	0.39819	0.16256		
Nacionalização de componente importado	0.00000	0.00000	0.39819	0.00000	0.39819	3
Automatização de linha de montagem	0.13670	0.30256	0.31855	0.16256	0.92036	1
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.10252	0.12102	0.00000	0.10729	0.33083	5
Aumento de capacidade produtiva	0.06835	0.00000	0.31855	0.00000	0.38690	4
Linha de montagem para novo produto	0.10252	0.00000	0.39819	0.00000	0.50071	2
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.03417	0.00000	0.23891	0.00000	0.27309	6

Fonte: O Autor

Realizando agora a ordenação das alternativas, chegamos a seguinte classificação final para a perspectiva processos internos:

Tabela 49 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Processos Internos

	Ranking	Pontos (x1000)
Automatização de linha de montagem	1	920
Linha de montagem para novo produto	2	501
Nacionalização de componente importado	3	398
Aumento de capacidade produtiva	4	387
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	5	331
Equipamentos de teste de validação e homologações	6	273

Fonte: O Autor

4.9.4 Apuração dos resultados na Perspectiva Aprendizado e Crescimento

Nesta última perspectiva, os critérios escolhidos e seus respectivos pesos foram:

Tabela 50 - Critérios e pesos da Perspectiva Aprendizado e Crescimento

APR-001	Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências	34.9%
APR-002	Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática	21.6%
APR-003	Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.	19.2%
APR-004	Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas	24.2%

Fonte: O Autor

Na mesma seqüência das outras perspectivas, o primeiro passo foi a apuração dos valores absolutos dos critérios apoiados pelas tabelas de mensuração deste trabalho, uma vez que todos são critérios qualitativos:

Tabela 51 - Valores absolutos da Perspectiva Aprendizado e Crescimento

	PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO			
	APR-001	APR-002	APR-003	APR-004
Nacionalização de componente importado	1.0	1	1	0
Automatização de linha de montagem	0.8	0.5	0.5	0.4
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.5	0.5	1	0.8
Aumento de capacidade produtiva	0	0	0	0
Linha de montagem para novo produto	0.5	1	0.5	0
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.8	1	1	0.4

Fonte: O Autor

Após a apuração dos valores absolutos, a matriz normalizada e com ajuste de direção para esta perspectiva segue conforme próxima tabela:

Tabela 52 - Persp. Aprendizagem e Crescimento normalizada com ajuste de direção

<i>Tipo de critério</i>	PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO			
	APR-001	APR-002	APR-003	APR-004
	Máx	Máx	Máx	Máx
Nacionalização de componente importado	1.00	1.00	1.00	0.00
Automatização de linha de montagem	0.75	0.50	0.50	0.50
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.50	0.50	1.00	1.00
Aumento de capacidade produtiva	0.00	0.00	0.00	0.00
Linha de montagem para novo produto	0.50	1.00	0.50	0.00
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.75	1.00	1.00	0.50

Fonte: O Autor

E seguindo ainda na mesma lógica e seqüência já explanada nas perspectivas anteriores, temos como apuração de resultados após a aplicação dos pesos dos critérios a tabela a seguir:

Tabela 53 - Apuração do resultado da Perspectiva Aprendizado e Crescimento

<i>Pesos</i>	PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO				Total
	APR-001	APR-002	APR-003	APR-004	
	0.3495	0.21588	0.19233	0.24232	
Nacionalização de componente importado	0.34948	0.21588	0.19233	0.00000	0.75768
Automatização de linha de montagem	0.26211	0.10794	0.09616	0.12116	0.58737
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.17474	0.10794	0.19233	0.24232	0.71732
Aumento de capacidade produtiva	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Linha de montagem para novo produto	0.17474	0.21588	0.09616	0.00000	0.48678
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.26211	0.21588	0.19233	0.12116	0.79147

Fonte: O Autor

Realizando agora a ordenação das alternativas, chega-se a seguinte classificação final para a perspectiva aprendizado e crescimento:

Tabela 54 - Classificação final conforme critérios da Perspectiva Aprendizado e Crescimento

	<i>Ranking</i>	Pontos (x1000)
Equipamentos de teste de validação e homologações	1	791
Nacionalização de componente importado	2	758
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	3	717
Automatização de linha de montagem	4	587
Linha de montagem para novo produto	5	487
Aumento de capacidade produtiva	6	0

Fonte: O Autor

4.9.5 Apuração dos resultados consolidados de todas as Perspectivas

Após a apuração dos resultados de cada perspectiva, se faz necessário agora a apuração consolidada das próprias perspectivas neste processo decisório. As 4 perspectivas do BSC serão apresentadas nas tabelas a seguir na forma de critérios (colunas) e com abreviação conforme abaixo:

- Perspectiva Financeira - FIN;
- Perspectiva Cliente - CLI;
- Perspectiva Processos Internos - PI;
- Perspectiva Aprendizado e Crescimento - APR

Inicialmente, segue matriz com os valores absolutos de resultado do desempenho de cada alternativa por perspectiva:

Tabela 55 - Apuração dos valores absolutos de resultados por Perspectiva

	Resultado Geral			
	FIN	CLI	PI	APR
Nacionalização de componente importado	0.5399	0.2939	0.3982	0.7577
Automatização de linha de montagem	0.2696	0.4387	0.9204	0.5874
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.4000	0.6327	0.3308	0.7173
Aumento de capacidade produtiva	0.3661	0.2206	0.3869	0.0000
Linha de montagem para novo produto	0.8765	0.1946	0.5007	0.4868
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.1075	0.5856	0.2731	0.7915

Fonte: O Autor

Como estes resultados derivam de um processo onde valores já passaram por normalização e ajuste direção, então não apropriado aqui repetir este processo, e passa-se direto ao último passo para se chegar no resultado final das alternativas, que é a aplicação dos pesos de cada perspectiva.

Tabela 56 - Resultado Final Consolidado com aplic. dos pesos das Perspectivas

	Resultado Final Consolidado				Total
	FIN	CLI	PI	APR	
Pesos	0.3587	0.36079	0.15339	0.12714	
Nacionalização de componente importado	0.19365	0.10602	0.06108	0.09633	0.45709
Automatização de linha de montagem	0.09670	0.15828	0.14117	0.07468	0.47083
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	0.14346	0.22828	0.05075	0.09120	0.51369
Aumento de capacidade produtiva	0.13132	0.07959	0.05935	0.00000	0.27026
Linha de montagem para novo produto	0.31437	0.07021	0.07680	0.06189	0.52327
Equipamentos de teste de validação e homologações	0.03855	0.21128	0.04189	0.10063	0.39235

Fonte: O Autor

Com isto a classificação consolidada das alternativas já ordenadas fica conforme segue:

Tabela 57 - Classificação final consolidada de todas alternativas

	<i>Ranking</i>	Pontos (x1000)
Linha de montagem para novo produto	1	523
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	2	514
Automatização de linha de montagem	3	471
Nacionalização de componente importado	4	457
Equipamentos de teste de validação e homologações	5	392
Aumento de capacidade produtiva	6	270

Fonte: O Autor

Desta forma, conclui-se o processo do modelo MAVT para o estudo de caso com as recomendações acima, na próxima seção realizaremos uma avaliação mais detalhada destes resultados com diversas visões comparativas e simulações de outros cenários.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS E CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Neste capítulo serão realizadas análises dos resultados, tanto em relação a determinação dos pesos pelos especialistas, assim como a classificação final dos projetos do estudo de caso após aplicação do modelo proposto.

Além disto serão explorados cenários alternativos, que envolvem a utilização de um diferente método para elicitação de pesos, que será o método ROC; e também a utilização de um outro método multicritério da escola europeia, da família dos métodos de *Outranking*, que será o *Promethee* (Ambos tratados no referencial teórico desta dissertação).

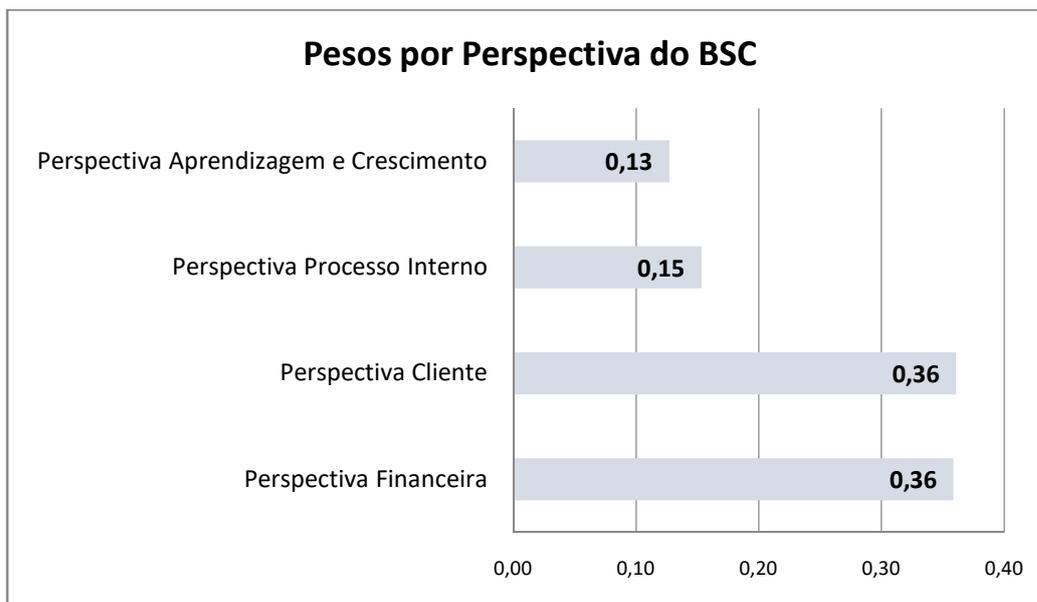
5.1 Análise dos resultados das eliciações dos pesos

O processo de elicitação dos pesos é uma das etapas mais importantes na aplicação de métodos de suporte a decisão multicritério. Neste trabalho, conforme já demonstrado, foram consideradas as opiniões de especialistas de várias áreas e diferentes tempos de experiência.

A análise de resultado desta seção se concentrará no processo de elicitação dos pesos das perspectivas, que são na realidade o primeiro nível de critérios do modelo de decisão proposto, e acabam tendo uma maior relevância, pois afetam os sub-critérios de cada perspectiva.

Relembrando um aspecto já mencionado, para a determinação dos pesos utilizou-se a opinião de 20 especialistas, sendo 5 representantes de cada perspectiva, ou seja, especialistas que participaram das rodadas anteriores opinando sobre os critérios da perspectiva de sua área de afinidade e experiência, mas que não haviam ainda recebido informação alguma sobre as outras perspectivas.

O resultado desta etapa de determinação de pesos das perspectivas já foi apresentado anteriormente, mas segue ilustrado novamente abaixo através do gráfico da figura a seguir:

Figura 14 - Gráfico de pesos por perspectiva do BSC

Fonte: O Autor

Avaliando graficamente este resultado, podemos dividir as perspectivas de acordo com seus pesos em 2 clusters.

- Cluster 1: Perspectiva Financeira e Clientes, com relevância principal e mais significativa, tendo um peso em torno de 36% para cada uma destas duas perspectivas, o que confere 72% de relevância em relação ao total dos pesos dos critérios.
- Cluster 2: Perspectiva Processos Internos e Aprendizado e Crescimento, dividindo os 28% restantes de peso, que podemos considerar perspectivas complementares para este modelo de decisão, e com a Perspectiva Processos Internos levemente mais significativa que a Aprendizado e Crescimento.

Analisando os dados que geraram os resultados dos clusters, pode-se evidenciar um certo consenso das opiniões dos especialistas. Em relação ao cluster 1, dos 20 especialistas, 18 consideraram a Perspectiva Financeira como sendo o primeiro ou segundo critério mais importante; e 17 especialistas consideraram a Perspectiva Cliente como sendo primeiro ou segundo critério mais importante. Ou seja, estas duas perspectivas praticamente se alternaram na ordem de preferência dos especialistas em primeiro e segundo lugar na classificação, inclusive com 9 dos especialistas considerando as duas de igual importância.

Por outro lado, as para as perspectivas que compõe o Cluster 2, que são Processo Interno e Aprendizado e Crescimento, verificou-se que ambas somadas apareceram apenas 5 vezes entre primeiro ou segundo critério mais importantes, e sempre acompanhadas ou da Perspectiva Financeira ou da Cliente na primeira posição.

Desta forma, não se observou nenhum viés de preferência de especialistas pela perspectiva de sua especialidade, e a opinião dos diferentes especialistas convergiram para uma opinião bem homogênea de preferência.

Por fim, interessante também comentar, que a leve preferência pela Perspectiva Processo Interno em relação a Aprendizagem e Crescimento, que se caracterizou por um peso aproximadamente 2% favorável a primeira em relação a segunda, se deve principalmente pelo fato que das 5 vezes que estas perspectivas apareceram na 1a ou segunda opção na preferência dos especialistas, 4 vezes foram a perspectiva Processo Interno e apenas 1 a perspectiva Aprendizado e Crescimento.

5.2 Análise dos resultados em relação a classificação dos projetos

O resultado da classificação das alternativas de projetos de investimentos já foi apresentado no item 4.9.5, e a partir deste resultado obtido, uma análise interessante, seria a comparação do resultado final da classificação das alternativas do modelo multicritério deste trabalho com outros métodos tradicionais.

Conforme já abordado, os métodos tradicionais de análise de investimentos levam em conta predominantemente os aspectos financeiros apoiados pela engenharia econômica, portanto, esta será a base para se realizar a comparação proposta..

Como na perspectiva financeira do modelo multicritério aplicado, já estão contemplados 2 critérios muito utilizados nas práticas das empresas entre os métodos clássicos para este fim (VPL e o Payback), para a comparação com o modelo foi realizada uma simulação levando em conta apenas estes 2 critérios da perspectiva financeira, e com peso de 50% cada um, assim tendo uma nova classificação das alternativas, apoiada apenas no métodos clássicos para as mesmas alternativas de investimento.

Segue na próxima tabela, a comparação lado-a-lado da classificação e pontuação de desempenho x1000 normalizada:

Tabela 58 - Comparação classificação modelo multicritério x métodos tradicionais

	Modelo Multicritério Proposto		Simulação com métodos tradicionais (VPL / Payback)	
	Ranking	Pontos (x1000) Normalizados	Ranking	Pontos (x1000) Normalizados
Linha de montagem para novo produto	1	199	1	302
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	2	196	3	174
Automatização de linha de montagem	3	179	5	120
Nacionalização de componente importado	4	174	2	201
Equipamentos de teste de validação e homologações	5	149	6	35
Aumento de capacidade produtiva	6	103	4	168

Fonte: O Autor

Verificando os desempenhos, podemos observar vários aspectos interessantes:

- A alternativa vencedora "Linha de montagem para novo produto" se manteve a mesma nos 2 modelos, porém com uma vantagem frente a segunda alternativa muito diferente, no modelo multicritério tem uma vantagem mínima, e através dos métodos tradicionais vence por grande margem se posicionando convincentemente como melhor opção pelos métodos clássicos da engenharia econômica.
- Verificando as alternativas que ficaram no segundo e quarto lugar no método multicritério, que são respectivamente "Substituição de máquinas operatrizes obsoletas" e "Nacionalização de componente importado", pode-se observar que na visão tradicional econômica, a opção de Nacionalização superaria a de substituição de máquinas que ficaria então com o 3o lugar. A razão desta diferença se dá principalmente pelo excelente desempenho da alternativa de "Substituição de equipamentos" na Perspectiva Cliente, algo que não é

capturado na visão tradicional, e assim poderia frente a uma visão puramente econômica, não levar em consideração algo que oferecerá interessante vantagem competitiva no longo prazo.

- Outra diferença significativa que se observa é como a alternativa "Aumento de capacidade produtiva", última classificada na análise multicritério, consegue pelos métodos tradicionais melhorar para a quarta posição, superando a alternativa "Automatização de linhas de montagem". Aqui interessante observar que a alternativa de automatização supera a de aumento de capacidade em todas as perspectivas não financeiras, inclusive sendo a melhor alternativa na perspectiva Processos Internos, algo que mais uma vez, o modelo tradicional falha em captar.
- E por último, interessante avaliar a alternativa de projeto "Equipamento de teste de validação e homologações", que no modelo tradicional financeiro, seria praticamente descartada, pois se classifica na última posição e com um desempenho muito fraco. Por outro lado, apesar de não ser uma das principais alternativas no modelo multicritério, atingindo apenas a 5a posição, já tem uma pontuação e posicionamento que merece consideração. A razão disto é que, apesar de não ter um desempenho financeiro razoável, é uma alternativa que se destaca muito bem em duas outras perspectivas, na Cliente alcançando o 2o lugar, e na Aprendizado e Crescimento sendo a primeira colocada.

5.3 Cenário alternativo com método ROC para determinação dos pesos

Conforme observado na seção sobre a análise de determinação dos pesos, a distribuição característica de 2 clusters, em nada se parece com distribuição típica de pesos do método ROC.

Entretanto cabe aqui uma questão: " Mesmo com uma apuração de pesos mais simplificada como o método ROC, um modelo multicritério representaria ainda algum avanço em relação ao uso apenas dos métodos tradicionais de análise de investimentos ? ".

Para isto foi realizado um novo cenário, utilizando-se o método ROC, tanto para a determinação dos pesos dos sub-critérios intra-perspectiva, quanto para os pesos das próprias perspectivas entre si.

Estes resultados dos novos pesos segundo método ROC foram obtidos usando a opiniões dos especialista para ordenação do *ranking* dos critérios, mas considerando o cálculo dos pesos pela fórmula centróide, onde para um total de 4 critérios, gera como peso os fatores: 0,52; 0,27; 0,15 e 0,06.

Tabela 59 - Nova tabela de pesos usando o método ROC

PERSPECTIVA FINANCEIRA			Peso Intra	Peso Inter
27.0%	FIN-001	ROI (Return on Investment) / Payback	52.0%	14.0%
	FIN-002	VPL (NPV) / Aumento da Lucratividade da Empresa	27.0%	7.3%
	FIN-003	Aumento do volume de vendas/faturamento em novos negócios - Em TBRL	15.0%	4.1%
	FIN-004	Redução de Estoques (contribuição para fluxo de caixa)	6.0%	1.6%
PERSPECTIVA CLIENTE				
52.0%	CLI-001	Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	52.0%	27.0%
	CLI-002	Aumento de Marketshare no segmento de atuação	15.0%	7.8%
	CLI-003	Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	27.0%	14.0%
	CLI-004	Flexibilidade para variação do produto	6.0%	3.1%
PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS				
15.0%	PI-001	Escalabilidade para crescimento de volumes.Possibilidade de aumentar a capacidade em pequenos "steps", sem necessidade de um novo investimento.	6.0%	0.9%
	PI-002	Ganho de produtividade com otimização de mão de obra	27.0%	4.1%
	PI-003	Alinhamento do investimento com o Core-Business da empresa e não disponibilidade de fornecedores que possam oferecer o produto / serviço.	52.0%	7.8%
	PI-004	Redução de custos internos de não qualidade (Refugo e Retrabalho)	15.0%	2.3%
PERSPECTIVA APRENDIZADO E CRESCIMENTO				
6.0%	APR-001	Permite aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas competências	52.0%	3.1%
	APR-002	Oferece oportunidade aos colaboradores de contribuir com conhecimentos pessoais que não vem sendo utilizados e colocá-los em prática	15.0%	0.9%
	APR-003	Equipamento demanda interação e protagonismo do colaborador como análise de dados, tomada de decisões, procedimentos de manutenção autônoma.	6.0%	0.4%
	APR-004	Oferece ganho de agilidade e otimização de processos melhorando desempenho geral da equipe e outras áreas internas	27.0%	1.6%

Fonte: O Autor

Com estes resultados de pesos, pode se observar uma grande diferença entre a proporção de importância apurada pelas opiniões dos especialistas durante a elicitação de pesos no método AHP. A tabela simplificada a seguir, compara os pesos no nível das perspectivas (1o nível dos critérios).

Tabela 60 - Comparação dos pesos pelo método AHP x método ROC

PERSPECTIVA	PESO AHP	PESO ROC
FINANCEIRA	0.359	0.270
CLIENTE	0.361	0.520
PROCESSOS INTERNOS	0.153	0.150
APRENDIZADO E CRESCIMENTO	0.127	0.060

Fonte: O Autor

Devido ao método ROC não manter o equilíbrio de relevância entre as perspectivas financeira e cliente (que possuem praticamente um empate técnico de importância), acaba sendo super valorizada a perspectiva cliente, uma vez que esta tem uma vantagem mínima de preferência dos especialistas e acaba recebendo um peso pelo método ROC desproporcional a vantagem que possui sobre a perspectiva financeira. Adicionalmente, a perspectiva Aprendizado e Crescimento fica com uma importância muito baixa, levando alguns de seus sub-critérios a ter praticamente nenhuma significância (vide na tabela 59 que o critério APR-003 fica com peso de 0,4 %).

Devido a estes fatores, não é recomendado o método ROC para representar a opinião dos especialistas deste estudo.

Mesmo assim, gerou-se a classificação final dos projetos utilizando-se estes pesos para fins de referência e registro, e pode se verificar que também aqui, a utilização do método multicritério mudaria uma opinião formada apenas pela visão financeira. Neste cenário específico, privilegiando as alternativas com melhor performance nos critérios da perspectiva cliente, devido ao desbalanceamento de pesos gerados pelo método ROC já mencionado.

Tabela 61 - Classificação utilizando cenário de pesos conforme método ROC

	<i>Ranking</i>	Pontos (x1000)
Substituição de máquinas operatrizes obsoletas	1	557
Automatização de linha de montagem	2	533
Equipamentos de teste de validação e homologações	3	465
Nacionalização de componente importado	4	414
Linha de montagem para novo produto	5	413
Aumento de capacidade produtiva	6	291

Fonte: O Autor

5.4 Cenário alternativo com método Promethee

Como último cenário alternativo, decidiu-se avaliar também o efeito de um dos métodos da escola europeia de multicritério, da família dos métodos *Outranking*, para se avaliar qual o impacto em relação aos resultados obtidos com o método MAVT.

Para realização deste novo cenário, foi utilizado a versão livre do software Visual Promethee Academic Edition, e consideradas exatamente as mesmas entradas utilizadas do método MAVT, ou seja, as mesmas alternativas de projetos de investimento, os mesmos critérios e seus respectivos pesos.

O resultado com o Promethee indicou a mesma classificação das alternativas para priorização de projetos de investimentos obtida pelo método MAVT. A figura a seguir refere-se ao relatório Flow Table na opção Promethee Gaia:

Figura 15 - Tabela de classificação das alternativas pelo Visual Promethee Academic

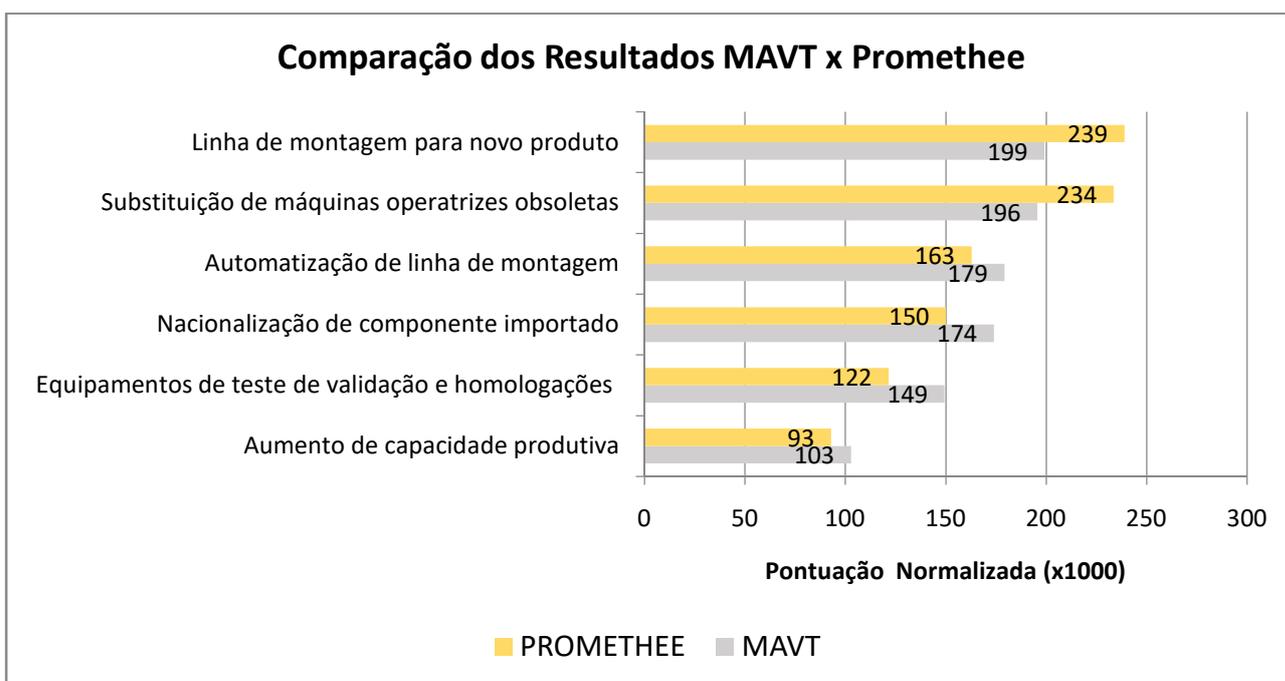
PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Linha de montagem	0,1888	0,4910	0,3022
2	Substituição de	0,1747	0,5189	0,3442
3	Nacionalização de	-0,0098	0,3767	0,3866
4	Automatização de linha	-0,0434	0,3989	0,4423
5	Equipamentos de teste	-0,1177	0,3666	0,4843
6	Aumento de	-0,1925	0,2977	0,4903

Fonte: O Autor

Buscando comparar não só a classificação final, mas ter também uma base de proporção relativa de desempenho entre as alternativa para cada um dos métodos, realizou-se uma normalização na base 1000 dos resultados do MAVT e Promethee que resultou no gráfico a seguir:

Figura 16 - Comparação de desempenhos normalizados dos métodos MAVT e Promethee



Fonte: O Autor

Avaliando o gráfico, podemos verificar que além da ordenação semelhante, também a proporção de vantagem / desvantagem das alternativas estão equivalentes, apenas com o Promethee ampliando um pouco o desempenho das 2 primeiras alternativas vencedoras frente as demais.

Isto demonstra que a aplicação de um método de suporte à decisão multicritério da classe dos aditivos (MAVT), versus um *Outranking* (Promethee), não representa uma diferença significativa para este estudo de caso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este último capítulo tratará da conclusão deste trabalho, apoiada pelos resultados do estudo de caso frente ao objetivo principal. Além disto, também serão apresentadas contribuições acadêmicas e práticas, assim como as perspectivas para trabalhos futuros.

6.1 Conclusão

Organizações industriais, com certa freqüência, devem tomar decisões em relação a projetos de investimentos, priorizando dentro de limites definidos, onde colocar os recursos financeiros da empresa na busca pelos melhores retornos no longo prazo. A alocação ideal do orçamento de capital é um problema multidimensional, que demanda a gestão de objetivos e de pontos de vista conflituosos nas empresas em busca de uma decisão de consenso.

Nesse contexto, este trabalho propõe um modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de projetos de investimento, considerando como critérios fatores relacionados as 4 perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC). Ao longo da pesquisa buscou-se investigar se um modelo com tais características sugere recomendações mais balanceadas que os métodos tradicionais.

O modelo proposto foi avaliado por meio de um de estudo de caso, que contou com o envolvimento de 30 especialistas nas diferentes perspectivas do BSC, que foram consultados de forma criteriosa através de sucessivas rodadas do método Delphi. O estudo mostrou que a abordagem proposta contribui para que diversos fatores estratégicos, tanto quantitativos como qualitativos, sejam agregados ao desempenho das alternativas. Isto possibilita que uma nova ordem classificatória dos projetos de investimentos e, conseqüentemente, uma recomendação mais ponderada entre as diversas perspectivas do BSC, quando comparado com uma decisão apoiada puramente em critérios financeiros tradicionais (VPL e Payback).

6.2 Contribuição acadêmica

Em termos científicos, a principal contribuição original deste trabalho consiste na proposição do modelo de apoio a decisão multicritério para a priorização de

projetos de investimento, tendo as quatro perspectivas do Balanced Scorecard (BSC) como critérios principais e um conjunto de subcritérios, internos à cada perspectiva, levantados por meio de entrevistas estruturadas com especialistas da área. Essa abordagem ainda não havia sido proposta na literatura e o presente trabalho contribui nessa lacuna.

Além disso, a utilização do método Delphi mostrou-se adequada para interação com especialistas, sendo aplicado em sua forma normativa, com o objetivo de se construir um consenso sobre os subcritérios de cada perspectiva, bem como seus respectivos pesos. Isso sugere que tal abordagem pode ser replicada em outros cenários que envolvem sucessivas rodadas de interação com especialistas, onde uma rápida convergência para o consenso é demandada.

6.3 Contribuição para aplicação prática

De um ponto de vista de aplicação prática, o modelo proposto pode ser replicado pelas mais diversas organizações. Para tanto, pode-se adotar os subcritérios e os respectivos pesos elegidos neste trabalho (como recomendação *ad hoc*) ou ainda elicitar novos subcritérios e pesos em função das particularidades e preferências da aplicação.

Neste sentido, o fato do desdobramento dos critérios partir das perspectivas do BSC, posiciona o modelo proposto dentro de um contexto familiar das organizações industriais, o que deve favorecer sua aplicabilidade em cenários práticos.

6.4 Limitações e perspectivas futuras

Naturalmente, em função de limitações de escopo e tempo, nem todas as questões que surgiram ao longo deste estudo foram contempladas. Isto significa que esta pesquisa aponta para perspectivas que podem se tornar objetos de estudos futuros.

Uma primeira possibilidade que não foi abordada nessa dissertação diz respeito ao tratamento de incertezas (ou riscos) que podem estar presentes em situações práticas. Por exemplo, é possível que desempenho das alternativas em

relação à algum critério seja mais bem representado em termos de uma distribuição estatísticas e não de forma determinística como foi considerado no modelo proposto. Neste caso, pode-se utilizar modelos de apoio a decisão capazes de agregar alternativas em cenários de risco, como o modelo MAUT, mencionado no referencial teórico, ao invés do método MAVT aplicado neste trabalho.

Outra perspectiva para trabalhos futuros, consiste em modelar a interação (ou combinação) de alternativas inclusive frente a um eventual limite de verba de investimento. Isto é, havendo restrições de valor máximo para escolha das alternativas, bem como alternativas que podem ser sinérgicas ou conflituosas entre si, qual seria o melhor *mix* de escolhas ?

Pode ocorrer, por exemplo, que a verba disponível seja suficiente apenas para se investir nas três primeiras alternativas. Porém, como os valores para cada investimento são diferentes, o mesmo montante de verba poderia ser suficiente para outras combinações de alternativas, por exemplo 1a, 3a, 4a e 5a alternativa; ou 2a, 3a, 4a e 6a alternativa. Ou ainda, pode ocorrer que o investimento entre uma combinação dessas alternativas seja mais benéfico para a empresa do que simplesmente escolher a primeira do *ranking*.

Tais questões abrem diversas perspectivas para expandir a proposta desse trabalho. Pode-se, por exemplo, utilizar o valor agregado de cada utilidade como parâmetro de um modelo de otimização que considera outras restrições ou aspectos do problema ou, ainda, aplicar o método do *Promethee V*, que também agrega o conceito de restrição ao *Promethee II*. Finalmente, para modelar a interação sinérgica ou conflituosas entre alternativas pode-se considerar métodos multicritério não lineares como a Integral de *Choquet* conforme MODAVE et al, 1997 ou PELEGRINA et al, 2020.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENSUR, Eder Oliveira (2012). Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital. *Revista Gestão & Produção*, São Carlos, v.19, n.4, p 747-758.

ADALI, Esra Aytaç; ISIK, Aysegül Tus (2017). Critic and Maut Methods for the Contract Manufacturer Selection Problem. *European Journal of Multidisciplinary Studies*. v.2 P. 93-101.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas (2002). Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método Promethee. *Revista Gestão & Produção* v.9, n.2, p.201-214.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de (2015). *Introdução a Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões*, 5a. Edição. LTC - Livros Técnicos e Científicos LTDA.

ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. (2000). Project portfolio selection through decision support. *Decision support systems*, v.29 p. 73-88.

BARRON, F. Hutton; BARRET, Bruce E. (1996). Decision Quality Using Ranked Attribute Weights. *Management Science*, v.42 n.11.

BAZERMAN. Max H.; MOORE, Don (2014). *Processo Decisório*, 8a Edição. Elsevier Editora Ltda.

BELTON, Valerie; STEWART, Theodor J. (2002). *Multiple criteria decision analysis : an integrated approach*, 1a Edição. Kluwer Academic Publishers.

BUZZELL, Robert D.; Gale; Bradley T.; SULTAN and G.M. (1975). Market Share - A Key to Profitability. *Harvard Business Review*. Janeiro-Feveiro 1975, p 97-106.

CANEDO, Mônica Maria Leal (2008). Governo Eletrônico: Abordagem Multicritério para Priorização de Projetos Integrando Indicadores da metodologia BSC. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CASAROTTO, Nelson F.; KOPITTKKE, Bruno H. (2010). Análise de investimentos: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 11a Edição. Editora Atlas.

COOPER, Robert; SCOTT Edgett; KLEINSCHMIDT, Elko(2001). Portfolio management for new product development results of an industry practices study. R&D Management, v31 no4 p.361-380.

DINCER, Hasan; YUKSEL, Serhat (2019). Balanced scorecard-based analysis of investment decisions for the renewable energy alternatives: A comparative analysis based on the hybrid fuzzy decision-making approach. Energy (Elsevier), Vol.175, p.1259-1270.

EID JUNIOR, William (1996). Custo e estrutura de capital: o comportamento das empresas brasileiras. Revista de Administração de Empresas, v. 36, n. 4, p. 51-59.

FIGUEIRA, José; Greco, Salvatore; Ehergott, Matthias (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer Science + Business Media, Inc.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões (2014). Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério, 5a Edição. Editora Atlas.

GUPTA, Uma G.; CLARKE, Robert E. (1996). Theory and application of the Delphi technique: A Bibliography (1975-1994). Technological Forecasting and Social Change, n.53, 185-211.

INVESTIMENTO NA INDUSTRIA (2019). Publicação anual da Confederação Nacional da Indústria – CNI, Ano 10, num.1, Junho/2019.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. (1997). A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard, 18a Edição. Harvard Business School Press - Editora Campus.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. (1992). The Balance Scorecard - Measures that Drive Performance. Editora Campus. Harvard Business Review, p. 71-79.

KASSAI, José Roberto; KASSAI, Silvia; SANTOS, Ariovaldo dos; ASSAF NETO, Alexandre (2000). Retorno de Investimento: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial. Editora Atlas.

LACHTERMACHER, Gerson (2016). Pesquisa Operacional na tomada de decisões, 5a Edição. LTC - Livros Técnicos e Científicos LTDA.

LAPPONI, Juan Carlos (2007). Projetos de Investimentos na Empresa, 1a Edição. Elsevier Editora Ltda.

MALYARETS, Lyudmyla; US, Halyna; CHUDAIEVA, Lia; MARTYNOVA, Olena (2018). Multi-criteria optimization of the Balanced Scorecard for the enterprise's activity evaluation: Management tool for business-inovations. Marketing and Management of Innovations Ed:3 p.48-58

MARQUES, Joana Brás Varanda; FREITAS, Denise de (2018). Método Delphi: caracterização e potencialidade na pesquisa em Educação. Pro-posições v. 29, n.2, p 389-415

MODAVE, Francois; GRABISCH, Michel; DUBOIS, Didier; PRADE, Henri (1997). A Choquet integral representation in multicriteria decision making. AAAI Technical Report FS-97-04 p.22-29.

MOHAGHEGHI, Vahid; MOUSAVI, Seyed Meysam; ANTUCHEVIČIENĖ, Jurgita; MOJTAHEDI, Mohammad (2019). Project Portfolio Selection Problems: A Review of models, uncertainty approaches, solutions techniques, and case studies. *Technological and Economic Development of Economy*, Volume 25 Issue 6: 1380–1412

MONTIBELLER, Gilberto; FRANCO, Alberto (2010). *Handbook of Multicriteria Analysis - Chapter 2: Multi-Criteria Decision Analysis for Strategic Decision Making*. Springer.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques (2002). *Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais*, 1ª Edição. Editora Atlas.

MOTTA, Fábio Jorge Siervo (2011). *Classificação de projetos em distribuidoras de energia elétrica no Brasil utilizando análise de decisão multicritério*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, Victor Hugo Mazon de; MARTINS, Carlos Humberto (2015). *AHP: Ferramenta Multicritério para Tomada de Decisão - Shopping Centers*, 1ª Edição, Editora Appris

PELEGRINA, Guilherme Dean; TOMAZELI, Leonardo Duarte; GRABISCH, Michel; ROMANO, João Marcos Travassos (2020). The multilinear model in multicriteria decision making: The case of 2-additive capacities and contributions to parameter identification. *European Journal of Operational Research*. Vol 282, Issue 3, p. 945-956.

QUATRIN, Bárbara Tiellet da Silva (2011). *Avaliação de Projetos de Investimento pelas Maiores Empresas Brasileiras: uma análise multivariável* - Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho.

ROSZKOWSKA, Ewa (2013). Rank Ordering Criteria Weighting Methods – A Comparative Overview. *Optimum Studia Ekonomiczne* n.5

ROY, Bernard; VINCKE, Philippe (1981). Multicriteria Analysis: survey and new directions. European Journal of Operational Research, p 207-218.

SHIMUZU, Tamio (2010). Decisão nas organizações, 3a Edição. Editora Atlas.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert (2013). Administração da Produção, 4a Edição. Editora Atlas.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir (2008). Decisões financeiras e análise de investimentos : fundamentos, técnicas e aplicações. 6a Edição. Editora Atlas

SOUZA, Paula de (2014). Utilização de práticas de orçamento de capital por grandes empresas brasileiras. Dissertação de mestrado. UFSC.

SONCINI, Patricia (2008). Modelagem Multicriterial para análise de projetos de investimento - O caso de uma distribuidora de energia. Dissertação de Mestrado. UFRGS.

WANG, M.; LIN, J. S.; LO C. Y. (2010). The Comparison Between MAUT and PROMETHEE. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Managemen

APÊNDICE 1

Modelo de convite individual para participação da pesquisa

Assunto: Suporte - Mestrado Adalberto

Olá (_____) ,

Gostaria de pedir uma ajuda para um projeto pessoal de auto-desenvolvimento. Estou na fase final do meu programa de mestrado em Engenharia de Produção e Manufatura na Unicamp, e acredito que seus conhecimentos e experiências podem contribuir no meu projeto de pesquisa.

O tema do meu trabalho é a utilização de métodos de suporte a decisão multicritério, baseado nas perspectivas do *Balanced Scorecard*, para seleção de projetos de investimentos. Idéia principal do trabalho é trazer, além dos aspectos captados pela engenharia econômica, também outros critérios, objetivos ou subjetivos, para apoiar na seleção / decisão dos melhores projetos de investimentos nas empresas.

Como o *Balanced Scorecard* também já busca de certa forma este mesmo propósito em relação ao equilíbrio de metas e indicadores voltados para estratégia e plano de negócios, o mesmo está sendo considerado como ponto de partida, e agora estou em uma fase que preciso levantar com especialistas em temas de cada perspectiva do BSC, possíveis critérios relevantes para projetos de investimentos e suas relevâncias (pesos).

Para isto estarei utilizando a técnica Delphi, que é um método estruturado para coleta anônima da opinião de especialistas. O processo consistirá em 4 *rounds*, com intervalo de aproximadamente de 1 semana entre eles, onde solicitarei algumas opiniões sobre o tema, consolidarei as opiniões dos especialistas e repetirei a interação com algum feedback sobre as diferentes opiniões.

No seu caso o foco será a Perspectiva Cliente.

Não é esperado mais do que 15 minutos para preenchimento de cada uma destas interações. As rodadas ocorreram com intervalo de aproximadamente 1 semana e o contato ocorrerá todo por e-mail.

Você estaria disposto a participar e contribuir neste trabalho ?

Desde já agradeço,

Grande Abraço.

Adalberto

APÊNDICE 2

Formulário 1a Rodada Método Delphi



APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À DECISÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)

Método Delphi - 1a Rodada (PERSPECTIVA CLIENTE)

Instrução Geral: Nesta primeira rodada de aplicação do método Delphi, o objetivo é que você e os outros especialistas indiquem **critérios** relacionados a perspectiva cliente, que possam contribuir para análise, seleção e classificação de projetos de investimentos (vide na página seguinte o que os autores Kaplan e Norton abordam sobre esta perspectiva). Trata-se de uma fase semelhante a um "Brainstorm", porém com a restrição de que o critério/aspecto indicado deve ter a possibilidade de correlação com um possível projeto de investimento (por exemplo uma máquina ou equipamento) que será avaliado, podendo este critério ser mensurável ou não-mensurável.

Antes de começar, por favor, preencha o tempo de experiência profissional e/ou acadêmica que você possui na área. (XX) anos.

Preencha na tabela abaixo no mínimo 3 e no máximo 10 critérios

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

APÊNDICE 3

Formulário 2a Rodada Método Delphi - Pág. 1 / 2



APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À DECISÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)

Método Delphi - 2a Rodada (PERSPECTIVA CLIENTE)

Instrução Geral: Para esta segunda rodada foram consolidadas as respostas e selecionados os critérios mais citados e que foram considerados com boa possibilidade de correlação com projetos de investimentos. Também algumas sugestões oferecidas foram encaminhadas para outros grupos de especialistas que vão tratar de critérios envolvendo outras perspectivas do BSC (Financeiras, Processo Interno e Aprendizagem e Crescimento). Nesta etapa você não deve se preocupar com as suas indicações da rodada anterior, provavelmente muitas delas estão aqui escritas de uma forma um pouco diferente ou conceitualmente abrangida de alguma forma, mas isto não importa agora.

A etapa atual é uma fase de "ranqueamento" dos critérios mais relevantes, portanto, agora você deve avaliar os critérios da tabela na próxima página, e classificar os 5 critérios que julgue mais importante enumerando os mesmos de 1 a 5, sendo 1 o mais importante, 2 o segundo mais importante até o 5o. Os outros critérios simplesmente não enumere. Para esta atividade, pense o que seria importante para um tomador de decisão considerar na avaliação de um projeto de investimento de acordo com a perspectiva processos internos. Uma forma de realizar esta atividade pode ser primeiro tentar identificar quais são os 5 critérios mais importantes, e depois classificá-los, porém isto não é um regra, você pode usar o método que preferir para realizar esta tarefa. Apenas não é permitido "empate" entre os critérios, se considerar por exemplo que dois critérios são absolutamente de igual importância, simplesmente escolha um em primeiro lugar e depois o outro. Aqui não existe certo ou errado, é simplesmente a sua preferência como especialista.

Uma última informação, um critério importante que apareceu em muitas indicações desta perspectiva foi o atendimento a requisitos regulatórios e legais. Por ser algo mandatório, o mesmo não se encontrará na lista abaixo, pois o mesmo foi considerado pré-requisito excludente, ou seja, se não atendido o projeto de investimento nem passará para um processo de seleção e análise.

APÊNDICE 3

Formulário 2a Rodada Método Delphi - Pág. 2 / 2



Utilize 1 para o critério mais importante, 2 para o segundo ... e assim por diante até o 5.

(Observe que nem todos critérios serão numerados, simplesmente deixe em branco os demais)

Critério	Classificação (1 a 5)
Aumento de Marketshare no segmento de atuação	
Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia	
Redução do Time to Market. (Tempo da definição do conceito / cotação até o lançamento do produto).	
Redução do Lead Time de Entrega (Tempo entre colocação do pedido até entrega ao cliente)	
Sustentabilidade com redução de resíduos, emissão de CO2.	
Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente	
Flexibilidade para variação do produto	
Melhorar acuracidade na entrega do produto ao cliente	
Redução de Variabilidade do processo (melhoria de Ppk e CpK) para melhorar repetibilidade no desempenho do produto para o cliente	

APÊNDICE 4

Formulário 3a Rodada Método Delphi - Pág. 1 / 2



APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À DECISÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)

Método Delphi - 3a Rodada (PERSPECTIVA CLIENTE)

Instrução Geral: Para esta etapa, foram consolidadas as respostas da segunda rodada e selecionados os 4 critérios mais relevantes segundo a opinião de todos os especialistas. Mais uma vez, não se preocupe com as suas escolhas da rodada anterior.

O objetivo da rodada atual é classificar agora apenas estes 4 critérios prioritários, segundo a relevância dos mesmos de acordo com sua visão (passo1), e em seguida utilizar um fator de comparação par-a-par, indicando o quanto cada critério é mais importante em relação a outro (passo 2). Com isto serão determinados os pesos destes critérios nesta perspectiva financeira. Basta seguir as orientações abaixo.

Passo 1 - Classificação dos critérios:

Copiar na **ordem de importância** que faz sentido para você, os 4 critérios abaixo, que foram considerados os mais relevantes pelos especialistas, para a **Tabela de Ranqueamento** na página seguinte:

- Aumento da Qualidade do produto percebida pelo cliente, com conseqüente redução de falhas e reclamações em garantia
- Aumento de Marketshare no segmento de atuação
- Possibilidade de ofertar melhor preço ao cliente
- Flexibilidade para variação do produto

Passo 2 - Determinação do fator de importância

Escolher o Fator de Importância do critério em relação ao critério da linha abaixo conforme tabela do fator de importância.

APÊNDICE 4

Formulário 3a Rodada Método Delphi - Pág. 2 / 2



Tabela de Ranqueamento

Ordem de Importância	Num.	Critérios (Passo 1) (Copiar critérios de acordo com sua percepção da ordem de importância)	Fator de Importância (Passo 2)
+ -	1		
	2		
	3		
	4		X

Tabela do fator de importância (para preenchimento da última coluna)

Use sempre com a interpretação referente ao critério da mesma linha em relação ao critério da linha abaixo.

Fator de Importância	Definição	Explicação
1	Igualmente Importante	Critério desta linha tem importância igual a critério da linha abaixo
2	Mais Importante	Critério desta linha claramente mais importante que o da linha abaixo
3	Extremamente mais importante	Critério desta linha extremamente mais importante do que o da linha abaixo

APÊNDICE 5

Formulário 4a Rodada Método Delphi - Pág. 1 / 2



APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SUPORTE À DECISÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO BASEADA NAS PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD (BSC)

Método Delphi - 4a Rodada (Final)

Instrução Geral: Para esta rodada, foram consolidadas as respostas da etapa anterior de todas as perspectivas do BSC (ou seja, tanto da perspectiva que você contribuiu como especialista, como também as demais). Desta forma você poderá ver como ficaram os critérios e seus respectivos pesos para cada uma das 4 perspectivas do BSC (Veja isto na Tabela 3 na última página deste material).

Agora, o objetivo desta última rodada é determinar os pesos para as próprias perspectivas entre si, ou seja, um nível acima dos critérios. O processo será semelhante ao da rodada 3 seguindo os passos abaixo:

Passo 1 - Classificação das Perspectivas:

Copiar na **ordem de importância** que faz sentido para você, as 4 perspectivas do BSC para a **Tabela de Ranqueamento** na página 2, lembrando sempre que o propósito final será apoiar um modelo multicritério para decisão sobre **projetos de investimentos** (você poderá acessar a qualquer momento a tabela 3, para se orientar em relação a quais critérios compõe cada perspectiva e com qual peso).

Não se preocupe caso julgue que 2 perspectivas tem a mesma importância, pois você terá a oportunidade de indicar isto escolhendo o fator de importância 1 no passo seguinte se for o caso. Se isto vier a ocorrer, apenas coloque uma em seguida da outra sem se preocupar com a ordem.

Passo 2 - Determinação do fator de importância

Escolher o Fator de Importância para cada perspectiva em relação a perspectiva da linha abaixo de acordo com tabela 2 de fator de importância (Valores de 1 a 3).

APÊNDICE 5

Formulário 4a Rodada Método Delphi - Pág. 2 / 2



Tabela 1 - Ranqueamento das Perspectivas do BSC

Perspectiva Financeira

Perspectiva Cliente

Perspectiva Processos Internos

Perspectiva Aprendizagem e Crescimento

Ordem de Importância	Num.	Perspectivas (Passo 1) (Copiar as perspectivas de acordo com sua percepção da ordem de importância)	Fator de Importância (Passo 2)
+  -	1		
	2		
	3		
	4		X

Tabela 2 - Fator de importância (para preenchimento da última coluna)

Use sempre com a interpretação referente a perspectiva da mesma linha em relação a perspectiva da linha abaixo.

Fator de Importância	Definição	Explicação
1	Igualmente Importante	Perspectiva desta linha tem importância igual a perspectiva da linha abaixo
2	Mais Importante	Perspectiva desta linha claramente mais importante que a da linha abaixo
3	Extremamente mais importante	Perspectiva desta linha extremamente mais importante do que a da linha abaixo