

Universidade do Minho

Departamento de Sistemas de Informação

Joana Filipa Alves Araújo

## **Priorização de Projetos de Tecnologias e Sistemas de Informação em Portfólios**

Projeto de Dissertação de Mestrado

Desenvolvido sob a orientação do

**Prof. Doutor João Quintela Alves de Sousa Varajão e Doutor  
Pedro Engrácia**

Mestrado integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de  
Informação

Outubro de 2017

## Declaração RepositoriUM

Nome: Joana Filipa Alves Araújo

N.º Cartão Cidadão /BI: 14621208      Tel./Telem.: 912835039

Correio eletrónico: joana22araujo@gmail.com

Curso: MIEGSI      Ano de conclusão da dissertação: 2017

Área de Especialização: Sistemas de Informação

Escola de Engenharia, Departamento/Centro: Escola de Engenharia, DSI

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Priorização de Projetos de Tecnologias e Sistemas de Informação em Portfólio

Título em PT: Priorização de Projetos de Tecnologias e Sistemas de Informação em Portfólio

Título em EN: Prioritization of Technology and Information Systems Projects in Portfolio

Orientador: Prof. Doutor João Varajão

Coorientador: Doutor Pedro Engrácia

N.º ECTS da Dissertação      Classificação em valores (0-20):

Classificação ECTS com base no percentil (A a F): \_\_\_\_\_

Declaro sob compromisso de honra que a dissertação/trabalho de projeto agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Universidade do Minho.

Declaro que concedo à Universidade do Minho e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha dissertação/trabalho de projeto, em suporte digital.

Concordo que a minha dissertação/trabalho de projeto seja colocada no repositório da Universidade do Minho com o seguinte estatuto (assinale um):

1. Disponibilização imediata do trabalho para acesso universal;
2. Disponibilização do trabalho para acesso exclusivo na Universidade do Minho durante o período de 1 ano, 2 anos ou 3 anos, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso universal.
3. Disponibilização do trabalho de acordo com o Despacho RT-98/2010 c) (embargo \_\_\_\_\_ anos).

Guimarães, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## Agradecimentos

A presente dissertação é o culminar de mais uma etapa que não seria possível sem o apoio de todos os que nela estiveram presentes e acreditaram em mim sem hesitar.

Desde já, é necessário salientar que, mesmo a palavra “obrigado” significando tanto, não expressa por inteiro o quanto cada uma das pessoas foi importante para mim e para a minha evolução durante este percurso.

Desafio tão grande quanto chegar até aqui, foi encontrar as palavras certas para agradecer todo o suporte e apoio que me foi dado e, através dos quais, foi possível alcançar o sucesso. Como tal, não podia deixar de salientar e agradecer particularmente:

A Deus, a quem recorri em todas as horas.

Ao Professor Doutor João Varajão, orientador da presente dissertação, pela orientação dedicada e crítica, encorajamento, disponibilidade e empatia com que recebeu as minhas ideias.

Agradeço também ao Doutor Pedro Engrácia pela oportunidade de trabalhar este tema.

Aos professores de curso, que me ajudaram a suceder ano após ano e me transmitiram o conhecimento que possuo hoje.

Aos meus amigos, que partilharam comigo todas as experiências, momentos duros de trabalho, momentos de cansaço, momentos de diversão, momentos de sucesso. Momentos esses, que nos permitiram conquistar tudo aquilo que nos fez chegar até aqui e ter a certeza de que nos manteremos juntos.

Aos meus pais, Paula Alves e Paulo Araújo, por me terem dado uma educação exemplar, por me transmitirem todos os seus princípios, por me ensinarem a ser trabalhadora, respeitadora e, sobretudo, alguém capaz de distinguir o certo do errado. Quero agradecer também por serem o meu porto seguro e me tornarem naquilo que sou hoje. Tudo vos devo.

À minha irmã, Catarina Araújo, que sempre me apoiou, que me fez crescer e me incentivou a fazer sempre melhor. Sempre foi um grande exemplo, uma verdadeira inspiração.

Ao meu namorado, Pedro Osório Silva, por ter estado sempre do meu lado, contagiando-me com a sua confiança e capacidade de acreditar que tudo é possível.

Ao meu afilhado, Santiago Gonçalves, que surgiu nesta última fase e que, desde logo, me suscitou força para continuar a lutar por tudo aquilo que quero.

À minha avó, Maria Araújo, que é onde tudo começa. Quero agradecer por me acompanhar desde sempre, desde a minha primeira palavra e festejar comigo todas as minhas vitórias de uma forma, que eu sei, mais ninguém festeja.

Sem vocês, nada seria possível.

A todos, muito obrigado!

## Resumo

A gestão de portfólio de projetos é, cada vez mais, crucial para o sucesso das organizações dada a necessidade de estas maximizarem os benefícios decorrentes dos seus investimentos.

Todas as organizações têm mais necessidades, oportunidades e iniciativas, do que a sua capacidade de as executar. Um aspeto diferenciador da gestão de portfólio é ter um processo eficaz de avaliação, seleção e priorização das propostas de projetos mais relevantes para a estratégia da empresa.

No entanto, o processo de priorização e de tomada de decisão é acompanhado, desde há já várias décadas, por uma grande complexidade, tornando-se um desafio significativo na prática da gestão de portfólios. Dada a relevância deste tema, torna-se finalidade desta dissertação a identificação e organização de técnicas de priorização de projetos para auxiliar as organizações não só a executar bem os projetos, mas também a executar os projetos certos, o que é fundamental para o sucesso.

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada a metodologia *Design Science Research*, uma vez que visa a construção de um artefacto para um problema específico, afigurando-se, assim, adequada para o alcance dos resultados esperados.

O principal resultado e contributos alcançados é um referencial que identifica e caracteriza, de forma sistemática, as abordagens, técnicas e critérios para a priorização de projetos em portfólio.

## ***Abstract***

More and more, project portfolio management has become crucial for the success of organizations given their need for maximized investment return.

Every organization has more needs, opportunities and initiatives than capabilities to execute them.

One of the distinguishing characteristics of an effective project portfolio management is the efficient evaluation, selection and prioritization of proposals suitable for the company's overall strategy.

However, the process of prioritization and decision-making has been, for decades, synonymous with a great deal of intricacy. This implies a significant amount of effort with respect to portfolio management.

Therefore, the subject of this thesis deals with the study, identification and organization of prioritization methods. These not only enhance an organization's ability to choose the right project proposals but to also execute them effectively.

The Design Science Research methodology has been used throughout this dissertation due to its abilities concerning the construction of an artifact for a specific problem thus becoming adequate for the expected results.

The output and achieved contributes is a framework that identifies and describes, in a systematical manner, the approaches, techniques and criterion for the prioritization of portfolio management.

## Índice

AGRADECIMENTOS .....	III
RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VI
ÍNDICE DE TABELAS.....	XII
SIGLAS E ACRÓNIMOS .....	XVI
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 ENQUADRAMENTO.....	1
1.2 FINALIDADE E OBJETIVOS PRINCIPAIS DA DISSERTAÇÃO .....	2
1.3 PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO.....	3
1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO .....	4
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA .....	5
2.1.1 <i>Fontes de dados e estratégia de pesquisa.....</i>	<i>5</i>
2.1.2 <i>Seleção dos artigos.....</i>	<i>7</i>
2.1.3 <i>Extração de dados e síntese .....</i>	<i>7</i>
2.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	9
2.2.1 <i>Caraterização dos projetos de Tecnologias e Sistemas de Informação .....</i>	<i>10</i>
2.2.2 <i>Caraterização de portfólios .....</i>	<i>13</i>
2.2.3 <i>Caraterização da evolução da priorização de projetos.....</i>	<i>17</i>
<b>3 COMO O SETOR PÚBLICO CONCRETIZA A PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 DEFINIÇÕES DO SETOR PÚBLICO .....	21
3.2 PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS NO SETOR PÚBLICO EM PORTUGAL .....	24
3.2.1 <i>Caraterização do estudo.....</i>	<i>24</i>
3.2.2 <i>Apresentação do questionário.....</i>	<i>25</i>
3.2.3 <i>Apresentação de resultados .....</i>	<i>26</i>
<b>4 ABORDAGENS E TÉCNICAS PARA A AVALIAÇÃO, SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS.....</b>	<b>39</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>157</b>

REFERÊNCIAS .....	159
APÊNDICE - RELAÇÃO ENTRE FONTES E CONCEITOS.....	163

## Índice de Figuras

FIGURA 1 - ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	3
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS E COMPONENTES DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO .....	10
FIGURA 3 - RELAÇÃO DA GESTÃO DE PORTFÓLIOS, PROGRAMAS E PROJETOS .....	13
FIGURA 4 - IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PORTFÓLIO .....	15
FIGURA 5 - RAZÕES DA IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PORTFÓLIOS .....	15
FIGURA 6 - "TERMO DE ABERTURA" DO PROJETO DE CONserto DE UMA PONTE SOBRE O RIO TIBRE .....	17
FIGURA 7 - TIMELINE RELATIVO AO APARECIMENTO DOS MÉTODOS DE PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	19
FIGURA 8 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: GÉNERO .....	26
FIGURA 9 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: IDADE .....	26
FIGURA 10 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: FUNÇÃO DESEMPENHADA PELO INQUIRIDO .....	27
FIGURA 11 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: GRAU ACADÉMICO DO INQUIRIDO .....	27
FIGURA 12 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: NÚMERO DE PROJETOS EM QUE OS INQUIRIDOS OCUPARAM O CARGO DE GESTOR DE PROJETO .....	29
FIGURA 13 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: FORMAÇÃO ESPECIALIZADA OU CERTIFICAÇÃO .....	29
FIGURA 14 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: NÚMERO DE COLABORADORES NA ORGANIZAÇÃO ONDE TRABALHAM OS INQUIRIDOS .....	30
FIGURA 15 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: ÂMBITO DE ATUAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO INQUIRIDO .....	30
FIGURA 16 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: ABORDAGEM/METODOLOGIA UTILIZADA NAS ORGANIZAÇÕES .....	32
FIGURA 17 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: AVALIAÇÃO DOS PROJETOS .....	34
FIGURA 18 - FREQUÊNCIA COM QUE SÃO UTILIZADAS AS TÉCNICAS E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	35
FIGURA 19 - PROCESSO DE AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE PROJETOS .....	39
FIGURA 20 - PRINCIPAIS ETAPAS E PONTOS DE DECISÃO NO PROCESSO DE GESTÃO DE PORTFÓLIO .....	40
FIGURA 21 - ABORDAGENS E TÉCNICAS ASSOCIADAS PARA A PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	41
FIGURA 22 - TÉCNICAS FINANCEIRAS .....	42
FIGURA 23 - EXEMPLO DO CÁLCULO DO VAL .....	45
FIGURA 24 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: DADOS DO PROBLEMA .....	50

FIGURA 25 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: INSERÇÃO DA FUNÇÃO .....	51
FIGURA 26 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: INSERÇÃO DOS DADOS .....	51
FIGURA 27 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: INSERÇÃO DOS ARGUMENTOS DA FUNÇÃO .....	51
FIGURA 28 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: FORMATAR CÉLULAS .....	52
FIGURA 29 - EXEMPLO DO CÁLCULO DA TIR: RESULTADO.....	52
FIGURA 30 - EXEMPLO DO CÁLCULO DO LUCRO NOMINAL .....	54
FIGURA 31 - TÉCNICAS ESTRATÉGICAS .....	55
FIGURA 32 - EXEMPLO DA TÉCNICA DE BUCKETS ESTRATÉGICOS.....	59
FIGURA 33 - PROCESSO DE CRIAÇÃO DA TABELA ESTRATÉGICA.....	61
FIGURA 34 - TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	67
FIGURA 35 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO.....	74
FIGURA 36 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	78
FIGURA 37 - EXEMPLO DO CÁLCULO VME: NÃO FICAR COM O PROJETO .....	80
FIGURA 38 - EXEMPLO DO CÁLCULO VME: FICAR COM O PROJETO .....	81
FIGURA 39 - EXEMPLO DA TÉCNICA MONTE CARLO: EVOLUÇÃO DA PROCURA (LIMITES DOS VALORES SIMULADOS E CENÁRIO BASE) .....	84
FIGURA 40 - EXEMPLO DA TÉCNICA MONTE CARLO: MÉTODO DA TRANSFORMAÇÃO INVERSA.....	85
FIGURA 41 - EXEMPLO DA TÉCNICA MONTE CARLO: DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES DO VAL DO INVESTIMENTO .....	85
FIGURA 42 - EXEMPLO DE UMA FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA UTILIZANDO A LÓGICA CLÁSSICA.....	87
FIGURA 43 - EXEMPLO DE UMA FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA UTILIZANDO A LÓGICA DIFUSA .....	88
FIGURA 44 - EXEMPLO DA TÉCNICA LÓGICA DIFUSA: FUZZYIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS DE ENTRADA X E Y, RESULTANDO NOS SEUS RESPETIVOS CONJUNTOS FUZZY E GRAUS DE PERTINÊNCIA .....	95
FIGURA 45 - EXEMPLO DA TÉCNICA LÓGICA DIFUSA: CONJUNTOS FUZZY E GRAUS DE PERTINÊNCIA DA VARIÁVEL LINGÜÍSTICA DE SAÍDA Z E RESPETIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA, PRODUZIDOS PELA APLICAÇÃO DAS REGRAS FUZZY 1, 2 E 3.....	96
FIGURA 46 - EXEMPLO DA TÉCNICA LÓGICA DIFUSA: CONJUNTO FUZZY RESULTANTE DO PROCESSO DE AGREGAÇÃO DAS REGRAS FUZZY 1, 2 E 3.....	96
FIGURA 47 - MATRIZ BCG .....	99
FIGURA 48 - MATRIZ GE/MCKINSEY.....	100
FIGURA 49 - TÉCNICAS DE MAPEAMENTO .....	100

FIGURA 50 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE BOLHAS RISCO X RETORNO .....	101
FIGURA 51 - GRID ESTRATÉGICA DAS APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO.....	102
FIGURA 52 - EXEMPLO DA TÉCNICA ÁRVORE DE DECISÃO.....	106
FIGURA 53 - MÉTODOS MULTICRITÉRIO.....	109
FIGURA 54 - PROCESSO DELPHI CLÁSSICO .....	110
FIGURA 55 - DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS .....	118
FIGURA 56 - DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA NUMA HIERARQUIA .....	119
FIGURA 57 - EXEMPLO DA TÉCNICA AHP: ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO OBJETIVO PROPOSTO .....	121
FIGURA 58 - EXEMPLO DE UMA ESTRUTURA DA REDE ANP .....	126
FIGURA 59 - SUPERMATRIZ NÃO-PONDERADA .....	128
FIGURA 60 - EXEMPLO DA TÉCNICA ANP: ESTRUTURA DE REDE .....	129
FIGURA 61 - EXEMPLO DA TÉCNICA ANP: SUPERMATRIZ NÃO-PONDERADA.....	130
FIGURA 62 - EXEMPLO DA TÉCNICA ANP: SUPERMATRIZ PONDERADA .....	131
FIGURA 63 - MODELOS DE OTIMIZAÇÃO .....	133
FIGURA 64 - EXEMPLO DO MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR: RESOLUÇÃO NO LP_SOLVE IDE.....	136
FIGURA 65 - EXEMPLO DO MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR: SOLUÇÕES OBTIDAS.....	136
FIGURA 66 - EXEMPLO DO MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO POR OBJETIVOS INTEIRA: RESULTADOS OBTIDOS	153

## Índice de Tabelas

TABELA 1 - EXTRAÇÃO DE DADOS PARA O OBJETIVO DE SUPORTE 1.....	7
TABELA 2 - EXTRAÇÃO DE DADOS PARA O OBJETIVO DE SUPORTE 2.....	8
TABELA 3 - EXTRAÇÃO DE DADOS PARA O OBJETIVO DE SUPORTE 3.....	8
TABELA 4 - EXTRAÇÃO DE DADOS PARA O OBJETIVO DE SUPORTE 4.....	8
TABELA 5 - EXTRAÇÃO DE DADOS PARA O OBJETIVO DE SUPORTE 5.....	9
TABELA 6 - TIPOS DE PROJETOS.....	12
TABELA 7 - PRINCIPAIS TEMAS DE PESQUISA DA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS.....	16
TABELA 8 - APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO: QUESTÕES .....	25
TABELA 9 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: CONJUGAÇÃO DE DADOS.....	28
TABELA 10 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: RESPONSABILIDADES/FUNÇÕES DO PMO .....	31
TABELA 11 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: COMO É REALIZADO O PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	33
TABELA 12 - RANKING DAS TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	36
TABELA 13 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: TÉCNICAS ADEQUADAS OU NÃO.....	37
TABELA 14 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO: ASPETOS PERTINENTES .....	37
TABELA 15 - EXEMPLO DO CÁLCULO DO VAL: FLUXOS DE CAIXA .....	45
TABELA 16 - EXEMPLO DA TÉCNICA PAYBACK: DADOS INICIAIS.....	47
TABELA 17 - EXEMPLO DA TÉCNICA PAYBACK: CASH-FLOW GLOBAL ACUNULADO .....	47
TABELA 18 - EXEMPLO DA TÉCNICA PAYBACK: CASH-FLOW GLOBAL (ATUALIZADO) ACUMULADO.....	49
TABELA 19 - EXEMPLO DA ANÁLISE CUSTO/BENEFÍCIO: DADOS PROJETO A.....	53
TABELA 20 - EXEMPLO DA ANÁLISE CUSTO/BENEFÍCIO: DADOS PROJETO B.....	53
TABELA 21 - EXEMPLO DA ANÁLISE CUSTO/BENEFÍCIO: RESULTADOS .....	53
TABELA 22 - EXEMPLO DA TÉCNICA BALANCED SCORECARD (MAPA ESTRATÉGICO).....	57
TABELA 23 - TÉCNICA DO INSTRUMENTO ESTRATÉGICO QUESTIONÁRIO: PARTE 1 .....	62
TABELA 24 - TÉCNICA DO INSTRUMENTO ESTRATÉGICO QUESTIONÁRIO: PARTE 2 .....	62
TABELA 25 - TÉCNICA DO INSTRUMENTO ESTRATÉGICO QUESTIONÁRIO: PARTE 3 .....	64
TABELA 26 - ESCALA .....	68
TABELA 27 - EXEMPLO DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA SCORING MODELS.....	68
TABELA 28 - EXEMPLO DE ANÁLISE DE RISCOS: MATRIZ DE PROBABILIDADE E IMPACTO .....	70

TABELA 29 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: DADOS .....	75
TABELA 30 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: CÁLCULO DAS HORAS DE ANÁLISE .....	75
TABELA 31 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: CÁLCULO DO CUSTO/HORA .....	76
TABELA 32 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: CÁLCULOS COMPLETOS.....	77
TABELA 33 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: CÁLCULO DA AMPLITUDE E $AMPLITUDE^2$ .....	77
TABELA 34 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA TORNADO: CÁLCULO DA %VARIAÇÃO .....	78
TABELA 35 - EXEMPLO DO CÁLCULO DO VALOR MONETÁRIO ESPERADO: TOTAL DE CUSTOS.....	80
TABELA 36 - EXEMPLO DO CÁLCULO DO VALOR MONETÁRIO ESPERADO: PROBABILIDADES DE SUCESSO E FRACASSO .....	80
TABELA 37 - EXEMPLO DA TÉCNICA MONTE CARLO: DADOS INICIAIS.....	82
TABELA 38 - EXEMPLO DA TÉCNICA MONTE CARLO: PROJEÇÕES DOS FLUXOS FINANCEIROS DECORRENTES DO PROJETO.....	82
TABELA 39 - EXEMPLO DA TÉCNICA LÓGICA DIFUSA: (ALTURA) CONJUNTOS FUZZY E GRAUS DE PERTINÊNCIA PARA ALGUNS VALORES DE X.....	89
TABELA 40 - EXEMPLO DA TÉCNICA LÓGICA DIFUSA: VARIÁVEIS E VALORES LINGUÍSTICOS NA ANÁLISE DE RISCOS DE UM PROJETO.....	94
TABELA 41 - EXEMPLO DA TÉCNICA ÁRVORE DE DECISÃO: TOTAL DE CUSTOS .....	105
TABELA 42 - EXEMPLO DA TÉCNICA ÁRVORE DE DECISÃO: PROBABILIDADES DE SUCESSO E FRACASSO .....	105
TABELA 43 - EXEMPLO DE UMA CHECKLIST.....	107
TABELA 44 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL - ESPECIALISTA 1.....	114
TABELA 45 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL - ESPECIALISTA 2.....	114
TABELA 46 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: MATRIZ MÉDIA A.....	115
TABELA 47 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: MATRIZ MÉDIA COM ACRÉSCIMO DA COLUNA "SOMA DAS PONTUAÇÕES" .....	115
TABELA 48 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: VALOR MÁXIMO ENTRE I E J.....	115
TABELA 49 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: MATRIZ NORMALIZADA D .....	116
TABELA 50 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: VALOR DA SOMA DE CADA UMA DAS LINHAS DA MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL .....	117
TABELA 51 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: VALOR DA SOMA DE CADA UMA DAS COLUNAS DA MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL .....	117
TABELA 52 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: CÁLCULO DOS VALORES NORMALIZADOS DE CADA LINHA.....	117

TABELA 53 - EXEMPLO DO MÉTODO DEMATEL: CÁLCULO DOS VALORES NORMALIZADOS DE CADA COLUNA .....	118
TABELA 54 - ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY .....	119
TABELA 55 - EXEMPLO DA TÉCNICA AHP: MATRIZ INICIAL.....	121
TABELA 56 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO EMPARELHADA PARA O NÍVEL 1 NORMALIZADA.....	122
TABELA 57 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: VETOR DE PRIORIZAÇÃO .....	123
TABELA 58 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA O CRITÉRIO 1 .....	123
TABELA 59 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: NORMALIZAÇÃO DA MATRIZ DO CRITÉRIO 1.....	123
TABELA 60 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 1 .....	124
TABELA 61 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 2 .....	124
TABELA 62 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 3 .....	124
TABELA 63 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 4 .....	124
TABELA 64 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 5 .....	124
TABELA 65 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 6 .....	125
TABELA 66 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 7 .....	125
TABELA 67 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: MATRIZ DE COMPARAÇÃO E PRIORIDADE LOCAL DO CRITÉRIO 8 .....	125
TABELA 68 - EXEMPLO DO MÉTODO AHP: PRIORIDADES LOCAIS E GLOBAIS.....	125
TABELA 69 - MÉTODO ANP: TIPOS DE RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS .....	127
TABELA 70 - EXEMPLO DA TÉCNICA ANP: RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS .....	130
TABELA 71 - EXEMPLO DO MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR: DADOS.....	135
TABELA 72 - PROGRAMAÇÃO INTEIRA VS. PROGRAMAÇÃO LINEAR.....	137
TABELA 73 - EXEMPLO DE UM MODELO DE OTIMIZAÇÃO LINEAR INTEIRA: RESTRIÇÕES DO PROBLEMA ....	138

TABELA 74 - EXEMPLO DE UM MODELO DE OTIMIZAÇÃO LINEAR INTEIRA: FUNÇÃO LUCRO.....	138
TABELA 75 - EXEMPLO DA TÉCNICA PROGRAMAÇÃO POR OBJETIVOS: CLASSIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS POR NÍVEIS DE PRIORIDADE .....	150
TABELA 76 - EXEMPLO DA TÉCNICA PROGRAMAÇÃO DE OBJETIVOS INTEIRA: DADOS DOS PROJETOS CANDIDATOS .....	151
TABELA 77 - EXEMPLO DA TÉCNICA PROGRAMAÇÃO DE OBJETIVOS INTEIRA: DADOS DOS PROJETOS E OBJETIVOS A SEREM ALCANÇADOS .....	152
TABELA 78 - TABELA DE APOIO À DECISÃO DAS TÉCNICAS A ADOTAR MA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS .....	156
TABELA 79 - RELAÇÃO ENTRE FONTES E CONCEITOS .....	163

## Siglas e Acrónimos

São apresentadas de seguida, as siglas e os acrónimos utilizados neste documento.

ACB	Análise Custo-Benefício
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IPMA	<i>International Project Management Association</i>
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentais
LOA	Lei Orçamental Anual
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OL	Otimização Linear
<i>PERT</i>	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PLI	Programação Linear Inteira
PLIM	Programação Linear Inteira Mista
PLIP	Programação Linear Inteira Pura
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMO	<i>Project Management Office</i>
PO	Programação de Objetivos
POI	Programação de Objetivos Inteira
PPA	Plano Plurianual
<i>RBS</i>	<i>Resource Breakdown Structure</i>
ROI	Retorno sobre Investimento
SI	Sistemas de Informação
<i>Scielo</i>	<i>Scientific Eletronic Library Online</i>
TI	Tecnologias da Informação
TIR	Taxa Interna de Rendibilidade
TSI	Tecnologias e Sistemas de Informação
VAL	Valor Atual Líquido
VME	Valor Monetário Esperado
<i>WBS</i>	<i>Work Breakdown Structure</i>

## 1 Introdução

Atuando numa sociedade dinâmica por natureza, as organizações sentem a necessidade de inovar e de realizar novos projetos que lhes proporcionem vantagens competitivas e que lhes permitam evoluir. No entanto, é um desafio constante identificar quais os projetos que são mais pertinentes, sendo o processo de priorização de projetos e de tomada de decisão complexo.

A priorização de projetos exige que seja realizada a devida avaliação das várias propostas existentes, de modo a optar pelas mais vantajosas dada a conjuntura particular da organização. É neste contexto que a presente dissertação se enquadra, tendo por finalidade procurar respostas para a questão de investigação “como identificar prioridades de projetos de tecnologias e sistemas de informação em portfólios”.

### 1.1 Enquadramento

Sendo as Tecnologias e Sistemas de Informação (TSI) um dos principais alicerces das organizações contemporâneas (Varajão, 2003), é frequente o investimento em projetos de TSI com vista à melhoria do bem-estar organizacional.

Dadas as várias alternativas que se colocam, as organizações necessitam de priorizar e de seleccionar os projetos que se revelem mais vantajosos.

Segundo Vargas (2010), a priorização de projetos resulta normalmente de uma ordenação baseada numa relação entre os custos e os benefícios de cada projeto.

Um dos desafios que se coloca quando se pretende fazer a priorização dos projetos em portfólio é a determinação do que é o *custo* e do que é o *benefício* na organização, dado que estes aspetos não assumem apenas um carácter financeiro e variam de caso para caso.

Não é, assim, viável usar um só critério para se decidir quais os projetos que devem ou não ser realizados (Vargas, 2010). Deste modo, é importante identificar um conjunto de critérios e técnicas, que ajudem a identificar as prioridades de investimento, tendo a noção de que os mesmos poderão ser aplicáveis apenas em determinados casos e sendo importante para os decisores compreender o leque de alternativas disponíveis para o fazer (Gunasekaran, Ngai, & McGaughey, 2006).

No entanto, Seguro (2013) refere que é muito comum as organizações considerarem unicamente os aspetos financeiros na avaliação de projetos, lembrando que é importante ter em conta outros critérios/técnicas, assim como as abordagens em que estas técnicas estão inseridas (Gunasekaran et al., 2006; Vargas, 2010). Deste modo, a avaliação de cada projeto será feita de uma forma mais rigorosa e completa, através de um conjunto de critérios adequado.

## **1.2 Finalidade e objetivos principais da dissertação**

Devido a restrições de várias ordens, as organizações necessitam de desenvolver processos sistemáticos de definição de prioridades de investimento para os projetos que fazem parte dos seus portfólios. Por outras palavras, devido a restrições de recursos, políticas, resultados perspetivados, risco inerente, entre outros, as organizações precisam de ser capazes de identificar os projetos que são prioritários para o negócio.

Esta dissertação tem como principal objetivo identificar as abordagens e técnicas existentes para a avaliação de projetos e descrever como poderão ser aplicadas na identificação de prioridades de projetos de tecnologias e sistemas de informação em portfólios.

Os objetivos de suporte e resultados esperados estão diretamente relacionados com o cumprimento do objetivo principal, sendo os seguintes:

- Caracterização dos projetos de TSI;
- Caracterização de portfólios de projetos;
- Caracterização da evolução da priorização de projetos ao longo do tempo;
- Identificação da forma como o setor público concretiza a priorização de projetos;
- Identificação e descrição de abordagens, técnicas e critérios para a avaliação, priorização e seleção de projetos.

### 1.3 Processo de investigação

No desenvolvimento deste trabalho foi seguida a *Design Science Research* (Vaishnavi & Kuechler, 2008), conforme a Figura 1. Esta metodologia visa construir um artefacto (por exemplo, teorias, abordagens, modelos, métodos, etc.) para um problema específico.

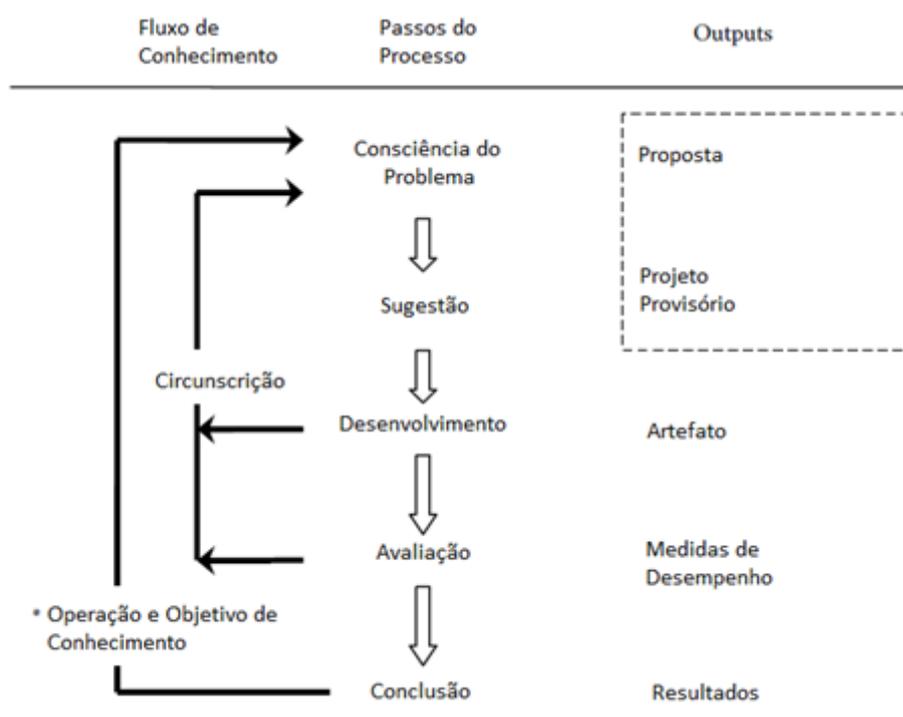


Figura 1 - Abordagem metodológica

(adaptado de (Vaishnavi & Kuechler, 2008))

O processo foi iniciado pela tomada de “consciência do problema” (Falha na informação organizada sobre técnicas para a seleção e priorização de projetos em portfólio). Neste primeiro passo avaliou-se o problema identificado e incluiu a realização de uma revisão de literatura e a caracterização do estado da arte, principalmente no que respeita a projetos de TSI, portfólios de projetos e priorização de projetos. Seguiu-se a “sugestão” de uma solução, através da proposta de um referencial de abordagens, técnicas e critérios para a avaliação, priorização e seleção de projetos (em particular, projetos de TSI). Após a sugestão da solução, seguiu-se o seu “Desenvolvimento”, em que foi criado o referencial. Na atividade de “Avaliação”, o referencial desenvolvido foi corroborado através da sua apresentação à entidade que identifica o problema. Finalmente, na “Conclusão” do trabalho foram apresentados os resultados obtidos.

#### **1.4 Organização do documento**

Na presente secção é descrita a organização deste documento.

No primeiro capítulo, Introdução, é feito o enquadramento do trabalho, apresentando-se as principais motivações, finalidade e objetivos da dissertação, assim como o Processo de investigação.

No segundo capítulo, Enquadramento Conceptual, é apresentada a estratégia de pesquisa, bem como a revisão de literatura, visando a definição dos conceitos mais relevantes para a compreensão e desenvolvimento do tema em questão.

No terceiro capítulo é apresentada a forma como o setor público concretiza a priorização de projetos.

As abordagens, técnicas e critérios para o processo da priorização de projetos são apresentadas no capítulo 4.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões, sendo analisados os resultados da pesquisa e discutidas ideias para posterior desenvolvimento.

## 2 Revisão de Literatura

Este capítulo apresenta a estratégia de pesquisa utilizada para a elaboração da revisão de literatura. São também descritos os conceitos mais relevantes para a compreensão e desenvolvimento do tema.

### 2.1 Estratégia de pesquisa

Esta secção destina-se à apresentação das fontes de dados, estratégia de pesquisa, seleção de artigos, extração de dados e síntese da revisão de literatura.

#### 2.1.1 Fontes de dados e estratégia de pesquisa

Com o intuito de se realizar uma revisão de literatura abrangente efetuaram-se consultas em diversas bases de dados e respetivos motores de busca, tendo resultado livros, artigos de revistas científicas, assim como artigos provenientes de conferências.

As bases de dados utilizadas para recolha de informação foram as seguintes:

- RepositoriUM;
- *Google Scholar*;
- *Scielo*;
- *IEEE Xplore*;
- *B-on*;

Apesar de existirem mais bases de dados e motores de busca, considera-se que a informação e os dados recolhidos são suficientemente ricos dado que foram seleccionadas bases de dados de referência.

No que diz respeito à estratégia de pesquisa, foram utilizadas expressões tais como:

#### Expressões Acessórias

- “Informação” e “*Information*”;
- “Sistemas de Informação” e “*Information Systems*”;
- “Tecnologias da Informação” e “*Information Technology*”;
- “Projetos” e “*Projects*”;

- “Projetos de Sistemas de Informação” e *“Information Systems Projects”*;
- “Projetos de Tecnologias de Informação” e *“Information Technology Projects”*;
- “Tipos de Projetos” e *“Types of Project”*;
- “Gestão de Projetos” e *“Project Management”*;
- “Gestão de Programas” e *“Program Management”*;
- “Gestão de Portfólio” e *“Portfolio Management”*;
- “Métodos de Otimização” e *“Optimization Methods”*;
- “Critérios para avaliação de projetos” e *“Criteria for project evaluation”*;

#### Expressões Foco

- “Priorização de Projetos” e *“Project Prioritization”*;
- “Abordagens para priorização de projetos” e *“Approaches for prioritizing projects”*;
- “Técnicas para priorização de projetos” e *“Techniques for prioritizing projects”*;
- “Priorização de Projetos no Setor Público” e *“Prioritization of Projects in the Public Sector”*.

Em alguns casos foi necessário recorrer a termos mais específicos, dado que, com as expressões iniciais não surgiram os resultados esperados. Por exemplo, no que diz respeito às técnicas de priorização de projetos, em alguns casos, foi necessário pesquisar técnicas de forma isolada, para obter mais detalhes acerca da sua utilização, enquanto outras estavam já descritas detalhadamente em artigos resultantes de expressões mais abrangentes como “Técnicas de Priorização de Projetos”. Assim sendo, foi utilizada a pesquisa avançada em alguns motores de busca, selecionando “título” ou “title” para pesquisar por título, podendo ainda adicionar-se mais campos utilizando expressões lógicas.

A pesquisa foi realizada no período de setembro a dezembro de 2016.

### 2.1.2 Seleção dos artigos

Inicialmente foi realizado um primeiro refinamento através da leitura do título e do *abstract*, sendo as referências classificadas em três “pilhas” com a classificação: muito importantes; potencialmente importantes; e não importantes. Num segundo refinamento, foi efetuada uma leitura rápida dos artigos resultantes do processo anterior.

Assim sendo, foram considerados artigos, livros, entre outros trabalhos que:

- Definiram a importância da informação como recurso para a tomada de decisão;
- Abordassem a gestão de projetos;
- Caracterizassem projetos de TSI;
- Definiram portfólios e a sua importância para as organizações;
- Abordassem a história da gestão de projetos;
- Identificassem e descrevessem as abordagens, técnicas e critérios para a avaliação, seleção e priorização de projetos;
- Caracterizassem a priorização de projetos no setor público.

Os dois últimos grupos são o foco do presente trabalho, sendo os restantes aspetos necessários para suportar o enquadramento da investigação.

### 2.1.3 Extração de dados e síntese

Nesta secção é descrito em detalhe o processo de extração de dados. Nas Tabelas 1 a 5 é identificado o número de artigos selecionados e utilizados relativamente a cada objetivo de suporte. Em alguns casos, a mesma referência foi utilizada em mais do que um objetivo de suporte.

Tabela 1 - Extração de dados para o objetivo de suporte 1

<b>Objetivo de Suporte 1: “Caraterização dos projetos de TSI”</b>	
Número total de artigos selecionados	17
Número de artigos utilizados	14
Número de artigos não utilizados	3

<b>Objetivo de Suporte 1: “Caraterização dos projetos de TSI”</b>	
Expressões utilizadas como estratégia de pesquisa	<p>“Informação” e “<i>Information</i>”</p> <p>“Sistemas de Informação” e “<i>Information System</i>”</p> <p>“Tecnologias da Informação” e “<i>Information Technology</i>”</p> <p>“Projetos” e “<i>Projects</i>”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “Projetos de Sistemas de Informação” e “<i>Information Systems Projects</i>”;</li> <li>- “Projetos de Tecnologias de Informação” e “<i>Information Technology Projects</i>”</li> </ul> <p>“Tipos de Projeto” e “<i>Project Types</i>”</p>

Tabela 2 - Extração de dados para o objetivo de suporte 2

<b>Objetivo de Suporte 2: “Caraterização de portfólios de projetos”</b>	
Número total de artigos selecionados	12
Número de artigos utilizados	7
Número de artigos não utilizados	5
Expressões utilizadas como estratégia de pesquisa	<p>“Portfólio” e “<i>Portfolio</i>”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “Gestão de Projetos” e “<i>Project Management</i>”</li> <li>- “Gestão de Programas” e “<i>Program Management</i>”</li> <li>- “Gestão de Portfólio” e “<i>Portfolio Management</i>”</li> </ul>

Tabela 3 - Extração de dados para o objetivo de suporte 3

<b>Objetivo de Suporte 3: “Caraterização da evolução da priorização de projetos”</b>	
Número total de artigos selecionados	9
Número de artigos utilizados	9
Número de artigos não utilizados	0
Expressões utilizadas como estratégia de pesquisa	“Evolução da Gestão de Projetos” e “ <i>Evolution of Project Management</i> ”

Tabela 4 - Extração de dados para o objetivo de suporte 4

<b>Objetivo de Suporte 4: “Identificação da forma como o setor público concretiza a priorização de projetos”</b>	
Número total de artigos selecionados	2
Número de artigos utilizados	2
Número de artigos não utilizados	0
Expressões utilizadas como estratégia de pesquisa	“Priorização de Projetos no Setor Público” e “ <i>Prioritization of Projects in the Public Sector</i> ”

Tabela 5 - Extração de dados para o objetivo de suporte 5

<b>Objetivo de Suporte 5:</b> "Identificação e descrição de abordagens, técnicas e critérios para a avaliação, priorização e seleção de projetos"	
Número total de artigos selecionados	42
Número de artigos utilizados	34
Número de artigos não utilizados	8
Expressões utilizadas como estratégia de pesquisa	<p>"Priorização de Projetos" e "Project Prioritization"</p> <p>"Abordagens para priorização de projetos" e "<i>Approaches for prioritizing projects</i>"</p> <p>"Técnicas para priorização de projetos" e "<i>Techniques for prioritizing projects</i>"</p> <p>"Critérios para avaliação de projetos" e "<i>Criteria for project evaluation</i>"</p> <p>"Métodos de Otimização" e "<i>Optimization Methods</i>"</p>

Assim, pode concluir-se que, inicialmente, foram recolhidos setenta e oito (78) artigos e, após a leitura mais detalhada e análise dos documentos foram utilizados sessenta e um (61) (sem considerar a utilização repetida de documentos para diferentes objetivos de suporte), os quais foram considerados mais importantes para a realização da revisão de literatura.

Os autores base para o desenvolvimento de cada subtema/objetivo de suporte são apresentados na secção Anexos.

## 2.2 Revisão de Literatura

A fim de produzir boa base concetual adequada para o posterior desenvolvimento desta dissertação, foi necessário realizar uma análise rigorosa de bibliografia de modo a acompanhar os desenvolvimentos que foram surgindo e tomar consciência do atual panorama da área que está a ser estudada. Assim sendo, nesta secção são apresentados os conceitos mais relevantes para o trabalho, tendo por base a informação pertinente encontrada.

### 2.2.1 Caracterização dos projetos de Tecnologias e Sistemas de Informação

Na sociedade pós-industrial, a informação assume um papel fundamental, não sendo apenas um recurso, mas “o recurso” (Moresi, 2000). Nas palavras de Barreto (Barreto, 1994), “A informação sintoniza o mundo.”

De acordo com o autor, associada ao conceito de ordem e de redução de incerteza, a informação é capaz de recolocar questões sobre a sua natureza, o seu conceito e os benefícios que pode trazer ao indivíduo no seu relacionamento com o mundo em que vive.

No entanto, segundo Tereza Ferreira e Valmira Perucchi (2011), um dos maiores problemas enfrentados pelas organizações está em saber lidar com a informação, dado que todo o seu fluxo requer uma grande capacidade de gestão.

É neste contexto que os SI surgem, correlacionando os objetivos organizacionais e componentes, como informação, práticas de trabalho, recursos humanos e TI (Campos Filho, 1994) (Figura 2).



Figura 2 - Representação dos elementos e componentes de um Sistema de Informação

(adaptado de (Campos Filho, 1994))

Segundo Campos Filho (1994), os SI aparecem como uma combinação estruturada de informação, recursos humanos, tecnologias da informação e práticas de trabalho, organizados de forma a permitir atender, da melhor maneira possível, os objetivos da organização. Varajão (2003) refere que é um grande desafio assegurar que o SI é gerido de um modo consistente com os seus objetivos globais pois, como o próprio autor faz entender, o sucesso de uma organização não se alcança apenas pelo facto de possuir um SI que suporte devidamente as suas necessidades de informação num dado momento.

Considerando que o sucesso das organizações é, cada vez mais, o resultado da capacidade da gestão das pessoas e da informação (Varajão, 2003), as TI adquirem grande destaque. Caracterizadas como sendo responsáveis pelo aparecimento de novos caminhos, por alargarem horizontes, por criarem novas oportunidades e ameaças, revolucionarem e reescreverem os modos tradicionais de conduzir os negócios, Varajão (2003) identifica as TI como sendo instrumentos “*poderosos*” e “*imprescindíveis*” que conduzem ao sucesso e ao posicionamento competitivo organizacional, quando geridas corretamente.

A cada dia que passa torna-se mais claro que sem uma utilização eficiente e eficaz das TI, as organizações não podem ser competitivas ou rentáveis e que, em muitos casos, é a sua própria sobrevivência que depende dessa capacidade (Varajão, 2003).

Assim, sendo as TSI um dos principais alicerces das organizações contemporâneas (Varajão, 2003), é frequente o investimento em projetos de TSI com vista à melhoria do bem-estar organizacional.

Segundo Munns e Bjeirmi (1996), um projeto pode ser considerado como a realização de um objetivo específico, que envolve várias atividades e tarefas, consumindo recursos para a concretização das mesmas.

O PMI (2013) caracteriza um projeto como um empreendimento temporário e com um objetivo único. Temporário porque cada projeto tem um início e um fim bem definidos, estando finalizado quando os objetivos são alcançados ou quando é cancelado. Único porque os projetos envolvem o desenvolvimento de algo que nunca foi feito antes, sendo o produto ou serviço produzido de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes.

No âmbito de SI, existe uma grande variedade de tipos de projetos que podem ser realizados (Cadle & Yeates, 2008).

Artto e Dietrich (2004) justificam a divisão de tipos de projeto com a importância estratégica que cada projeto possui. Segundo os autores, “(...) each type typically requires different management approaches.”

Torna-se, assim, importante perceber as características dos diferentes tipos de projeto, de forma a ser possível realizar uma gestão de projeto consciente e consonante com as suas características particulares (Gonçalves, Cruz, & Varajão, 2008).

Como é possível verificar-se na Tabela 6, dependendo dos autores, são identificados diferentes tipos de projetos.

Tabela 6 - Tipos de projetos

Autor(es)	Tipos de projeto
(Cadle & Yeates, 2008)	<i>Software development projects</i> <i>Package implementation projects</i> <i>System enhancement projects</i> <i>Consultancy and business analysis assignment</i> <i>Systems migration projects</i> <i>Infrastructure projects</i> <i>Outsourcing (and in-sourcing) projects</i> <i>Disaster recovery projects</i> <i>Smaller Information Systems projects</i>
(Gonçalves et al., 2008)	Projetos de desenvolvimento de <i>software</i> à medida ( <i>custom development</i> ) Projetos de desenvolvimento por produto (COTS) Projetos híbridos
(Liberato, Varajão, & Martins, 2015)	<i>Development</i> <i>Requirements Definition</i> <i>Ongoing Maintenance</i> <i>Corretive Maintenance</i>

De acordo com Flávio Costa (2006), o ciclo de elaboração de estratégias, ação, análise de viabilidade, projeto e implementação, é repetido para cada novo projeto de mudança organizacional, o que afirma revelar-se um aumento expressivo da complexidade da gestão dos projetos. Neste sentido, o autor evidencia que é necessária uma coordenação entre os diversos projetos de iniciativas estratégicas da empresa de forma a tornar a ação o mais próxima possível da intenção, obtendo melhores resultados.

É então necessário promover (Costa, 2006):

- O alinhamento entre iniciativas;
- O alinhamento das iniciativas com a estratégia da empresa;
- Obtenção de resultados próximos aos esperados;
- Reconhecimento da dinâmica da mudança.

## 2.2.2 Caracterização de portfólios

O cenário competitivo onde as organizações atuam requer que estas possuam um modelo de gestão que proporcione diferenciais de competitividade e agreguem valor ao seu negócio (Rocha & Negreiros, 2009). Segundo os autores, o caráter singular dos projetos permite que o seu resultado único tenha melhores condições, tornando-se potenciais promotoras da organização para novos cenários e patamares competitivos. No entanto salientam que, mesmo obtendo-se a excelência na forma como se faz a gestão de cada projeto, com todos os seus requisitos de âmbito, custo, prazo e qualidade alcançados, não é garantido o sucesso a nível organizacional.

Assim, é colocada a seguinte questão:

*“(...) o êxito de cada projeto, isoladamente, mesmo que possua e realize sua estratégia própria, alcançando todos os seus requisitos, é o bastante para ser traduzido em melhores resultados para o negócio da organização?” (Rocha & Negreiros, 2009)*

Em organizações maduras, a gestão de projetos insere-se num contexto mais amplo, que é orientado pela gestão de programas e gestão de portfólios (PMI, 2013) (Figura 3).

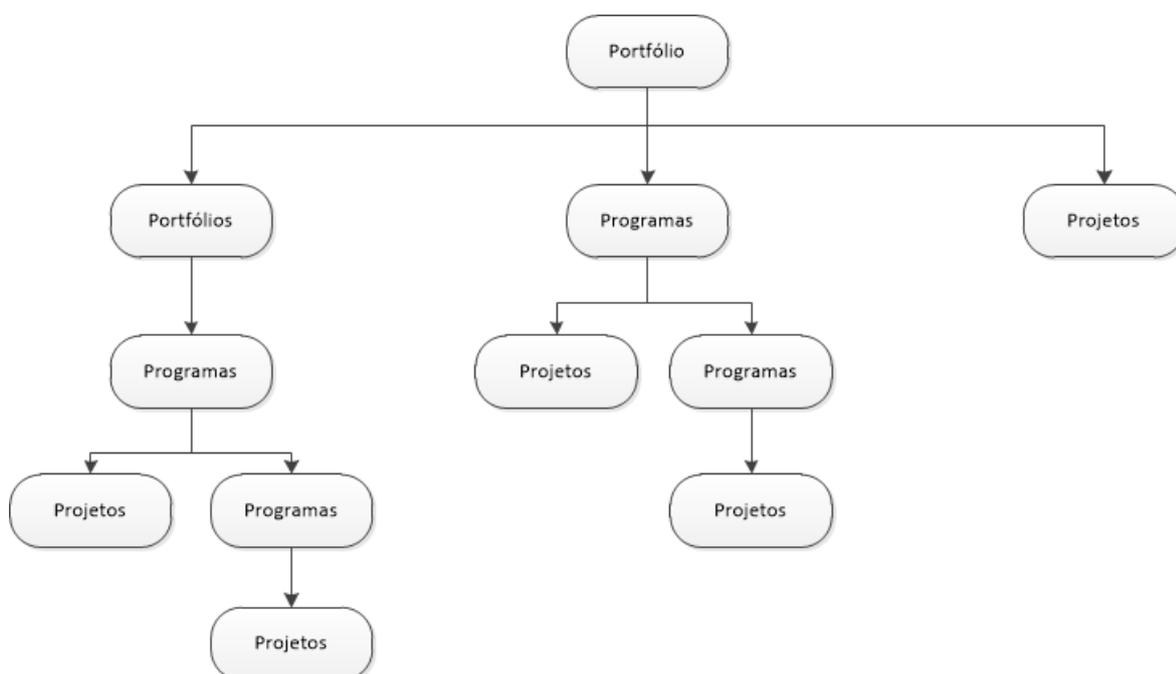


Figura 3 - Relação da gestão de portfólios, programas e projetos

(adaptado do (PMI, 2013))

Segundo o PMI (2013), um portfólio refere-se a uma coleção de projetos ou programas e outros trabalhos que são juntamente agrupados para facilitar uma gestão eficaz e, assim, atingir os objetivos estratégicos do negócio.

O campo da gestão de portfólio no âmbito de negócios surge na década de 1950 (De Castro & de Carvalho, 2010).

A gestão de portfólio é um processo de decisão dinâmico no qual a lista de negócios de projetos de novos produtos e Investigação e Desenvolvimento é constantemente atualizada e revista (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 1999). Segundo os autores, uma gestão eficaz do portfólio é vital para o êxito da inovação de produtos.

De acordo com a pesquisa realizada por Cooper (2000), a gestão de portfólio ganha destaque por várias razões:

- Maximizar o retorno sobre I&D e gastos em tecnologia;
- Manter a posição competitiva da empresa;
- Alocar adequadamente recursos escassos;
- Criar a ligação entre a seleção de projetos e a estratégia empresarial;
- Alcançar um foco mais forte;
- Obter o justo equilíbrio de projetos e investimentos;
- Comunicar as prioridades do projeto tanto vertical como horizontalmente dentro da organização;
- Proporcionar maior objetividade na seleção de projetos.

Carvalho e Rabechini (2006) no seu estudo procuram identificar a percepção da importância da gestão de portfólio para os departamentos das organizações (Figura 4) e os motivos pelos quais as empresas são levadas a fazer a gestão do portfólio (Figura 5).

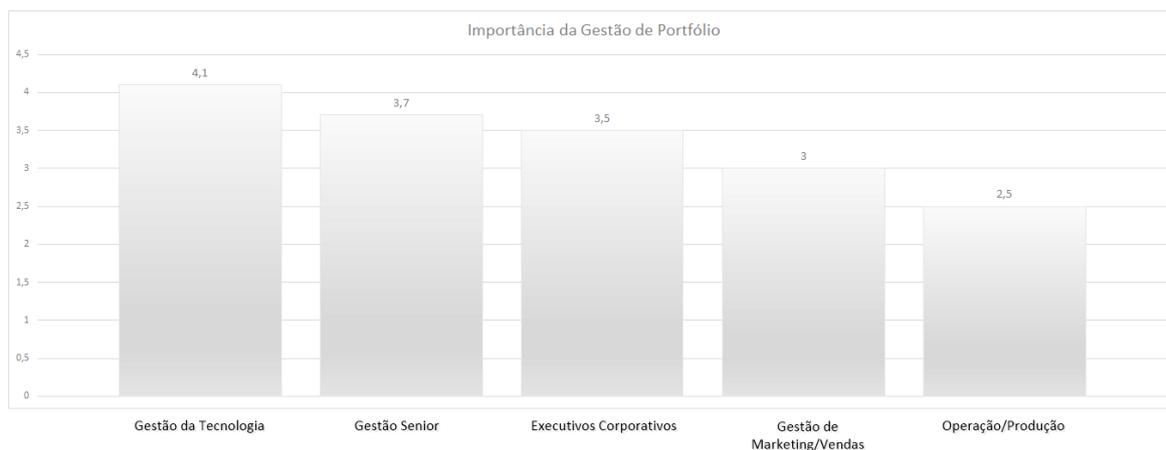


Figura 4 - Importância da gestão de portfólio  
(adaptada de (Carvalho & Rabechini Junior, 2006))

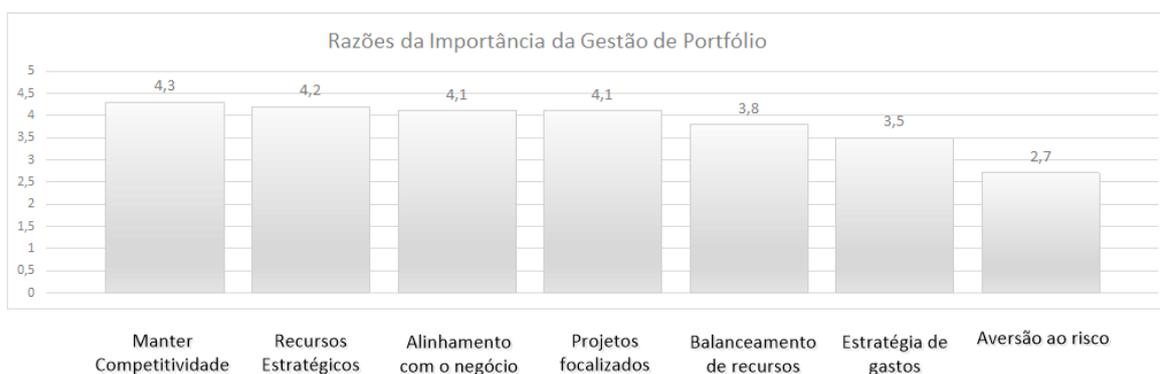


Figura 5 - Razões da Importância da gestão de portfólios  
(Carvalho & Rabechini Junior, 2006)

Também Cooper (1999) justifica tal importância, salientando que a gestão de portfólio é fazer escolhas estratégicas, é fazer a alocação de recursos, é lidar com as questões críticas de balanceamento de recursos disponíveis com o número de projetos, e é ainda tratar das escolhas de novos produtos e tecnologias que determinam o que o negócio será no futuro.

Os temas principais em que a pesquisa da gestão de portfólio de Reyck, Grushka-Cockayne, Lockett, Calderini, Moura e Sloper (2005) projetos foi desenvolvida são os seus objetivos e âmbito, as suas pré-condições, os seus elementos-chave, o seu impacto nas organizações e os problemas dentro das organizações, provocados pela ausência dos seus processos. Na Tabela 7, é apresentada a descrição de todos esses aspetos.

Tabela 7 - Principais temas de pesquisa da gestão de portfólio de projetos

Fonte: (De Reyck et al., 2005)

<b>Objetivos e Âmbito</b>	Definir metas e objetivos Perceber, aceitar e negociar Identificar, eliminar, minimizar e diversificar o risco Monitorizar a performance do portfólio Estabelecer confiança em atingir o objetivo desejado
<b>Pré-condições</b>	Estratégia Organizacional Envolvimento dos líderes empresariais Aptidões da equipa
<b>Elementos-chave</b>	Vista centralizada do portfólio de projetos Análise Financeira Análise do risco Interdependências Priorização, alinhamento e seleção Restrições Reavaliação dinâmica do portfólio Necessidade de <i>software</i> especializado
<b>Impacto nas organizações</b>	Maximizar o valor dos investimentos em TI ao mesmo tempo que minimizam o risco Melhorar a comunicação e o alinhamento entre TI e líderes empresariais Encorajar os líderes empresariais a atuarem como colegas da equipa, permitindo aos encarregados do planeamento alocar recursos de forma mais eficiente e para terminar projetos
<b>Problemas dentro das Organizações</b>	<p><b>Falta de Processos e ferramentas para a gestão de portfólio de projetos:</b></p> Muitos projetos ativos Projetos que não agregam valor Projetos não vinculados a metas estratégicas
	<p><b>Outros problemas:</b></p> Falta de coordenação entre os projetos Objetivos do projeto em conflito Privação inesperada de recursos Atraso na entrega de projetos Falta de empenho dos líderes empresariais Falta de trabalho multifuncional Deceção com os benefícios finais do projeto Resistência à mudança organizacional

No processo de gestão de portfólio é feita a avaliação, seleção e priorização de novos projetos, sendo possível acelerar, eliminar ou despriorizar projetos existentes realocando os recursos utilizados (Cooper et al., 1999).

### 2.2.3 Caracterização da evolução da priorização de projetos

Embora a abordagem ao tema gestão de projetos seja relativamente recente, vários estudos mostram que, mesmo de forma rudimentar, os projetos têm vindo a ser realizados praticamente desde o início da civilização, dado que muitos empreendimentos que surgem do ser humano, de certa forma, podem ser considerado um projeto (Valle, 2015).

Valle (2015) relembra que nas civilizações antigas, a maioria dos grandes projetos eram relacionados com construções grandiosas, como as pirâmides do Egito, a Muralha da China, o Coliseu de Roma e o Parthenon, tendo normalmente como motivação a religião e a obtenção/manutenção do poder mas, praticamente, sem qualquer rigor quanto ao cumprimento de prazos e custos. No entanto, o autor salienta que diversos documentos daquela época, preservados até hoje, mostram que alguns princípios da gestão de projetos já então eram seguidos (Figura 6).



Figura 6 - "Termo de Abertura" do projeto de conserto de uma ponte sobre o Rio Tibre

Fonte: (Valle, 2015)

*“E é irónico pensar que somente o “termo de abertura” de um projeto daquela época pesava mais de uma tonelada” (Valle, 2015).*

De acordo com o autor, ao longo da história, o desenvolvimento e a sistematização dos conhecimentos relacionados com a gestão de projetos têm sido impulsionados por fatores como guerras, forças económicas, desenvolvimento tecnológico e projetos em grande escala de órgãos governamentais.

Valle (2015) destaca como marcos importantes para a gestão de projetos:

- A perspetiva de **Frederick Taylor** - o trabalho poderia ser melhorado se as suas partes elementares fossem isoladas;
- Os gráficos de **Henry Gantt** - priorizou o estudo da ordem das operações na construção de navios para a Marinha norte-americana durante a Primeira Guerra Mundial;
- O aparecimento dos **diagramas de rede** (gráficos de *Pert*);
- O método do **caminho crítico** e **sistemas de controlo** de custos e cronogramas;
- O surgimento do ***Project Management Institute*** e do ***International Project Management Association***: que possibilitaram o reconhecimento, aprimoramento e a sistematização dos conhecimentos considerados como boas práticas, potenciando a aplicação do conhecimento, competências, ferramentas e técnicas às atividades do projeto.

No intuito de serem capazes de atingir determinados benefícios e controlo, as organizações começam a gerir os projetos de forma centralizada, ou seja, deixam de gerir os projetos individualmente e passam a gerir portfólios e programas (Valle, 2015).

Tomar decisões sobre os projetos, assume assim, um papel crucial para as organizações, ocorrendo frequentemente a todos os níveis, influenciando diretamente a performance da organização (Kladis & de Freitas, 1995).

Nos últimos anos, é possível verificar-se um crescente interesse das organizações na adoção de uma metodologia formal de apoio à decisão, com o intuito de permitir que uma decisão importante esteja amparada por análises consistentes e racionais (Coitinho, 2007).

Na Figura 7, é apresentada a ordem cronológica em que foram surgindo as principais técnicas para o processo de priorização de projetos e tomada de decisão, que foram desenvolvidas até ao momento atual. Estas e outras técnicas são explicadas no Capítulo 4.

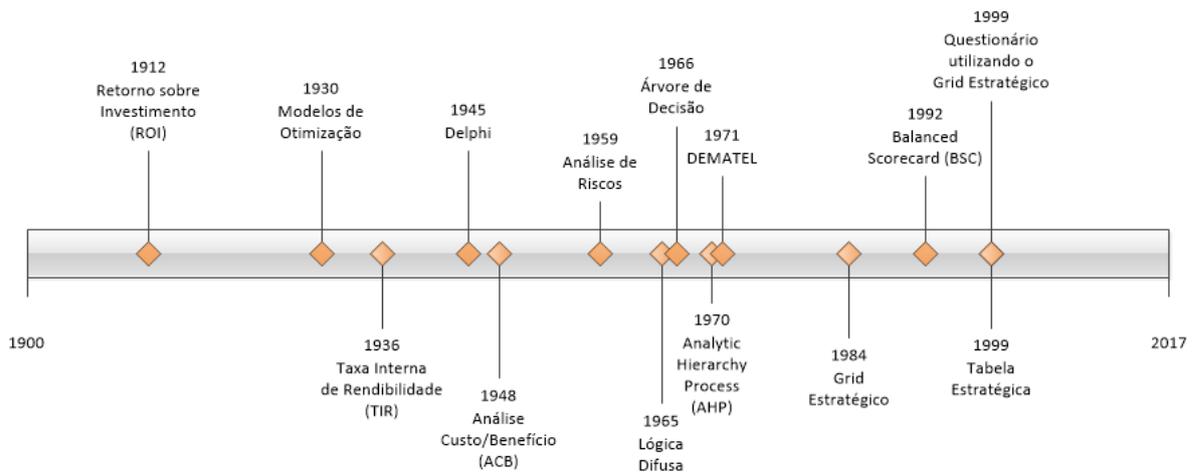


Figura 7 - *Timeline* relativo ao aparecimento dos métodos de priorização de projetos

Nos últimos anos, os decisores passaram a não se preocupar apenas com implicações financeiras, estando os métodos multicritério a ganhar importância devido à sua capacidade inerente para julgar diferentes cenários alternativos para a seleção da melhor alternativa possível (Rodney & Sherif, 2002).



### 3 Como o setor público concretiza a priorização de projetos

#### 3.1 Definições do setor público

David Wirick (2011) distingue alguns tipos de organizações públicas, entre os quais:

“Algumas organizações do setor público podem ser definidas como empresas públicas que são responsáveis pela prestação de serviços de forma autossustentada. Estes incluem entidades municipais que fornecem água, água de esgoto, esgoto e outros serviços.”

“Outras organizações do setor público podem ser descritas como apenas de caráter quasi-público. Exemplos dessas organizações são as universidades apoiadas pelo Estado, que recebem dos estados em que se encontram uma percentagem cada vez menor dos seus fundos operacionais.”

“Algumas organizações do setor público prestam serviços diretos ao público, embora esses serviços estejam a ser cada vez mais terceirizados. Um bom exemplo é a provisão de serviços de saúde mental por parte das instituições estatais.”

“Outras agências do setor público estabelecem padrões para as indústrias ou executam a regulação económica. Comissões de serviço público nos níveis federal e estadual fixaram taxas para fornecedores de gás, eletricidade e telecomunicações.”

“Algumas organizações do setor público também são responsáveis por assegurar que outras agências cumpram o conjunto de leis, regras e requisitos de processo que foram aplicados às agências do setor público. Essas organizações exercem supervisão formal e informal de outras agências e podem estabelecer requisitos para a operação da agência.”

*(Wirick, 2011)*

Apesar de apresentar diferentes tipos de organizações do setor público, Wirick (2011) salienta que partilham algumas características, nomeadamente no que diz respeito à gestão dos seus projetos.

No setor privado, os gestores de projetos assumem que o seu trabalho é mais procurado que nos projetos do setor público, e que os seus projetos são mais complexos, sujeitos a uma supervisão mais rígida por parte da administração. No entanto, Wirick (2011) explica que, em vários casos, é mais fácil cumprir resultados no setor privado do que no setor público.

Os projetos do setor público podem ser mais difíceis que muitos projetos do setor privado porque (Wirick, 2011):

- Operam num ambiente de objetivos e resultados frequentemente conflituosos;
- Envolvem muitos *stakeholders*, com interesses variados;
- Devem apelar interesses políticos e operar sob escrutínio das media;
- São pouco tolerantes a falhas;
- Operam em organizações que muitas vezes têm dificuldade em identificar medidas de resultado e missões;
- São executados obrigatoriamente sob restrições impostas por regras administrativas e políticas, assim como processos frequentemente pesados que podem atrasar projetos e consumir recursos dos mesmos;
- Requerem a cooperação e o desempenho de agências fora da equipa do projeto para compra, contratação e outras funções;
- Devem trabalhar com os recursos de pessoal existente mais frequentemente do que projetos do setor privado, por causa de proteções de serviço civil e sistemas de contratação;
- São realizados em organizações que podem não estar confortáveis ou habituadas com a ação dirigida a projetos;
- São realizados num ambiente que pode incluir adversários políticos.

Assim, na priorização de projetos, Jayme, Perrone, Monteiro, Torres e Eichmann (2006), afirmam que, para além dos critérios mais comuns como objetivos do negócio, impacto financeiro, viabilidade (disponibilidade de recursos) e riscos, são utilizados

também outros critérios considerando que o resultado final está relacionado com impacto social. Os autores apresentam então os seguintes exemplos:

- **Impacto/ Relevância Social:** solução de problemas/questões de natureza urbana, ambiental, social e económica que afetam a população e a cidade;
- **Urgência:** está associada à necessidade de curto prazo e relacionada ao risco/insalubridade à população, desgaste político de alta proporção (perda de credibilidade) e gastos futuros;
- **Sobrevivência de Serviços Essenciais à Cidade e à População:** garantir a continuidade com qualidade, atendendo à procura manifestada ou a necessidades;
- **Inovação:** representam projetos ou ações de inovação técnica ou produtos voltados à próxima geração que agregam valor diferencial e de sustentabilidade à cidade;
- **Viabilidade Política:** capacidade política (alianças) de produzir, operacionalizar e sustentar o projeto.

Jayme, Perrone, Monteiro, Torres e Eichmann (2006) acrescentam ainda que, saber selecionar o melhor portfólio num conjunto de projetos e programas nas mais diversas áreas é uma árdua tarefa e, por isso, ressaltam que os procedimentos de seleção e priorização no setor público são orientados por um conjunto de instrumentos legais que regulam o processo, tendo como referência o Plano de Governo, que definem como um documento de base teórico-concetual que serve como suporte para apresentação de propostas transformadoras da gestão pública nas esferas municipal, estadual e federal e das diretrizes de desenvolvimento.

No Brasil, os principais instrumentos são (Jayme et al., 2006):

- **Plano Plurianual (PPA)**, que define os objetivos estratégicos e organiza o Plano de Governo com Programas, metas e indicadores para um período de quatro anos. Este período corresponde a três anos da gestão que aprova o PPA e ao primeiro ano da próxima gestão;
- **Lei de Diretrizes Orçamentais (LDO)**, que estabelece metas fiscais e prioridades;
- **Lei Orçamental Anual (LOA)**, que provê recursos para execuções das ações necessárias ao alcance das metas anuais do Plano do Governo.

Não esquecendo o orçamento, os autores salientam ainda que este é classificado por programas e é um instrumento de organização da ação governamental que visa a concretização dos objetivos pretendidos, sendo mensurados por indicadores estabelecidos no PPA.

Em geral, a existência de todos estes instrumentos colabora para a maior transparência da gestão pública, mas não são garantia de se obter o melhor portfólio de programas e projetos, com o melhor resultado e o maior impacto social possível, devido aos programas e projetos serem tratados sectorialmente, muitas vezes com falta de uma visão sistémica do conjunto (Jayme et al., 2006). Esta situação decorre de vários aspetos, mas os autores destacam a necessidade de aprimorar continuamente a capacidade de governar que afirmam decorrer da existência de um processo sistematizado de identificação das necessidades do cidadão, de um sistema de informação que subsidie a tomada de decisão, do desenvolvimento da competência de planear inter sectorialmente, de mecanismos de avaliação e controlo de resultados, do desenvolvimento de competências de gestão do nível executivo do setor público, e de arranjos adequados da estrutura orgânica e funcional de órgãos e secretarias.

## **3.2 Priorização de Projetos no setor público em Portugal**

### **3.2.1 Caraterização do estudo**

De forma a obter informação atualizada sobre as práticas na administração pública, foi enviado a diversas organizações um questionário para identificar as técnicas utilizadas no processo de seleção e priorização de projetos em portfólio.

### 3.2.2 Apresentação do questionário

Assim sendo, o questionário foi estruturado conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Apresentação do questionário: questões

Secção	Questões
Caraterização do respondente e caraterização da organização em que trabalha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Género;</li> <li>- Idade;</li> <li>- Função desempenhada;</li> <li>- Grau académico;</li> <li>- Anos de experiência em gestão de projetos;</li> <li>- Número de vezes que assumiu o papel de gestor de projeto;</li> <li>- Formação especializada ou certificação em gestão de projetos;</li> <li>- Número de colaboradores na organização em que trabalha;</li> <li>- Âmbito de atuação da organização;</li> <li>- Certificações da organização;</li> <li>- Existência de um PMO na organização;</li> <li>- Funções e responsabilidades do PMO.</li> </ul>
Caraterização da Gestão de Projetos praticada na organização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordagem/Methodologia utilizada;</li> <li>- Modelo de Maturidade de gestão de projetos;</li> <li>- Aplicação informática para suporte da gestão de projetos.</li> </ul>
Caraterização do processo de priorização de projetos em portfólio na organização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicas de priorização de projetos utilizadas;</li> <li>- Utilização de diferentes técnicas consoante o projeto em questão;</li> <li>- Frequência de utilização das técnicas;</li> <li>- Técnicas utilizadas para além das referenciadas;</li> <li>- Utilização adequada das técnicas na organização;</li> <li>- Outros aspetos considerados pertinentes.</li> </ul>

No questionário foram incluídos vários tipos de questões, entre os quais:

- Questões fechadas, onde foram apresentadas alternativas de resposta aos inquiridos, ou seja, foi apresentada uma lista onde o inquirido teve de identificar a resposta que pretendia dar.

- Questões abertas, possibilitando aos inquiridos respostas livres.

A distribuição do questionário foi realizada através da *eSPap*, no período de outubro de 2016 a outubro de 2017.

### 3.2.3 Apresentação de resultados

No questionário foram obtidas 10 respostas, as quais são apresentadas e analisadas resumidamente de seguida.

#### 1) Perfil do respondente e caracterização da organização em que trabalha

Esta secção pretendeu conhecer melhor o perfil do respondente e a organização onde trabalha.

##### 1.1) Género

A pergunta inicial teve como objetivo identificar o género do inquirido. Como é possível observar-se na Figura 8, maioritariamente, os inquiridos foram do género masculino.

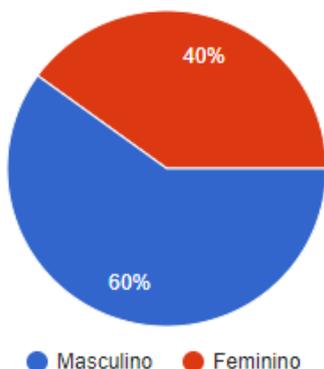


Figura 8 - Apresentação de resultados do questionário: género

##### 1.2) Idade

Confere o gráfico da Figura 9, a maior parte dos respondentes, têm idades acima dos 50 anos, o que sugere que são maioritariamente pessoas experientes, com conhecimentos mais aprofundados sobre o assunto.

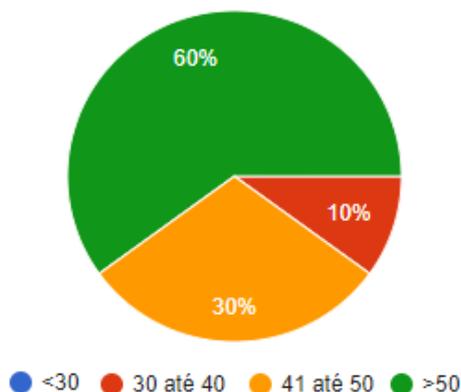


Figura 9 - Apresentação de resultados do questionário: idade

### 1.3) Função desempenhada pelo inquirido atualmente

Na Figura 10 pode observar-se que cinco dos inquiridos, ou seja, 50% das pessoas que responderam a este questionário, desempenham o papel de gestor de projetos, 20% desempenha a função de PMO.

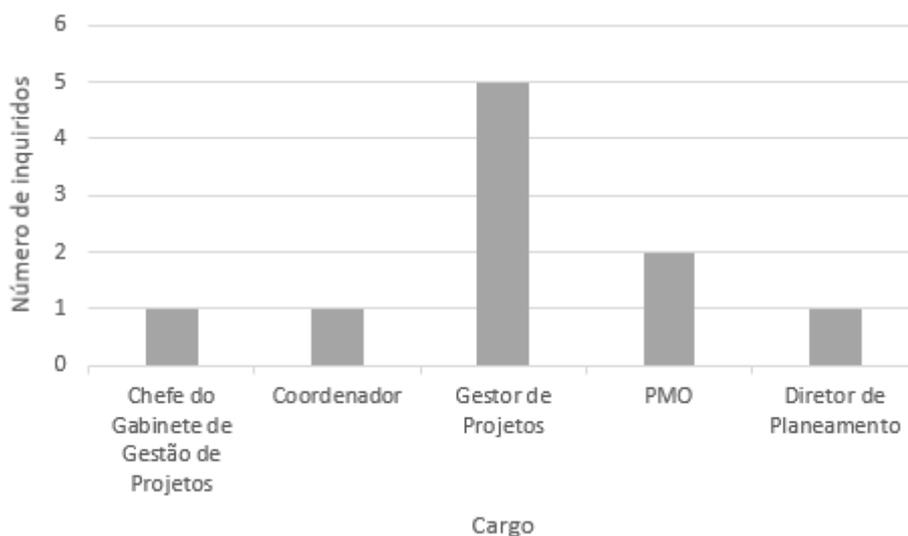


Figura 10 - Apresentação de resultados do questionário: função desempenhada pelo inquirido

Na análise individual de cada um dos questionários, foi possível conjugar a idade dos inquiridos com o cargo que ocupam na organização onde trabalham. Ora, observa-se que todos os inquiridos que ocupam o cargo de gestor de projetos, têm uma idade superior a 50 anos; 10% dos inquiridos que ocupam o cargo de PMO, tem idade superior a 50 anos e os 10% restantes tem idade compreendida entre 30 e 40 anos; os restantes cargos são ocupados por inquiridos com idade compreendida entre 41 e 50 anos.

### 1.4) Qual o grau académico mais elevado que possui o inquirido

De acordo com a Figura 11, maioritariamente, o grau académico dos inquiridos é Licenciatura Pré-Bolonha. Os inquiridos que possuem mestrado, têm idades superiores a 50 anos.

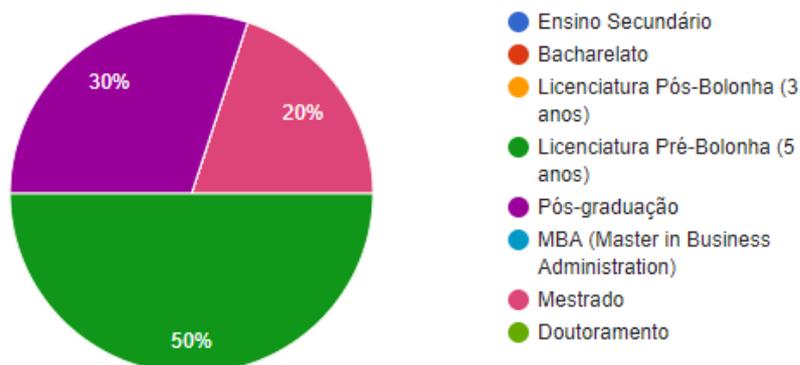


Figura 11 - Apresentação de resultados do questionário: grau académico do inquirido

### 1.5) Quantos anos de experiência o possui inquirido em gestão de projetos?

Na Tabela 9 é possível observar-se a experiência dos respondentes em gestão de projetos.

Tabela 9 - Apresentação de resultados do questionário: conjugação de dados

Anos de experiência em gestão de projetos	Função desempenhada atualmente	Idade do inquirido	Grau académico do inquirido
5	PMO	>50	Licenciatura Pré-Bolonha
1	Gestor de Projetos	>50	Mestrado
20	Gestor de Projetos	>50	Pós-Graduação
4	Coordenador	41 até 50	Licenciatura Pré-Bolonha
7	PMO	30 até 40	Pós-Graduação
20	Gestor de Projetos	>50	Licenciatura Pré-Bolonha
27	Gestor de Projetos	>50	Mestrado
0	Diretor de Planeamento	41 até 50	Pós-Graduação
17	Gestor de Projetos	>50	Licenciatura Pré-Bolonha
6	Chefe do Gabinete de Gestão de Projetos	41 até 50	Licenciatura Pré-Bolonha

### 1.6) Qual o número aproximado de projetos em que já assumiu o papel de gestor de projeto?

Na Figura 12 é apresentada a quantidade de projetos em que cada um dos inquiridos assumiu o cargo de gestor de projeto.

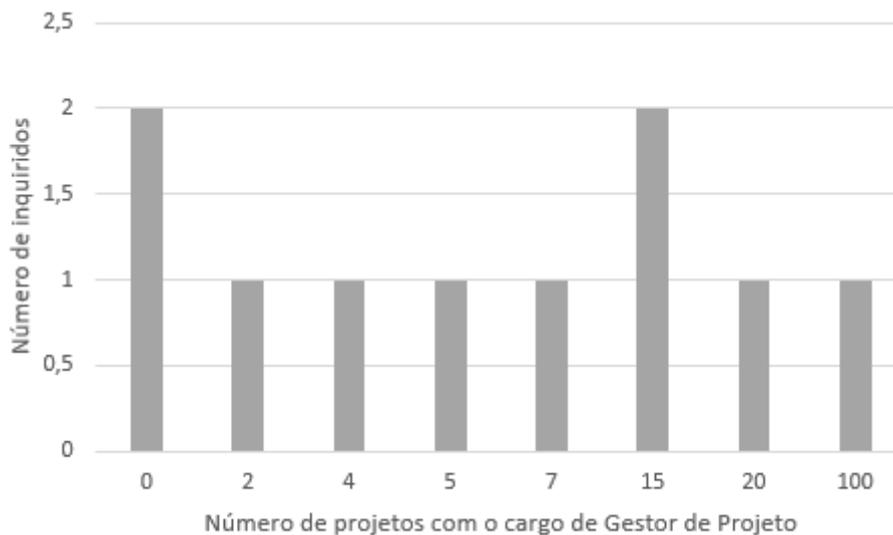


Figura 12 - Apresentação de resultados do questionário: número de projetos em que os inquiridos ocuparam o cargo de gestor de projeto

**1.7) Possui alguma formação especializada ou certificação em gestão de projetos? Se sim, por favor indique qual.**

Apenas 50% dos respondentes responderam à questão sobre a sua formação em gestão de projetos. Na Figura 13 encontra-se a formação dos respondentes.

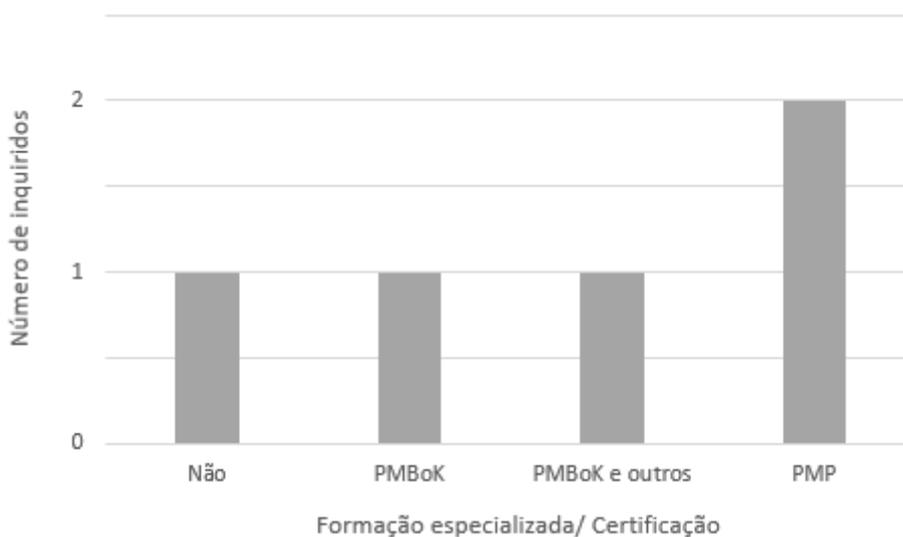


Figura 13 - Apresentação de resultados do questionário: formação especializada ou certificação

### 1.8) Qual o número de colaboradores existentes na sua organização?

Na Figura 14 é apresentado o número de colaboradores na organização de cada um dos respondentes. Em 60% dos casos, a organização é constituída de entre 201 a 500 colaboradores.

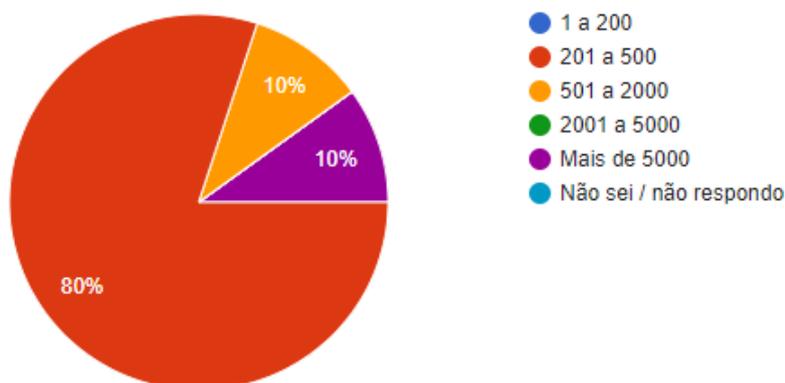


Figura 14 - Apresentação de resultados do questionário: número de colaboradores na organização onde trabalham os inquiridos

### 1.9) Qual é o âmbito de atuação da organização do inquirido?

A Figura 15 apresenta o âmbito de atuação das organizações das quais os respondentes fazem parte. Na maior parte das organizações (80%), o âmbito de atuação é administração central.

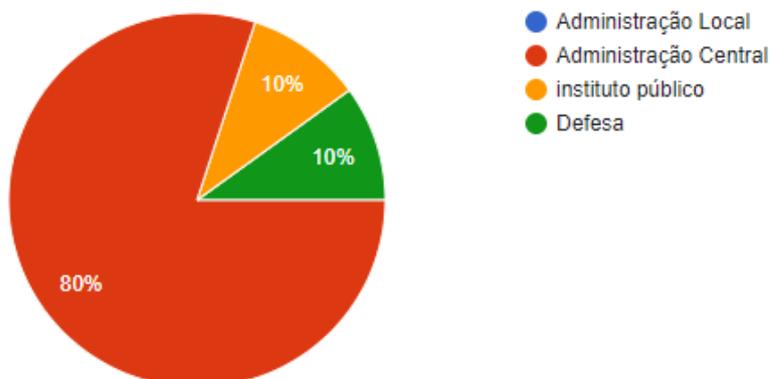


Figura 15 - Apresentação de resultados do questionário: âmbito de atuação da organização do inquirido

**1.10) A organização possui algumas certificações? Se sim, por favor indique quais.**

Relativamente à certificação da organização, apenas se obteve uma única resposta, nomeadamente: ISO 27000; ISO 20000.

**1.11) A sua organização tem um Project Management Office (PMO)?**

Todos os inquiridos referiram que a sua organização tem um PMO.

**1.11.1) Se sim, quais as funções/ responsabilidade gerais desse PMO?**

A Tabela 10, apresenta as nove respostas obtidas à questão sobre as funções/responsabilidades de um PMO.

Tabela 10 - Apresentação de resultados do questionário: responsabilidades/funções do PMO

Apoiar os GP e a direção no planeamento e execução e priorização dos projetos tendo em vista uma melhor satisfação do cliente.
Organização das reuniões de PMO, ajuda aos Gestores de Projeto no acompanhamento e reporte da evolução dos projetos por eles geridos; Auxílio na utilização da ferramenta de reporte; Reporte de informação sobre a atividade do PMO.
Gestão de Projetos.
Supervisão, orientação e acompanhamento dos gestores de projeto; Reporte de dados à direção; Promoção de boas práticas para o alcance dos objetivos estratégicos; Gestão de recursos, riscos e interdependências; Definição de metodologias.
Estrutura, papéis e responsabilidades na gestão de portfólio; Equipa de gestão de projetos; Metodologias para a gestão de programas e projetos.
Acompanhamento de projetos; Reporte; Ajuda; Definição de normas.
O PMO tem como principais desafios servir como coordenador da gestão de portfólios, programas e projetos, nomeadamente: Apoiar as atividades de gestão de projeto na organização promovendo metodologias e boas práticas adequadas à realidade da organização, coordenando os diferentes projetos em curso e melhorando a articulação entre as diferentes unidades envolvidas; Promover a produção de indicadores de desempenho dos projetos, potenciando a identificação precoce de situações de risco e o cumprimento dos parâmetros de custo, tempo, âmbito e qualidade dos produtos entregues;

Promover a gestão integrada do portfólio de projetos e programas na organização, otimizando a afetação de recursos humanos, financeiros e tecnológicos à missão e estratégia da organização

Coordenação de portfólio e *report* de projetos.

A nossa organização é dividida por setores, cada setor tem um chefe de Gabinete de Gestão de Projetos.

Para projetos relativos às Leis da Programação Militar existe um setor que tem um Chefe de Gabinete de Gestão de Projetos Estratégicos, que reúne o portfólio de todos os outros setores relativos à Lei da Programação Militar e constrói o portfólio final.

## 2) Caracterização da Gestão de Projetos praticada na organização

Esta secção procura caracterizar a Gestão de Projetos praticada nas organizações dos respondentes.

### 2.1) Abordagem/ Metodologia utilizada

A Figura 16 apresenta as abordagens/metodologias utilizadas nas organizações dos respondentes. Metade (50%) utilizam uma metodologia interna com base no PMBoK.

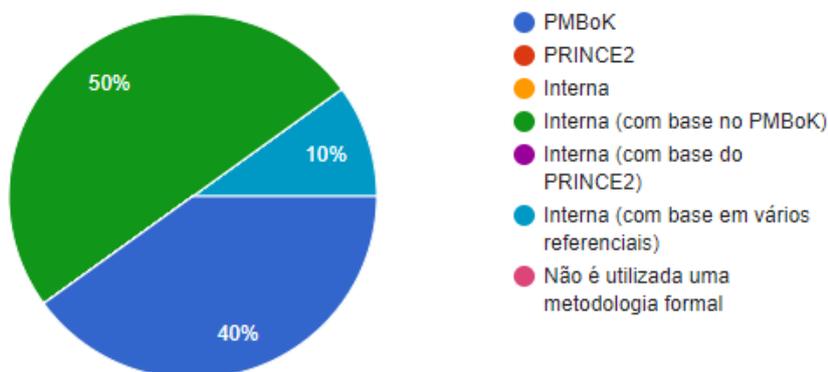


Figura 16 - Apresentação de resultados do questionário: abordagem/metodologia utilizada nas organizações

**2.2) É utilizado algum modelo de maturidade de gestão de projetos? Se sim, por favor indique qual, e o respetivo nível de maturidade.**

Relativamente a modelos de maturidade utilizados nas organizações, apenas se obteve uma resposta, o OPM3.

**2.3) Utiliza alguma aplicação informática para suporte de gestão de projetos (por exemplo: MS Project)? Se sim, por favor indique qual.**

Todos os inquiridos confirmaram a utilização de aplicações informáticas para o suporte de gestão de projetos, no entanto, apenas nove especificaram quais:

- EPM (2);
- MS Project e EPM 2016;
- MS Project;
- MS Project e EPM;
- PPM;
- GERProj – Gestão Estratégica de Recursos e Projetos;
- EPM/ MS Project;
- Enterprise Project Management.

**3) Processo de Priorização de Projetos em Portfólio na organização**

Esta secção tem como objetivo obter a caracterização do processo de priorização de projetos em portfólio na organização.

**3.1) Como é realizado o processo de priorização de projetos na organização de que faz parte? Que critérios e/ou técnicas são utilizados?**

Tabela 11 - Apresentação de resultados do questionário: como é realizado o processo de priorização de projetos

Com base na criticidade do projeto face ao cliente.
Os mais urgentes e os de carácter mandatório têm primazia sobre todos os outros (em grande parte se estiverem relacionados com Diplomas legislativos, ou adequação a preceitos legais). Pode considerar-se que não há priorização formal assente em critérios objetivos.
A priorização é em função da criticidade, recursos financeiros e humanos disponíveis.
Não é realizada a priorização formal de projetos.
Priorização de acordo com as exigências do poder político, atividades que constam no plano de atividade anual. Os projetos são avaliados tendo como base o <i>business case</i> .
Por reunião prévia com a administração.
Alinhamento estratégico dos projetos, recursos disponíveis, decisão do Conselho Diretivo.
Não existe priorização formal dos projetos.

---

São criados *drivers* e cada projeto é ponderado de acordo com os *drivers* criados. Os projetos concorrem ao portfólio tendo em conta a priorização que é feita utilizando o EPM, e de acordo com a priorização será executado os projetos dentro desse portfólio.

---

### 3.2) Os projetos de tecnologias e sistemas de informação são avaliados com as mesmas abordagens e técnicas que os outros tipos de projetos?

Na Figura 17, apresenta a forma como é realizada a avaliação dos diferentes projetos, tentando-se perceber se a organização utiliza as mesmas técnicas para avaliar diferentes tipos de projetos ou se, pelo contrário, utilizam técnicas específicas a cada tipo de projeto.

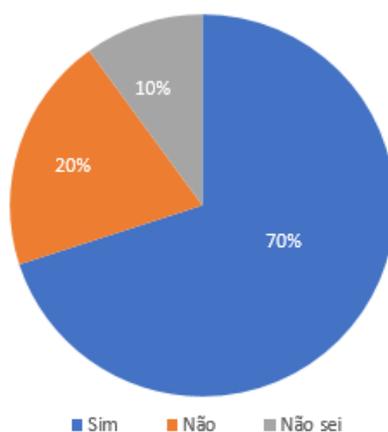


Figura 17 - Apresentação de resultados do questionário: avaliação dos projetos

Algumas das respostas foram justificadas pelos inquiridos. Para uma melhor perceção, são apresentadas seguidamente:

- “Não, porque depende da complexidade e do respetivo âmbito”;
- “Sim, são maioritariamente projetos TIC”;
- “Os projetos TIC, como pertencem a 1 só setor, são ponderados com os drivers criados para esse setor e assim sendo alguns são comuns aos outros setores, mas outros não”.

### 3.3) Indique a frequência com que são utilizadas as seguintes técnicas no contexto da priorização de projetos na sua empresa.

Após a análise da Figura 18, é notório que a maior parte das técnicas não são ou são pouco utilizadas para o processo de priorização de projetos. No caso das técnicas Delphi, Lógica Difusa, ANP e DEMATEL, nenhuma das organizações inquiridas as utiliza para o processo de decisão. Tal pode acontecer por desconhecimento das técnicas, por dificuldade na sua operacionalização, ou por não se adequarem aos contratos da organização.

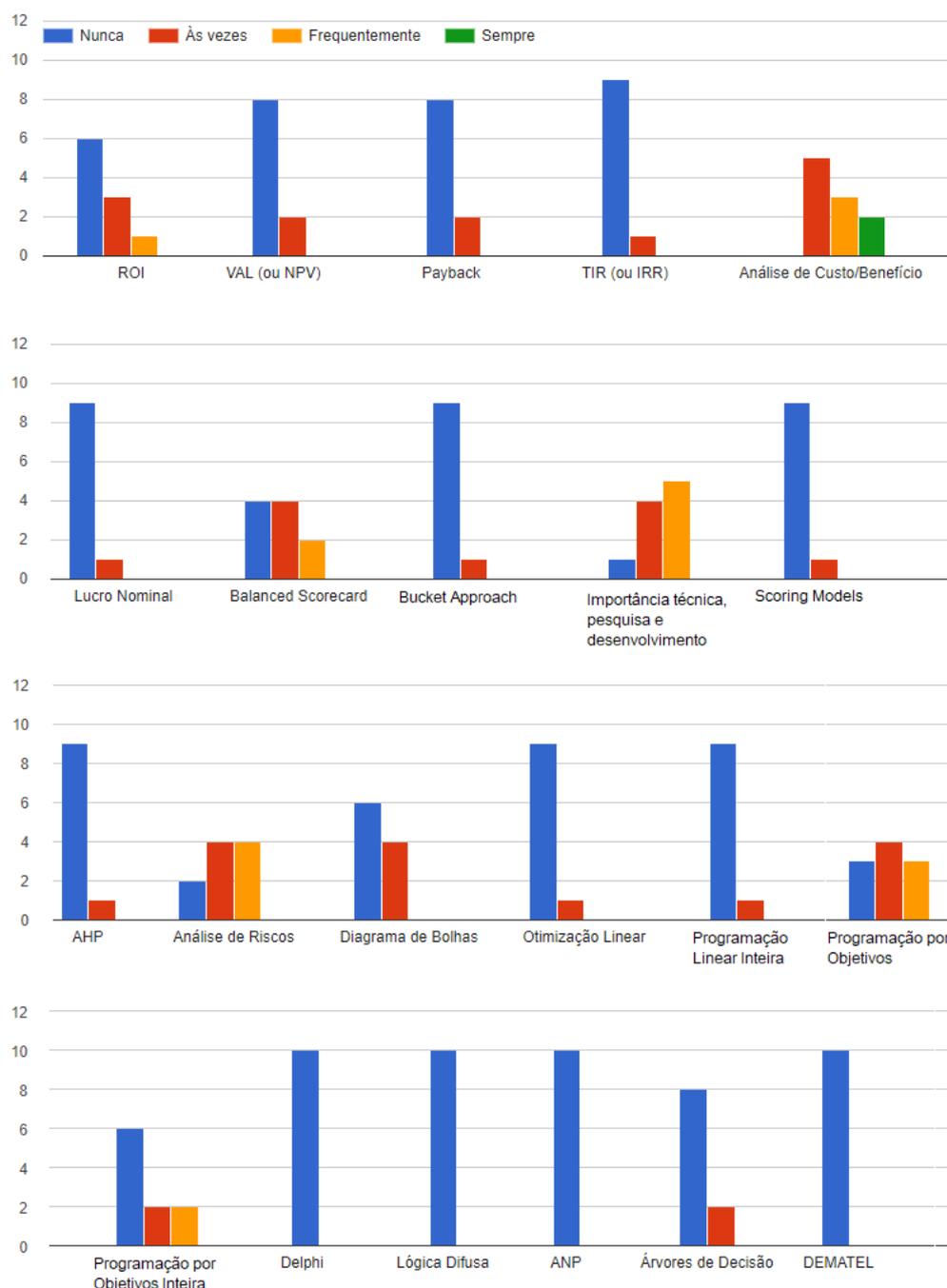


Figura 18 - Frequência com que são utilizadas as técnicas e priorização de projetos

Por forma a se obter o *ranking* das técnicas, fazem-se os cálculos apresentados na Tabela 12. Primeiro atribuiu-se um peso para representar a frequência de utilização:

Nunca – 0

Às vezes – 1

Frequentemente – 2

Sempre – 3

Os resultados apresentados na Tabela 12 foram obtidos, fazendo-se o somatório do produto entre a frequência de utilização (0, 1, 2 ou 3) e a respetiva quantidade de respondentes.

Tabela 12 - Ranking das técnicas para o processo de priorização de projetos

1º	<b>Análise de Custo Benefício</b> = $1 \times 5 + 2 \times 3 + 3 \times 2 = 17$
2º	<b>Importância técnica, pesquisa e desenvolvimento</b> = $0 \times 1 + 1 \times 4 + 2 \times 5 = 14$
3º	<b>Análise de riscos</b> = $0 \times 2 + 1 \times 4 + 2 \times 4 = 12$
4º	<b>Programação por Objetivos</b> = $0 \times 3 + 1 \times 4 + 2 \times 3 = 10$
5º	<b>Balanced scorecard</b> = $0 \times 4 + 1 \times 4 + 2 \times 2 = 8$
6º	<b>Programação por Objetivos Inteira</b> = $0 \times 6 + 1 \times 2 + 2 \times 2 = 6$
7º	<b>ROI</b> = $0 \times 6 + 1 \times 3 + 2 \times 1 = 5$
8º	<b>Diagrama de bolhas</b> = $0 \times 6 + 1 \times 4 = 4$
9º	<b>VAL</b> = $0 \times 8 + 1 \times 2 = 2$ ; <b>Payback</b> = $0 \times 8 + 1 \times 2 = 2$ ; <b>Árvores de decisão</b> = $0 \times 8 + 1 \times 2 = 2$
10º	<b>TIR</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>Lucro nominal</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>Bucket Approache</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>Scoring models</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>AHP</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>Otimização Linear</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$ ; <b>Programação Linear Inteira</b> = $0 \times 9 + 1 \times 1 = 1$
11º	<b>Delphi</b> = $0 \times 10 = 0$
12º	<b>Lógica Difusa</b> = $0 \times 10 = 0$
13º	<b>ANP</b> = $0 \times 10 = 0$
14º	<b>DEMATEL</b> = $0 \times 10 = 0$

É possível constatar-se que as técnicas Delphi, Lógica Difusa, ANP e DEMATEL não são utilizadas pelas organizações. As técnicas Análise de Custo Benefício, Importância

técnica pesquisa e desenvolvimento, Análise de riscos e Programação por Objetivos são as mais utilizadas.

**3.4) São utilizadas outras técnicas para além das identificadas? Se sim, por favor indique quais e a respetiva frequência com que são utilizadas.**

Não foram referidas outras técnicas para além das listadas.

**3.5) Considera que as técnicas atualmente utilizadas na sua empresa são adequadas? Porquê?**

Na Tabela 13 são apresentadas as respostas dadas pelos respondentes relativamente à sua opinião acerca das técnicas serem adequadas ou não na organização em que trabalham.

Tabela 13 - Apresentação de resultados do questionário: técnicas adequadas ou não

Sim.
Não. Porque não são aplicadas técnicas, simplesmente.
Não. Porque são pouco objetivas.
Não.
Não, porque existem critérios exigidos pelas entidades tutelares.
Cumpra os objetivos.
Sim.
Não, pois continuam a avançar projetos sem recursos e pouco estratégicos.
Não. Porque a análise é demasiado empírica e apenas respondendo a objetivos macro.
Sim. Tendo em conta que todos os anos são colocadas restrições orçamentais, e com tendência a piorar, portanto Custo/Benefício é mais utilizada.

**3.6) Por favor indique outros aspetos que julgue pertinentes do contexto do presente trabalho ou que sejam pertinentes de ser explorados em futuros trabalhos.**

Na Tabela 14 são apresentadas opiniões sobre aspetos considerados pertinentes no contexto do presente trabalhos ou até mesmo para serem explorados em trabalhos futuros.

Tabela 14 - Apresentação de resultados do questionário: aspetos pertinentes

Formas de avaliação da Realização de Benefícios.
A priorização de projetos na Administração Pública pode não envolver técnica de aplicação como no setor privado, mas sim à existência de critérios de ordem política, de prestação de serviços obrigatórios ao cidadão/empresas e de existência de orçamento para o respetivo fim.



## 4 Abordagens e técnicas para a avaliação, seleção e priorização de projetos

Neste capítulo são identificadas e organizadas técnicas e critérios para a avaliação, seleção e priorização de projetos, bem como as abordagens em que se encontram incluídos. De forma a facilitar a aplicação das técnicas, são dados exemplos práticos.

A existência de algumas páginas e espaços em branco neste capítulo deve-se ao facto de se ter optado por fazer a separação das abordagens e técnicas, de forma a que, duas abordagens/técnicas diferentes não se encontrem na mesma página. Assim, espera-se que a utilização do referencial se torne facilitada.

Hoje em dia é difícil encontrar uma organização que não desenvolva projetos ou que não recorra à gestão de projetos como forma de estruturar e gerir os seus investimentos (Varajão, 2016).

De acordo com Cooper (2000) existem dois ingredientes para uma empresa ter sucesso em novos empreendimentos: fazer bem os projetos e fazer os projetos certos. Como o autor indica, a gestão do portfólio inclui a seleção dos projetos para garantir que haja um fluxo constante de produtos vencedores.

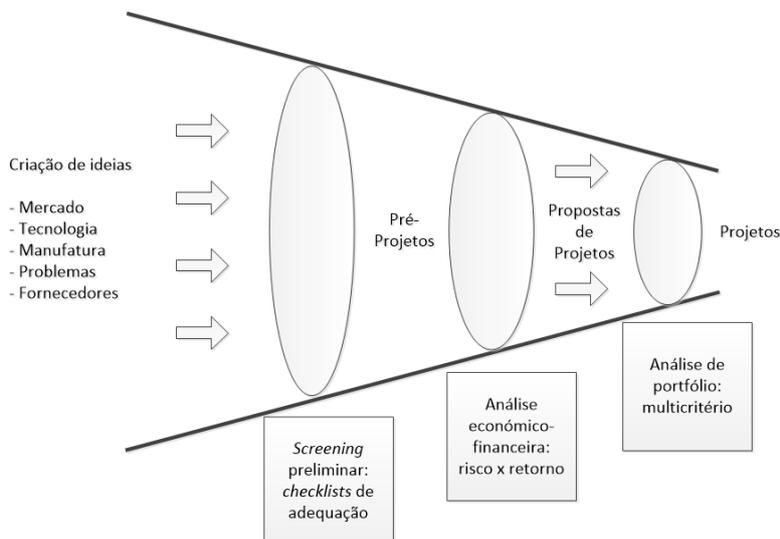


Figura 19 - Processo de avaliação e seleção de projetos

Fonte: (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007)

O processo de avaliação e seleção de projetos é representado na Figura 19 em forma de funil, onde a parte mais larga corresponde à geração e gestação de ideias que, posteriormente, são submetidas a uma série de análises cada vez mais exigentes, com o

objetivo de aumentar a probabilidade dos projetos selecionados atendam efetivamente à estratégia do negócio (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007).

Segundo os autores, este processo tem quatro características principais que o definem como sendo particularmente desafiador:

- É um processo focado no futuro, eventos e oportunidade;
- Os fatores envolvidos na tomada de decisão estão em permanente mudança (o estado bem como o valor agregado dos projetos no portfólio varia continuamente);
- Os projetos do portfólio encontram-se em diferentes estágios de implementação;
- Os recursos são sempre limitados.

Rabechini e Carvalho (2007) apresentam também uma forma mais detalhada do processo de avaliação e seleção de projetos, neste caso de novos produtos, onde é possível verificar-se que entre os vários estágios existem pontos de decisão responsáveis pela filtragem dos projetos, desde a criação de ideias, até ao acompanhamento da performance do produto no mercado.

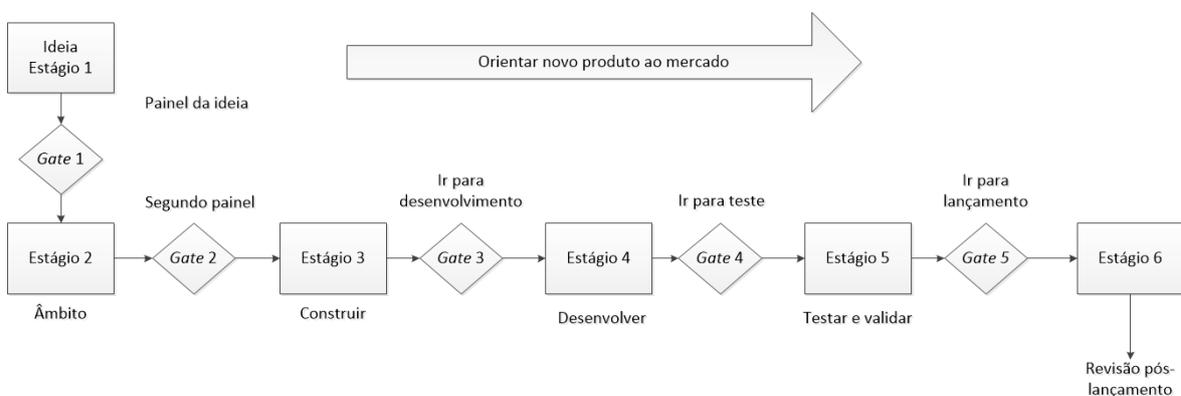


Figura 20 - Principais etapas e pontos de decisão no processo de gestão de portfólio

Fonte: (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007)

Inicialmente, esta tomada de decisão (*go/kill*) é baseada na análise de projetos individuais, mas, posteriormente, deverão ser integradas com as análises referentes ao conjunto de projetos como um todo (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007).

Analisando todo o processo, os autores asseguram que na primeira seleção (gate 1), as ideias candidatas a projetos são geralmente avaliadas apenas quanto ao alinhamento estratégico, dado que os projetos são ainda embrionários e mal definidos a ponto de não

fazer sentido submetê-los a uma priorização formal através das técnicas de gestão de portfólio. No entanto, salientam que a partir das etapas seguintes, o total de recursos requeridos passa a ser grande o suficiente para que a priorização dos projetos se torne necessária. Como dizia Peter Drucker,

*“Certainly there is nothing so useless as doing with great efficiency something that should never be done.” Peter Drucker*

É neste sentido que as abordagens, critérios e técnicas surgem para que seja possível identificar quais os projetos em que devem ser feitos investimentos.

Com base na literatura, apesar de existirem várias abordagens, é possível verificar-se que as mais utilizadas são as abordagens financeiras, estratégicas, modelos de *scoring* e as representações gráficas, como os diagramas de bolha e matrizes de comparação (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001; Rabechini Jr. & Carvalho, 2007; Rodney & Sherif, 2002; Vargas, 2010).

Na Figura 21 são identificadas as diferentes abordagens e métodos associados, que são descritos nas secções seguintes.

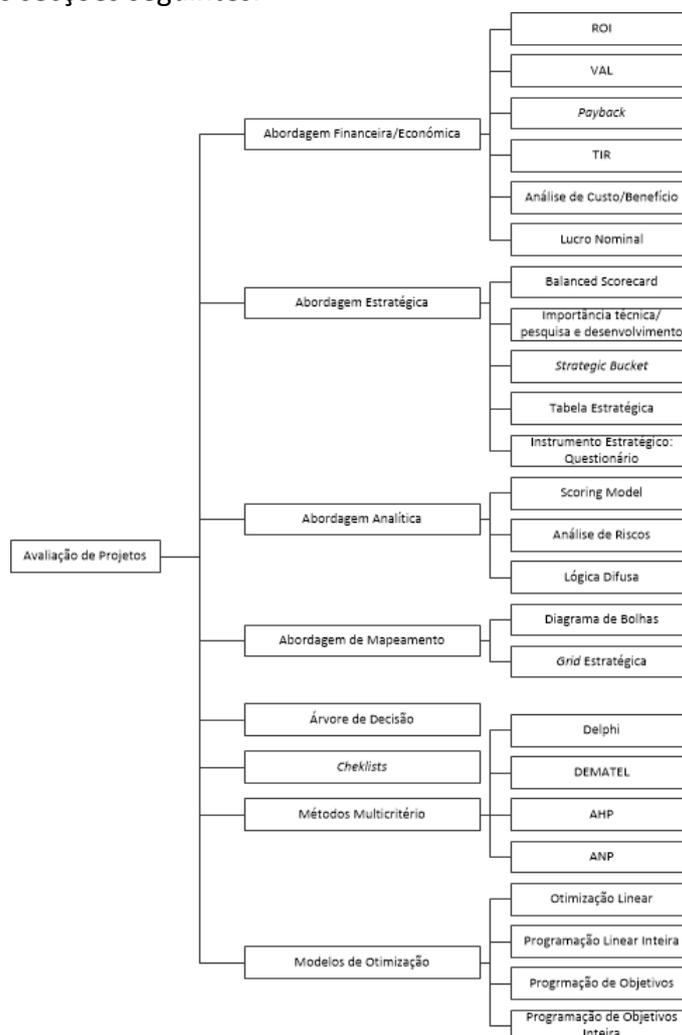


Figura 21 - Abordagens e técnicas associadas para a priorização de projetos

## 1) Abordagem Financeira/Económica

Cooper, Edgett e Scott (1999) caracterizam a abordagem financeira/económica como sendo a abordagem dominante, ou seja, a mais popular entre os vários métodos de seleção e priorização de projetos. Por um lado, os autores afirmam que a abordagem é utilizado maioritariamente para classificar os projetos, determinando os seus resultados financeiros esperados ou valor económico, para assim haver um termo de comparação entre eles com o intuito de decidir o portfólio de projetos.

Vargas (2010) caracteriza esta abordagem como tendo um conjunto de critérios que visa captar os benefícios financeiros do projeto, ou seja, está diretamente associada a custos, produtividade e lucros.

As técnicas que fazem parte desta abordagem são apresentadas e descritas de seguida (Figura 22).

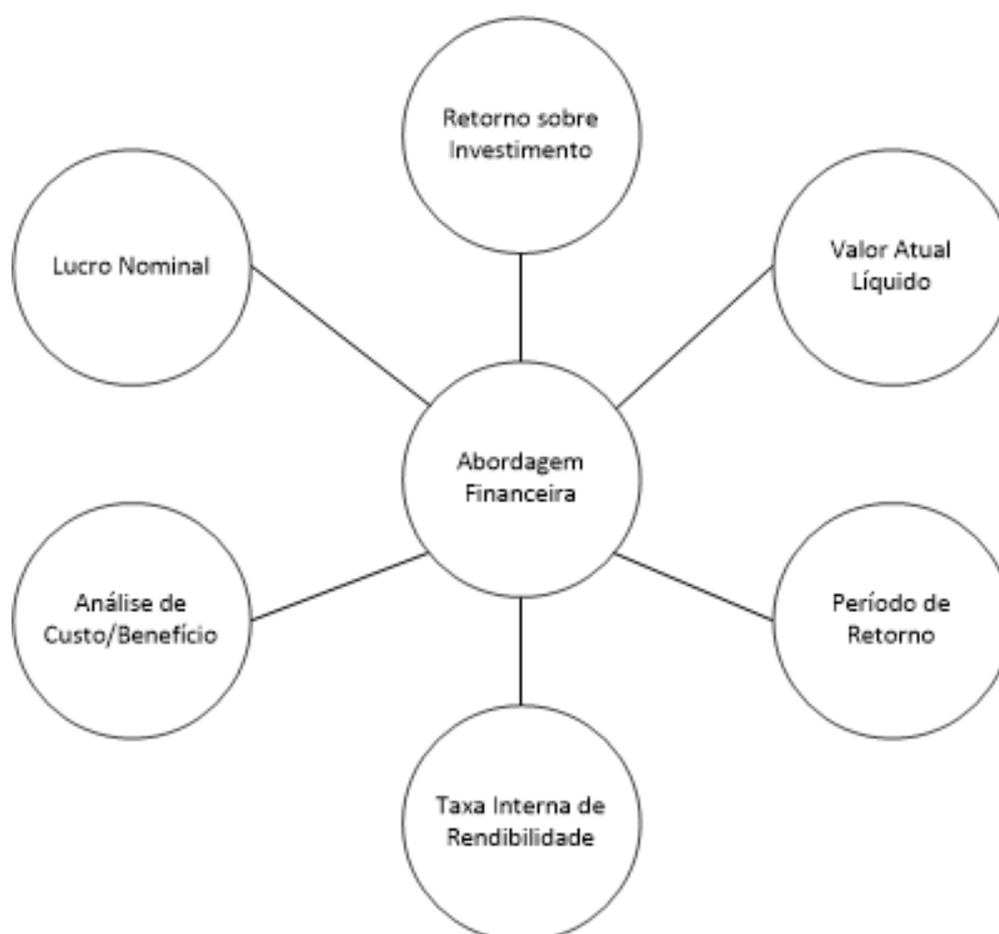


Figura 22 - Técnicas Financeiras

- **Retorno sobre Investimento (ROI)**

Em 1912 Donaldson Brown desenvolveu o retorno sobre investimento.

Segundo Vargas (2010) o Retorno sobre o Investimento (ROI) reflete a margem de lucro percentual do projeto e permite comparar o retorno financeiro de projetos com diferentes investimentos e margens de lucro. É uma técnica puramente quantitativa em termos de benefícios (Rodney & Sherif, 2002).

Rodney (2002) acrescenta ainda que esta técnica em particular só é aplicável se a organização for capaz de estimar razoavelmente os benefícios previstos bem como custos associados, direta ou indiretamente.

$$ROI = \frac{(Ganho\ do\ Investimento - Custo\ de\ Investimento)}{Custo\ de\ Investimento} \times 100$$

Por exemplo, supondo que para a realização de um projeto é necessário um investimento de 1000€ e que esse investimento tem um retorno, ou ganho de investimento de 1800€, é possível constatar-se, através do cálculo a seguir apresentado, que o retorno sobre investimento é de 80%.

$$ROI = \frac{(1800 - 1000)}{1000} \times 100 = 80\%$$

Tendo em conta que o ROI não é o ganho total das vendas, e sim a margem de lucro das vendas, considere-se um segundo exemplo:

Supondo que uma empresa investiu 2000€ numa campanha de marketing e, depois de fazer sobressair o produto pretendido, obteve 8000€ em vendas, com uma margem de lucro de 40%. Neste caso, o valor que deve ser incluído no cálculo do ROI não é o valor total das vendas, mas sim os 40% de lucro, ou seja:

$$\frac{8000 \times 40}{100} = 3200\text{€}$$

Seguindo este raciocínio,

$$ROI = \frac{(3200 - 2000)}{2000} \times 100 = 60\%$$

Concluindo, o ROI é de 60%.

- **Valor Atual Líquido (VAL)**

O valor atual líquido é uma técnica utilizada para a maximização do valor (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007). É caracterizada por Vargas (2010) como a diferença entre os ganhos e os gastos do projeto, imaginando que toda a receita e toda a despesa será realizada na data atual. Para isso, o autor explica que é necessário trazer todos os valores futuros para a data presente utilizando uma taxa de juros determinada. Salienta ainda que esta técnica permite avaliar e comparar projetos que tenham despesas e receitas futuras em períodos de tempo diferentes. Rodney e Sherif (2002) afirmam que esta é uma técnica financeira com possíveis taxas de retorno mínimo modificadas, para ter em conta aspetos qualitativos ou estratégicos. Por outras palavras, um gestor ou investidor impõe uma taxa de retorno mínima a um projeto ou investimento, que pode variar tendo em conta aspetos qualitativos ou estratégicos.

A fórmula do valor atual líquido pode ser escrita como (Jordan, Westerfield, & Ross, 2011):

$$VAL = -C_0 + \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Sendo:

$C_0$  o custo inicial que representa uma saída de caixa

$C_i$  o fluxo de caixa no período  $i$

$r$  a taxa de desconto

Jordan, Westerfield e Ross (2011) concluem as seguintes regras de decisão:

- *Condição de Aceitação*:  $VAL > 0$ ;
- *Critério de Ranking/Seleção*: selecionar o projeto que apresentar maior VAL.

Passando-se a um exemplo prático, supor que surge uma oportunidade de investimento no sector de TSI com um custo inicial de 50.000€. Estima-se que este negócio gere os seguintes fluxos de caixa: 25.000€ dentro de um ano, 20.000€ dentro de dois anos e 15.000€ dentro de três anos (Tabela 15). A taxa de desconto definida para este tipo de negócio define-se aqui como sendo 7%/ano.

Tabela 15 - Exemplo do cálculo do VAL: Fluxos de Caixa

Período (Anos)	Fluxo de Caixa
0	-50000€
1	25000€
2	15000€

Assim sendo, qual o valor atual líquido do investimento?

Para calcular o VAL, é necessário passar todos os fluxos de caixa para o momento zero, ou seja, para o momento atual, como mostra na Figura 23.

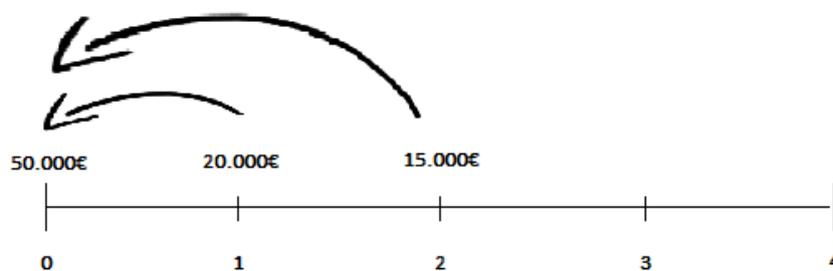


Figura 23 - Exemplo do cálculo do VAL

Matematicamente, utiliza-se a fórmula apresentada, refletindo-se o processo ilustrado na Figura 23:

$$VAL = -50.000 + \frac{20.000}{(1 + 0.07)^1} + \frac{15.000}{(1 + 0.07)^2} \Leftrightarrow VAL \cong -18206.83\text{€}$$

Como é possível observar-se, o VAL é  $< 0$ , logo o investimento, neste caso, não é viável.

- **Período de Retorno (*Payback*)**

Rodney e Sherif (2002) caracterizam o *payback* como sendo puramente quantitativo em termos de benefícios e custos. O *payback* é o período de tempo necessário para recuperar os investimentos do projeto (Vargas, 2010).

De acordo com Jordan, Westerfield e Ross (2011) esta técnica concentra-se nos seguintes cálculos:

- Estimação dos fluxos de caixa;
- Subtração dos fluxos de caixa futuros ao custo inicial, até ao investimento inicial ser recuperado.

Este modelo proporciona assim, o número de períodos necessário para, através dos *cash-flows* de exploração (CFE) gerados, recuperar o capital investido (Soares et al., 2007).

De uma forma geral, tem-se:

$$\sum_{i=1}^t CFE_i \leq \text{Despesa de Investimento} < \sum_{i=1}^{t+1} CFE_i$$

Segundo os autores, admitindo que os *cash-flows* são gerados de forma linear no decurso de cada ano, o período de recuperação do capital (PRC) é dado por:

$$PRC = t + \left( \frac{\text{Despesa do Investimento} - \sum_{i=1}^t CFE_i}{CFE_{t+1}} \right)$$

De acordo com este modelo de avaliação, Soares *et al.* (2007) explicam que um investimento é de aceitar quando o período de recuperação do capital é inferior ao número de anos de vida útil previstos para o mesmo. Entre investimentos alternativos, o escolhido deve ser aquele cujo prazo de recuperação é menor. Os autores constataam, assim, que este

modelo propõe uma regra de decisão que privilegia investimentos que gerem elevada liquidez nos primeiros períodos.

Considere-se o exemplo dado por Soares *et al.* (2007), onde um investimento A tem um custo inicial de 1000 unidades monetárias, e gera cash-flows durante 5 anos. Os *cash-flows* globais (CFG) são os que constam da Tabela 16.

Tabela 16 - Exemplo da técnica *Payback*: Dados Iniciais

Investimento	Base = 0	1	2	3	4	5
<i>Cash-Flow</i> Global	-1000	150	250	250	400	400

Verificando-se os *cash-flows* acumulados (incluindo o cash-flow de investimento) apenas se tornam positivos no final do quarto ano (ver Tabela 17).

Tabela 17 - Exemplo da técnica *Payback*: *Cash-Flow* Global Acumulado

Investimento	Base = 0	1	2	3	4	5
<i>Cash-Flow</i> Global	-1000	150	250	250	400	400
<i>Cash-Flow</i> Global Acumulado	-1000	-850 (-1000+150)	-600 (-850+250)	-350 (-600+250)	50 (-350+400)	450 (50+400)

Assim, o PRC situar-se-á algures entre o ano 3 e 4.

Como até ao início do quarto ano se recuperam 650 u.m. de um investimento inicial de 1000 u.m., e no decorrer desse mesmo ano o *cash-inflow* é de 400 u.m., através de uma regra de proporcionalidade obtém-se o número de meses necessários para recuperar as 350 u.m. restantes. O PRC é de 3 anos e 11 meses.

No entanto, este modelo apresenta várias limitações (Soares et al., 2007):

- Na medida em que se procede à soma algébrica de valores referenciados a momentos de tempo distintos, não considera o valor do dinheiro ao longo do tempo;
- Isoladamente, não permite tomar decisões sobre a viabilidade do projeto, exceto se se definir uma “vida padrão” que possa servir de termo de comparação;
- Ao atender apenas ao período de tempo necessário para recuperar o investimento, não atende aos cash-flows gerados nos períodos subsequentes à recuperação do investimento;

- Tem dificuldade em lidar com investimentos em que não existe um investimento inicial ou não existe um investimento único.

Além disto, os autores acrescentam ainda que o próprio princípio que está subjacente ao modelo é uma importante limitação. “A rapidez de recuperação de um investimento, sem consideração da respetiva rentabilidade, não parece ser, só por si, um objetivo desejável, salvo se aquele continuar a gerar fluxos para o futuro.”

Tendencialmente, o uso deste modelo e da regra de decisão associada leva à preferência por projetos de curto prazo.

Para ultrapassar esta limitação, Soares *et al.* (2007), propõem a utilização dos mesmos procedimentos metodológicos e a consideração dos *cash-flows* atualizados à taxa  $k$ , determinando-se assim o período no qual o *cash-flow* acumulado iguala a despesa inicial de investimento:

$$\sum_{i=1}^t \frac{CFE_i}{(1+k)^i} \leq \text{Despesa de Investimento} < \sum_{i=1}^{t+1} \frac{CFE_i}{(1+k)^i}$$

A determinação do “período de recuperação do capital ajustado” (PRCA), também designado por “tempo crítico do investimento”, segue os moldes referidos anteriormente, utilizando a proporção do montante que falta recuperar do investimento inicial no *cash-flow* atual do referido período (Soares *et al.*, 2007):

$$PRCA = t + \left( \frac{\text{Despesa do Investimento} - \sum_{i=1}^t \frac{CFE_i}{(1+k)^i}}{\frac{CFE_{t+1}}{(1+k)^{t+1}}} \right)$$

Continuando com o exemplo dado pelos autores relativamente ao investimento A, considere-se uma taxa de atualização de 8%. Os *cash-flows* atualizados apenas igualam o valor do investimento no quinto ano.

Tabela 18 - Exemplo da técnica *Payback*: *Cash-Flow* Global (atualizado) Acumulado

Investimento	Base = 0	1	2	3	4	5
<i>Cash-Flow</i> Global	-1000	150	250	250	400	400
Taxa de Atualização	8%					
<i>Cash-Flow</i> Global Atualizado	-1000	138.9	214.3	198.5	294.0	272.2
CFG (atualizado) Acumulado		138.9	353.2	551.7	845.7	1117.9

Soares *et al.* (2007), caracterizam o PRCA como uma versão que apresenta as limitações do PRC, exceto no que respeita à tomada de consideração do valor do dinheiro ao longo do tempo. Para um dado investimento, o período de recuperação do capital ajustado (PRCA) deve ser menor que o período de recuperação do capital (PRC).

Salientam ainda que a ideia subjacente é a de que, para um dado nível de fluxos a gerar, o risco que o promotor corre será tanto maior quanto maior o período de tempo para recuperar o investimento efetuado.

- **Taxa Interna de Rendibilidade (TIR)**

A Taxa Interna Rendibilidade foi proposta por John Maynard Keynes em 1936, no seu livro *General Theory*.

Assim como no VAL, Rodney e Sherif (2002) caracterizam a taxa interna de rendibilidade como uma técnica financeira em que o gestor ou investidor define uma taxa de retorno mínimo a um projeto ou investimento, que pode variar tendo em conta aspetos qualitativos ou estratégicos.

A TIR tenta encontrar um número que resume os méritos de um projeto (Jordan et al., 2011). Segundo os autores e, como o próprio nome indica, esse número é interno ou intrínseco ao projeto e não depende da taxa de juros que prevalece no mercado de capitais, exceto os fluxos de caixa do projeto.

A TIR é a taxa que iguala o VAL a zero (Jordan et al., 2011):

$$TIR \Rightarrow VAL = 0$$

Ou seja,

$$-C_0 + \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Os autores concluem então que, para que um projeto seja aceite, deve respeitar as seguintes regras:

- *Condição de aceitação*:  $TIR > r$ , a TIR deve ser superior à taxa de desconto dos fluxos de caixa (taxa de rendibilidade exigida pelos investidores);
- *Critério de Ranking*: selecionar o projeto de investimento que apresente a maior TIR.

Num exemplo prático, considerando que o seguinte investimento apresenta os valores apresentados na Figura 24 e uma taxa de 10%, qual é o valor da TIR?

<b>Ano</b>	<b>Projeto : Cash flow</b>
<b>0</b>	-50 000€
<b>1</b>	14 000€
<b>2</b>	18 000€
<b>3</b>	22 000€
<b>4</b>	26 000€

Figura 24 - Exemplo do cálculo da TIR: Dados do problema

Para o cálculo da TIR será utilizado o MS Excel, dado é um programa otimizado para cálculo e análise de dados, sendo possível escrever fórmulas simples ou complexas para executar o cálculo dos dados. Assim sendo, o primeiro passo a ser executado é a inserção dos dados do problema no MS Excel, como mostra a Figura 25. Seguidamente, na secção “Fórmulas”, clica-se em “Inserir Função” e escolhe-se a categoria “Financeiras” e função TIR (Figura 26).

Ano	CF
0	-50000
1	14000
2	18000
3	22000
4	26000
TIR	

Figura 26 - Exemplo do cálculo da TIR:  
Inserção dos dados

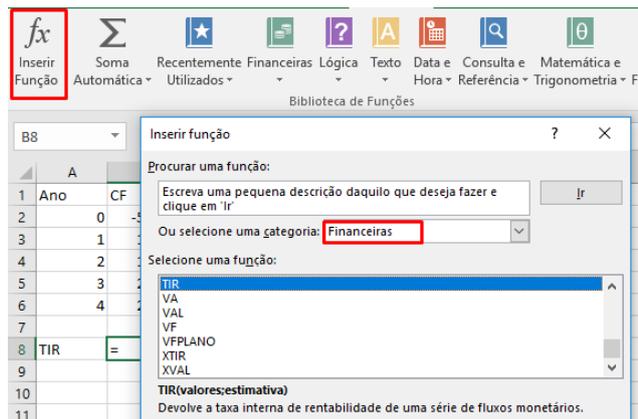


Figura 25 - Exemplo do cálculo da TIR: Inserção da função

Após definir-se a função a utilizar, coloca-se na caixa “Valores” o “endereço” das células que contém os valores inseridos no MS Excel e clica-se em “Ok”, como é apresentado na Figura 27.

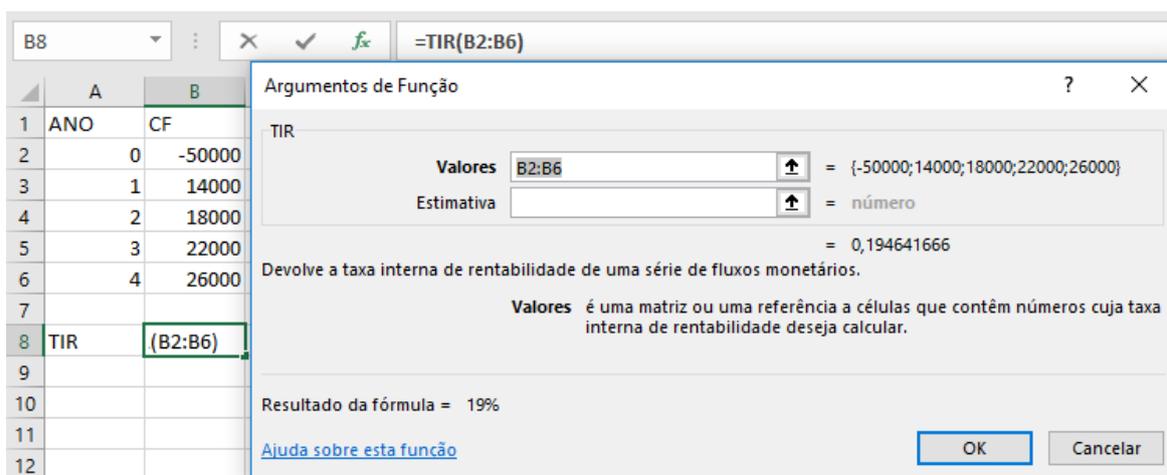


Figura 27 - Exemplo do cálculo da TIR: Inserção dos argumentos da função

Posteriormente a célula que corresponde ao valor da TIR mostra a taxa interna de rentabilidade do projeto (%) que, no caso, é de 19%. No entanto, também é possível definir-se o número de casas decimais que se deseja obter (Figura 28).

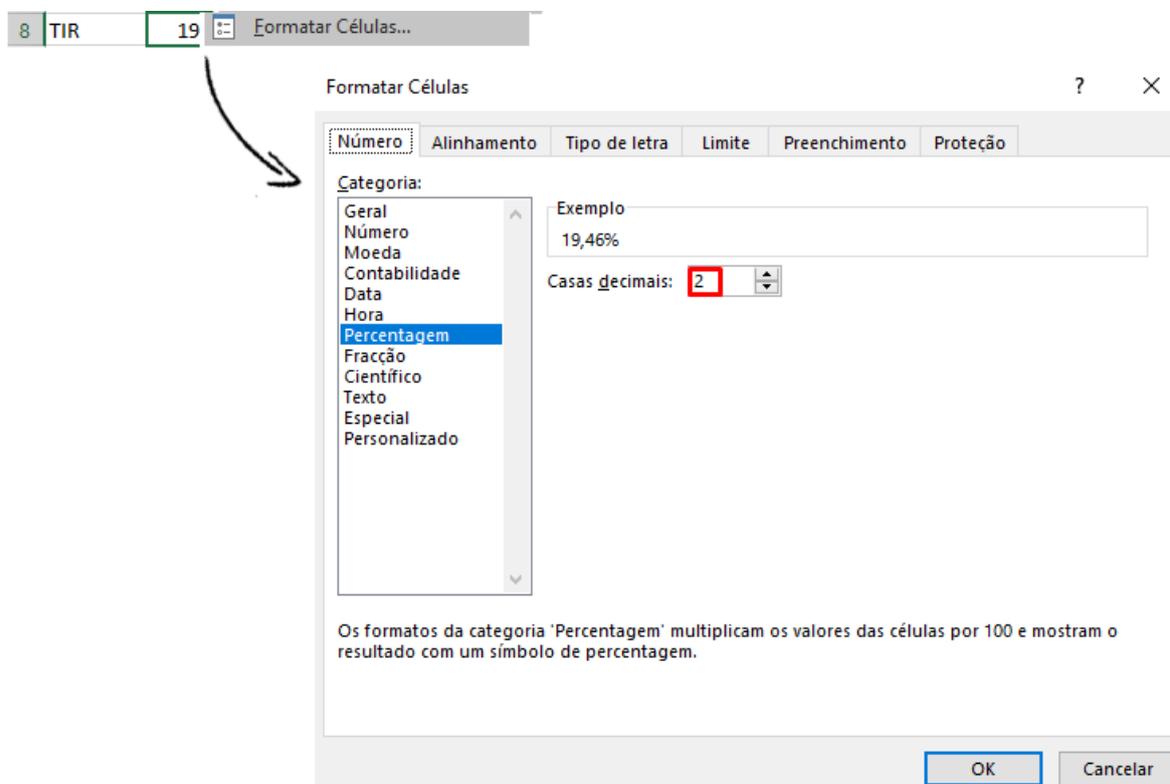


Figura 28 - Exemplo do cálculo da TIR: formatar células

Assim, como se pode observar na Figura 29, obteve-se uma TIR de 19,46%.

	A	B
1	Ano	CF
2	0	-50000
3	1	14000
4	2	18000
5	3	22000
6	4	26000
7		
8	TIR	19,46%

Figura 29 - Exemplo do cálculo da TIR: resultado

- **Análise de Custo/Benefício (ACB)**

O conceito de análise de custo/benefício surge em 1848 com um artigo de Jules Dupuit.

A análise de custo/benefício é de natureza puramente julgadora (Rodney & Sherif, 2002). Vargas (2010) refere a taxa financeira de custo/benefício como sendo a razão entre o valor presente dos ganhos e o valor presente das despesas. Segundo o autor, quanto maior é este quociente, mais viável é o projeto do ponto de vista de custo/benefício.

No exemplo seguinte, é possível observar-se as entradas e saídas do projeto A e B, podendo deduzir-se então o valor do quociente entre o custo e benefício de cada um deles.

Tabela 19 - Exemplo da análise custo/benefício: dados Projeto A

<b>Projeto A</b>	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Total
Saídas (Custos)	1480€	2850€	5600€	<b>9930€</b>
Entradas (Benefícios)	-	3500€	10000€	<b>13500€</b>
Saldo	-1480€	650€	4400€	3570€

Tabela 20 - Exemplo da análise custo/benefício: dados Projeto B

<b>Projeto B</b>	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Total
Saídas (Custos)	1500€	2630€	5900€	<b>10030€</b>
Entradas (Benefícios)	-	3850€	15500€	<b>19350€</b>
Saldo	-1500€	1220€	9600€	9320€

Realizando-se agora a análise de custo benefício para ambos os projetos, obtêm-se os seguintes valores:

Tabela 21 - Exemplo da análise custo/benefício: resultados

<b>Projeto A</b>	<b>Projeto B</b>
$ACB = \frac{13500}{9930} = 1,36$	$ACB = \frac{19350}{10030} = 1,93$

Assim, conclui-se que o projeto mais interessante é o Projeto B dado que o quociente entre os ganhos (benefícios) e os gastos (custos) apresenta um valor maior.

- **Lucro nominal**

Vargas (2010) define o lucro nominal como o valor do lucro financeiro proporcionado pelo projeto. É possível o projeto ter um ROI menor e um lucro nominal maior.

Sabendo-se que o lucro nominal não considera a desvalorização do dinheiro, passa-se ao seguinte exemplo prático:

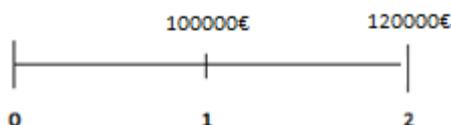


Figura 30 - Exemplo do cálculo do lucro nominal

Supor que o ano passado um sujeito X possui 100000€ e no momento atual possui 120000€, como mostra a Figura 30. Ora para calcular o lucro nominal tem-se:

$$120000 - 100000 = 20000$$

Dividindo-se os 20000€ resultantes pelos 100000€ que o sujeito possuía no ano 1 obtém-se:

$$\frac{20000}{100000} = 0.2$$

Finalmente, para se calcular o valor em percentagem, multiplica-se o valor resultante da divisão por 100, chegando-se a um lucro nominal de 20%.

## 2) Abordagem Estratégica

A seleção do portfólio de projetos é, em grande parte, impulsionada pela estratégia do negócio (Cooper et al., 1999). Segundo Cooper *et al.* (1999), as considerações estratégicas dominam a decisão de fazer ou não determinados projetos ou novos produtos.

Trata-se de garantir que o conjunto de projetos esteja orientado segundo a estratégia do negócio, sendo os projetos classificados com base nas prioridades estratégicas e os recursos alocados segundo esta classificação (Cooper et al., 2001).

Contrariamente à abordagem financeira, a abordagem estratégica (Figura 31) é específica para cada organização, pois organizações com estratégias diferentes terão critérios de priorização diferentes, como, por exemplo, aumentar a capacidade para competir no mercado internacional, utilizar práticas ecologicamente aceitáveis, otimizar os processos internos, reduzir custos em comparação a competidores, melhorar a reputação dos produtos e serviços, entre outros (Vargas, 2010).

Segundo Rodney e Sherif (2002), a abordagem estratégica é uma abordagem de natureza menos estruturada, mas combina as implicações dos projetos tangíveis e intangíveis, reconhecendo simultaneamente o impacto do projeto a longo prazo na organização.



Figura 31 - Técnicas Estratégicas

- **Balanced Scorecard (BSC)**

Em 1992 Kaplan e Norton desenvolveram a o *Balanced ScoreCard*.

O *balanced scorecard* é definido como um mecanismo de desdobramento da estratégia que determina quais os critérios/objetivos estratégicos da organização (Vargas, 2010). Kaplan e Norton (1996), afirmam que esta técnica:

- Traduz a missão e estratégia num conjunto de medidas de desempenho, que fornecem a *framework* para medição estratégica e sistema de gestão;
- Dá ênfase a atingir os objetivos financeiros, incluindo também os indicadores de desempenho desses objetivos;
- Mede o desempenho da organização em quatro perspetivas balanceadas: financeira, clientes, processos internos de negócio e aprendizagem e crescimento;
- Permite às empresas seguir os resultados financeiros e, simultaneamente, monitorizar o progresso em adquirir capacidades e ativos intangíveis que necessitam para o crescimento futuro.

Desta forma, com o BSC, é possível transformar a visão em estratégias que se desdobram em ações adequadas para a sua realização, em termos de resultados (Blum, Santos, & Castanheira, 2012).

Segundo Blum *et al.* (2012), investigar a forma como as estratégias devem ser implementadas e a sua importância na gestão de projetos, torna-se fundamental para a complementação e aplicação da metodologia de planeamento, bem como para a priorização de projetos que, de alguma forma, agreguem realmente valor às organizações.

De forma a traduzir a visão e a estratégia são colocadas questões em cada uma das perspetivas existentes (Kaplan & Norton, 1996):

**Perspetiva Financeira:** “Para ser bem sucedido financeiramente, quais resultados devemos apresentar aos *stakeholders*?”;

**Perspetiva dos Clientes:** “Para realizar a nossa visão, o que devemos apresentar aos nossos clientes?”;

**Perspetiva dos Processos Internos do Negócio:** “Para satisfazer os nossos clientes e *stakeholders*, quais processos precisamos melhorar?”

**Perspetiva da Aprendizagem e Crescimento:** “Para realizar a nossa visão, o que devemos mudar ou melhorar?”

Passando-se a um exemplo prático, considere-se uma empresa de *e-commerce*, com o mapa estratégico delineado na Tabela 22.

Tabela 22 - Exemplo da técnica *Balanced Scorecard* (Mapa Estratégico)

Objetivos	Metas	Indicadores	Iniciativas
<b>Financeira:</b> aumentar vendas e diminuir custos	Aumentar em 15% as vendas líquidas e diminuir em 10% o custo operacional	Demonstrativos financeiros	Negociar com fornecedores
<b>Clientes:</b> ser referência por variedade de produtos	Aumentar em 15% o lançamento de novos produtos a cada trimestre	Número de novos produtos lançados por trimestre	Criar comité de inovação e desenvolvimento
<b>Processos internos:</b> ser capaz de desenvolver novos produtos constantemente	Iniciar ao menos 5 projetos de desenvolvimento de novos produtos a cada mês	Relatórios de projetos de inovação	Adquirir <i>software</i> específico para o gerenciamento do desenvolvimento de produtos
<b>Aprendizagem e crescimento:</b> ter equipa extremamente capacitada no desenvolvimento de produtos	Ter ao menos 2 profissionais com mestrado na área	Número de profissionais de empresas com diploma de mestrado na área	Selecionar um funcionário para receber bolsa de mestrado e contratar outro com mestrado na área

Partindo das ações identificadas através do desdobramento das estratégias, a empresa de *e-commerce*, consegue responder às questões colocadas anteriormente em cada uma das perspetivas e, assim, perceber quais os projetos que são mais adequados aos objetivos.

- **Importância técnica/pesquisa e desenvolvimento**

A decisão estratégica é considerada como uma medida de sucesso (Rodney & Sherif, 2002).

Segundo Vargas (2010), é essencial que haja conhecimento técnico para que um projeto possa ser realizado. Assim, caso existiam critérios ou objetivos relacionados com o processo de aprendizagem e desenvolvimento de novos conhecimentos organizacionais, devem estar, na perspectiva do autor, associados ao conjunto de critérios estratégicos da organização.

- **Strategic Buckets**

A técnica *Strategic Buckets* é, segundo Cooper (2001), uma técnica através da qual, a administração faz divisões em várias dimensões, com base nos objetivos, visão e estratégia da empresa. Estas dimensões são, segundo o autor, *buckets* que podem representar, por exemplo, linha de produtos, mercado e tipo de projeto.

Assim, são criados diferentes *buckets* onde, após uma primeira classificação, serão alocados projetos e seguidamente avaliados através de um índice financeiro, do valor económico esperado ou através de um modelo de *scoring* (Cooper et al., 2001).

Considerando o exemplo dado por Chao e Kavadias (2008), é possível observar-se quatro *buckets* estratégicos (Figura 32): tecnologias avançadas, redução de custos, melhorias e modificações e novos produtos.

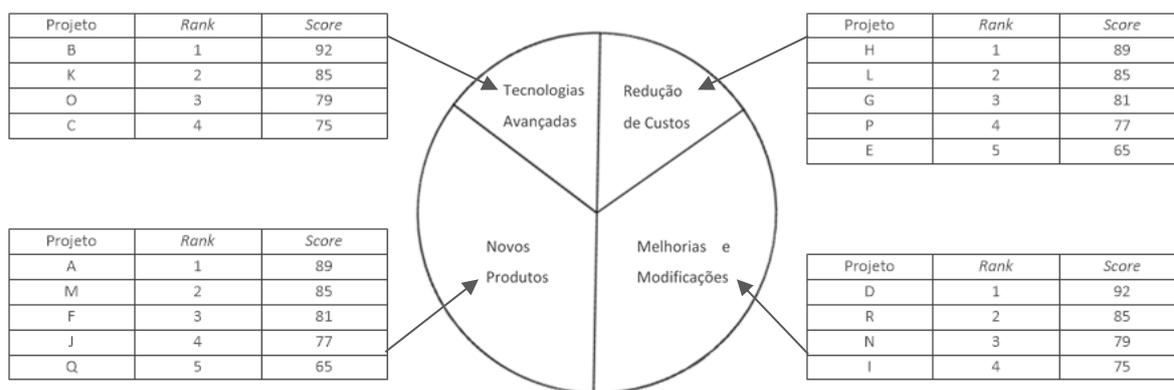


Figura 32 - Exemplo da técnica de *buckets* estratégicos  
(adaptado de (Chao & Kavadias, 2008))

Segundo os autores, o objetivo principal dos *buckets* estratégicos é criar partições não permeáveis entre programas de pesquisa e desenvolvimento para garantir o acesso a recursos para projetos que, aparentemente, não são atraentes para os métodos de avaliação de projetos comumente utilizados. Chao e Kavadias (2008), salientam que o VAL ou análises de opções reais, tendem a desfavorecer a tecnologia avançada devido ao aumento do risco (alta probabilidade de falha) e aos retornos associados a esses projetos revolucionários para além de que são ferramentas de difícil utilização quando se trata de projetos de ponta uma vez que os dados podem não ser confiáveis ou altamente tendenciosos. Assim, o objetivo de um *bucket* estratégico é “proteger” recursos para projetos revolucionários de pesquisa e desenvolvimento (Chao & Kavadias, 2008).

Numa primeira etapa de priorização, recorre-se à divisão dos tipos de projeto e, numa segunda etapa de priorização, de entre os projetos do mesmo tipo recorre-se a técnicas de avaliação como índice financeiro, do valor económico esperado ou através de um modelo de *scoring* para a seleção do melhor projeto.

O objetivo primordial dos *buckets* é conseguir priorizar projetos que, de outra forma, não seriam selecionados. De forma ilustrativa, considere-se que não eram utilizados *buckets* estratégicos, sendo todos os projetos avaliados com a mesma técnica e, posteriormente, comparados. Como normalmente os projetos de inovação são projetos de elevado risco e sugerem gastos mais elevados, nunca seriam priorizados em detrimento de outros com menos riscos. Assim, a utilização de *buckets* estratégicos permite priorizar, pelo menos, um projeto de cada balde e, dessa forma, dar oportunidade a projetos que, de outra forma, não seriam executados.

- **Tabela Estratégica**

Spradlin e Kutoloski (1999) desenvolveram uma tabela (estratégica) para ajudar a evitar deficiências na seleção de projetos, ou seja, comparam estratégias alternativas (Figura 33).



Figura 33 - Processo de criação da tabela estratégica  
(adaptada de (Spradlin & Kutoloski, 1999))

De uma forma mais elaborada, os autores explicam que este processo se inicia pela identificação de oportunidades, tendo em conta, para cada uma delas, a sua atividade atual e a atividade futura, e os recursos já alocados e a alocar no futuro. Posteriormente, cada oportunidade é classificada como projetos *doomed*, *equivocal* ou *favorite*; sendo os projetos *doomed*, projetos em que o decisor não está disposto a alocar recursos; os *equivocal*, projetos em que surge a indecisão sobre o *go/kill* do projeto; e os *favorite*, que são os projetos em que o decisor pretende prosseguir com as atividades atuais e futuras, independentemente dos resultados de qualquer análise. Esta categorização evidenciada pelos autores, permite clarificar quais os projetos que se encontram para seleção – projetos *equivocal*. Desta forma, os recursos alocados para os favoritos devem ser subtraídos ao orçamento e o restante ficará disponível para os projetos *equivocal*. Para cada dificuldade encontrada nos projetos *equivocal*, serão identificadas duas alternativas (nulas e impetuosas) e ainda efetuadas estimativas dos recursos que deveriam ser alocados para cada uma delas. Uma sessão de *brainstorming* é útil, uma vez que pode gerar potencialmente interessantes para os projetos, permitindo que sobressaiam as melhores alternativas e que sejam apresentadas alternativas que não tinham sido pensadas/discutidas antes, e em que uma discussão sem restrições ajuda a clarear relações entre os projetos. Numa terceira parte deste processo, os autores recorrem à criação de estratégias ou portfólios alternativos para que as oportunidades (projetos) individuais sejam avaliados e agrupados num portfólio candidato. Devido ao facto de a estratégia implicar um conjunto de decisões, a tabela estratégica fica completa apenas quando especificada, sendo as alternativas executáveis para as várias decisões agrupadas em portfólio (Spradlin & Kutoloski, 1999).

- **Instrumento Estratégico: Questionário**

Jiang e Klein (1999) projetaram um instrumento que permite analisar os critérios de seleção de projeto em relação à posição das organizações numa *grid* (estratégica). Recorrem a um questionário que dividiram em várias partes, duas das quais se destinam à avaliação da relevância estratégica do SI na organização, uma terceira parte para medir a importância de critérios de seleção de projeto de SI, e uma última parte de recolha de dados demográficos.

O questionário consiste em critérios de seleção de projetos de Sistemas de Informação e é descrito de seguida.

### Parte 1 – Importância estratégica dos sistemas de informação

Tabela 23 - Técnica do Instrumento Estratégico Questionário: Parte 1

Em que medida os sistemas de informação existentes são importantes para a organização				
De modo nenhum				Em grande medida
1	2	3	4	5
Em que medida os sistemas de informação planeados para o futuro são importantes para a organização				
De modo nenhum				Em grande medida
1	2	3	4	5

### Parte 2 - Características dos sistemas de informação

Seguidamente, são apresentadas as questões relacionadas com o *status* dos sistemas de informação na organização e respetiva importância (Tabela 24). A maioria das questões compreende duas partes, onde a primeira se refere ao sistema de informação atual, enquanto a segunda se relaciona com os sistemas de informação planeados para o futuro ou atualmente em desenvolvimento. A escala definida é de 1 a 5, ou seja, de “de modo algum” a “em grande medida”.

Tabela 24 - Técnica do Instrumento Estratégico Questionário: Parte 2

Em que medida os sistemas de informação são aplicados para avançar esses FCS?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida os sistemas de informação ajudam a organização a concorrer no mercado?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Em que medida a informação ajuda a organização a aumentar a sua rentabilidade?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida a informação permite à organização desenvolver e fornecer novos produtos ou serviços ou melhorar produtos e serviços?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida os sistemas de informação atendem os níveis de gestão intermediária?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida os sistemas de informação são usados para aplicação administrativa e operacional?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida os SI permitem uma melhoria significativa no estado financeiro da organização, como reduzir os custos de fabricação, minimizar o stock e melhorar os procedimentos para as contas a receber?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Em que medida os SI são críticos para o funcionamento da organização?									
Atual					Futuro				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

### Parte 3 – Critérios utilizados para selecionar um projeto de sistema de informação

Nesta secção o inquirido, a partir da sua perspetiva, avalia a importância de cinco categorias de critérios de seleção de projetos de sistemas de informação, usando a seguinte escala de classificação:

- Não é importante (1);
- Superficialmente importante (2);
- Um pouco importante (3);
- Importante (4);
- Muito importante (5).

Tabela 25 - Técnica do Instrumento Estratégico Questionário: Parte 3

<b>Critérios económicos e financeiros</b>	1	2	3	4	5
Rácio de benefício/custo					
Taxa de retorno					
Contribuição da rentabilidade, por exemplo, reduzindo o custo de produção, minimizando o <i>stock</i>					
Taxa de crescimento					
Período de retorno					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Critérios organizacionais/institucionais</b>	1	2	3	4	5
Contribuição para objetivos/objetivos organizacionais					
Ajudar a organização a concorrer no mercado					
Decisões políticas internas (por exemplo, preferência pessoal dos decisores)					
Importância para a organização para o sucesso futuro					
Importância para o funcionamento da organização					
Efeito de relações públicas (por exemplo, melhorar a imagem corporativa)					
Importância para os fatores críticos de sucesso da organização					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Critérios ambientais</b>	1	2	3	4	5
Obrigatório por regulamentos (por exemplo, Federal, Estado)					
A resposta à concorrência (por exemplo, o tempo de resposta deve ser igual ou melhor aos concorrentes)					
Requerido por clientes/fornecedores					
Novos padrões da indústria					
O processo requer informações					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Critérios técnicos</b>	1	2	3	4	5
Projeto isolado, simples e modular					
Alta visibilidade do projeto					
Subsistema básico do sistema					
Módulo básico para operações (por exemplo, sistema base de dados)					
Disponibilidade de pessoal qualificado					
Disponibilidade de tecnologia necessária					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Considerações da informação/decisão</b>	1	2	3	4	5
Contribuição para a qualidade da tomada de decisões para a administração					
Melhor informação					
Informação fácil de assimilar					
Disponibilidade mais rápida					
A importância geral dos critérios acima mencionados					

<b>Fatores de risco</b>	1	2	3	4	5
Risco técnico (por exemplo, grau de conhecimento de ambos, utilizador e equipa da nova aplicação proposta)					
Estrutura de risco (por exemplo, mudança de estrutura organizacional, procedimentos)					
Riscos de excesso de custos					
Riscos de tamanho (por exemplo, número de projetos de utilizadores envolvidos, tempo de projeto estimado)					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Consideração administrativa</b>	1	2	3	4	5
Aceitação política					
Compreensão, cooperação e compromisso do utilizador final com o projeto					
Suporte de gestão superior					
Corresponder com o interesse dos utilizadores/carga de trabalho					
Suporte de gestão médio					
A importância geral dos critérios acima mencionados					
<b>Outros critérios (por favor, especifique)</b>	1	2	3	4	5
Importância geral dos critérios acima mencionados					

#### **Parte 4 – Informação demográfica**

Esta secção inclui diversa informação demográfica.

**1. Qual a melhor descrição da sua posição atual? (Se for relacionado com SI)**

- a) Equipa de suporte técnico
- b) Analista de sistema
- c) Líder de projeto de SI
- d) Departamento de SI/Gestor de divisão
- e) Executivo de SI

**2. Qual a melhor descrição da sua posição administrativa atual? (Se não for relacionado com SI)**

- a) Executivo como parte da alta administração
- b) Gestor de divisão
- c) Gestor assistente
- d) Profissional empresarial/técnico

**3. Esteve envolvido na decisão de seleção de projetos de SI para desenvolvimento no passado?**

- a) Sim
- b) Não

- 4. Quem está envolvido na seleção de projetos de SI na sua organização?**
- a) Alta administração
  - b) Áreas funcionais de gestão
  - c) Gestores do departamento de SI
  - d) Líderes de projetos de SI
  - e) Pessoal técnico
  - f) Utilizadores finais
  - g) Outros: \_\_\_\_\_
- 5. Género:**
- a) Masculino
  - b) Feminino
- 6. Idade:**
- a) <30
  - b) 30 até 40
  - c) 40 até 50
  - d) >50
- 7. Receitas brutas anuais aproximadas da sua organização:**
- a) Menos de 1 milhão
  - b) 1-50 milhões
  - c) 51-250 milhões
  - d) 250 milhões-1 bilião
  - e) 1-5 biliões
  - f)  $\geq$  6 biliões
- 8. Qual o número de funcionários relacionados com SI na sua localização?**
- a) < 10
  - b) 10 - 49
  - c) 50 - 99
  - d) 100 - 249
  - e) 250 - 999
  - f)  $\geq$  1000
- 9. A sua organização tem comissão de direção formal para selecionar os projetos de SI para desenvolvimento?**
- a) Sim
  - b) Não

### 3) Abordagem Analítica

Rodney e Sherif (2002) caracterizam a abordagem analítica como sendo uma abordagem estruturada, mas de natureza subjetiva incluindo, muitas vezes, fatores tangíveis e intangíveis. Acrescentam ainda que é uma abordagem capaz de reconhecer o risco do projeto.

Assim sendo, na abordagem analítica são englobadas as seguintes técnicas (Figura 34): *Scoring Models*; Análise de Riscos; e Lógica Difusa.

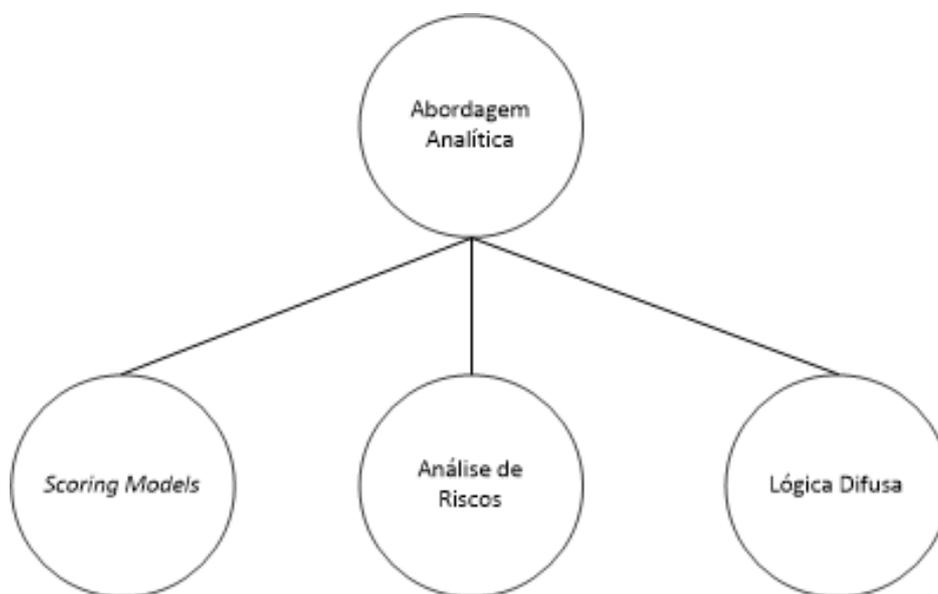


Figura 34 - Técnicas analíticas

- **Scoring models**

Os *scoring models* oferecem uma alternativa para incluir fatores de sucesso como critérios para seleção e priorização de projetos (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007). Na elaboração destes modelos parte-se de uma lista de fatores reconhecidos como relevantes (que variam com a empresa), aos quais podem ser atribuídos pesos que reflitam a sua importância relativa e, seguidamente, atribuem-se notas a cada um dos fatores, em escalas que vão normalmente de 1 a 5 ou de 1 a 10.

A soma das notas de todos os fatores multiplicadas pelos respetivos pesos, corresponde ao “índice de atratividade do projeto”, que poderá ser comparado nas etapas de decisão “passa/não passa” (*go/kill stages*) (Rabechini Jr. & Carvalho, 2007).

No exemplo que se segue (Tabela 26 e 27), pode observar-se qual a contribuição/importância de cada projeto relativamente a cada objetivo, considerando uma escala de 1 a 5.

Tabela 26 - Escala

1	Contribuição muito pequena
2	Contribuição pequena
3	Contribuição moderada
4	Contribuição grande
5	Contribuição muito grande

Tabela 27 - Exemplo da aplicação da técnica *Scoring Models*

	Objetivo 1 (Peso = 35)	Objetivo 2 (Peso = 25)	Objetivo 3 (Peso = 40)	índice de atratividade do projeto
Projeto 1	3	4	2	$(3 \times 35) + (4 \times 25) + (2 \times 40) = 285$
Projeto 2	5	1	3	$(5 \times 35) + (1 \times 25) + (3 \times 40) = 320$
Projeto 3	1	4	5	$(1 \times 35) + (4 \times 25) + (5 \times 40) = 335$
Projeto 4	3	5	2	$(3 \times 35) + (5 \times 25) + (2 \times 40) = 310$

Concluindo, o projeto que se verifica ser mais atrativo é o Projeto 3.

- **Análise de riscos**

Surgida em 1959, a análise de riscos foi desenvolvida e aplicada no âmbito militar, com o intuito de verificar os riscos nos sistemas de lançamento de mísseis. A análise foi, assim, a forma utilizada para eliminar situações perigosas e garantir que medidas preventivas fossem implementadas para prevenir acidentes e os seus custos.

A análise de riscos tem como objetivo determinar o risco que a organização corre ao realizar o projeto (Vargas, 2010). Tal risco pode ter um impacto negativo sobre os objetivos da organização, constituindo uma ameaça ou, por outro lado, pode ter um impacto positivo, significando uma oportunidade para a organização (PMI, 2013).

De acordo com o PMI (PMI, 2013), após processos como o planeamento de gestão de riscos e identificação de riscos, são tipicamente realizados dois tipos de análise, entre os quais (PMI, 2013):

### **1) Análise qualitativa de riscos**

A análise qualitativa de riscos consiste na avaliação dos riscos para mensurar qual a probabilidade de cada um deles ocorrer e qual o possível impacto desse evento no ciclo de vida do projeto. O PMI (PMI, 2013) salienta que o principal benefício deste processo é o facto de permitir que os gestores de projeto reduzam o nível de incerteza e se concentrem em riscos de alta prioridade.

As ferramentas para a análise qualitativa dos riscos são (PMI, 2013):

- Probabilidade do risco e Avaliação do impacto;
- Matriz de Probabilidade e Impacto;
- Avaliação de Qualidade dos Dados sobre riscos;
- Categorização do Risco;
- Avaliação da Urgência dos Riscos;
- Opinião especializada.

#### **1.1) Probabilidade do risco e Avaliação do impacto**

Enquanto a avaliação da probabilidade do risco investiga a probabilidade de ocorrência de cada risco, a avaliação do impacto investiga o efeito potencial sobre um objetivo do projeto como o tempo, custo, qualidade ou desempenho.

Segundo o PMI (PMI, 2013), a avaliação dos riscos pode ser feita através de entrevistas ou reuniões, sendo a sua probabilidade e impacto classificados através de um domínio específico, por exemplo:

Probabilidade	Impacto
1 – Muito Baixa	1 – Muito Baixo
2 – Baixa	2 – Baixo
3 – Média	3 – Médio
4 – Alta	4 – Alto
5 – Muito Alta	5 – Muito Alto

Os níveis atribuídos a cada risco são justificados por detalhes explicativos registrados nas entrevistas ou reuniões.

### 1.2) Matriz de Probabilidade e Impacto

A matriz probabilidade e impacto tem como principal objetivo priorizar o tratamento dos riscos e, para isso, especifica combinações de probabilidade e impacto que levam a classificar os riscos como baixa, moderada ou alta prioridade. Os termos descritivos ou valores numéricos podem ser usados dependendo da preferência organizacional.

Considerando o domínio apresentado no ponto 1.1, a Tabela 28 apresenta um exemplo:

Tabela 28 - Exemplo de análise de riscos: Matriz de Probabilidade e Impacto

		Matriz de Probabilidade x Impacto				
Probabilidade						
5	5	10	15	20	25	
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	
2	2	4	6	8	10	
1	1	2	3	4	5	
Impacto	1	2	3	4	5	

Neste caso, a área verde representa baixo risco, a área cinza representa risco moderado e, por fim, a área vermelha representa alto risco. Assim, os riscos que obtiverem

valores pertencentes à área vermelha, são riscos de alta prioridade. Contrariamente, os riscos que obtiverem valores pertencentes à área verde, são riscos de baixa prioridade.

Da mesma forma, no caso de os riscos representarem oportunidades, os que obtiverem valores pertencentes à área vermelha, devem ser considerados prioritários (alta prioridade).

### **1.3) Avaliação de Qualidade dos Dados sobre riscos**

Segundo o PMI (PMI, 2013), a avaliação de qualidade dos dados sobre riscos é uma técnica para avaliar o grau em que os dados são uteis para a gestão de riscos. Trata-se então de examinar o grau em que o risco é compreendido e a precisão, qualidade, confiabilidade e integridade dos dados sobre o risco. Esta avaliação é primordial dado que o uso de dados de baixa qualidade pode levar a uma análise qualitativa de pouca utilidade para o projeto e, até mesmo, comprometê-lo.

### **1.4) Categorização do Risco**

Os riscos para o projeto podem ser categorizados por fontes de risco (por exemplo, usando uma Risk Breakdown Structure), a área do projeto afetada (por exemplo, usando Work Breakdown Structure) ou outras categorias úteis (por exemplo, fase do projeto) para determinar as áreas do projeto mais expostas aos efeitos da incerteza. Os riscos também podem ser categorizados por causas-raiz comuns, uma técnica que ajuda a determinar pacotes de trabalho, atividades, fases do projeto ou até mesmo papéis no projeto, o que pode levar ao desenvolvimento de respostas eficazes ao risco.

### **1.5) Avaliação da Urgência dos Riscos**

Os riscos que exigem respostas a curto prazo podem ser considerados os mais urgentes. De acordo com o PMI (2013), os indicadores de prioridade podem incluir a probabilidade de detetar o risco, o tempo para efetuar uma resposta a riscos, sintomas e sinais de alerta e a classificação dos riscos.

A avaliação da urgência do risco, em alguns casos, é combinada com a classificação de risco que é determinada a partir da matriz de probabilidade e impacto.

### **1.6) Opinião Especializada**

A opinião de especialistas é necessária para avaliar a probabilidade e o impacto de cada risco para determinar a sua localização na matriz de probabilidade e impacto. Os especialistas são, de acordo com o PMI (PMI, 2013), aqueles que têm experiência com projetos semelhantes e/ou recentes.

Esta opinião é obtida através de consultas individuais, discussões de grupo ou pesquisas de opinião.

## **2) Análise quantitativa de riscos**

A análise quantitativa de riscos consiste em identificar numericamente os impactos dos riscos identificados. Este processo irá resultar em valores estimados de impacto no orçamento, no cronograma ou em outro ponto do projeto para que a partir desses resultados se possa tanto mensurar os possíveis impactos totais dos riscos ao projeto, como tomar melhores decisões relativas aos riscos.

As ferramentas utilizadas para realizar a análise quantitativa são (PMI, 2013):

- Recolha de Dados e Técnicas de Representação;
- Análise Quantitativa de Riscos e Técnicas de Modelação;
- Opinião Especializada.

### **2.1) Recolha de Dados e Técnicas de Representação**

Relativamente à recolha de dados e técnicas de representação tem-se:

- Entrevistas;
- Distribuições de Probabilidade.

#### **2.1.1) Entrevistas**

As técnicas de entrevista baseiam-se na experiência e nos dados históricos para quantificar a probabilidade e o impacto dos riscos nos objetivos do projeto. Assim, são selecionados os *stakeholders* mais representativos, mais afetos a cada risco identificado e priorizado, para que sejam entrevistados com o objetivo de se realizar uma quantificação do impacto em termos de custo e/ou prazo.

Segundo o PMI (PMI, 2013), as informações necessárias dependem do tipo de distribuições de probabilidade que serão usadas.

### 2.1.2) Distribuições de Probabilidade

As distribuições de probabilidade incluem (PMI, 2013):

**Distribuições Contínuas**, amplamente utilizadas na modelação e simulação, representam a incerteza em valores, tais como duração das atividades do cronograma e custo das componentes do projeto.

Dois exemplos de distribuição contínua são a **distribuição triangular** e **beta** que, retratam formas que são compatíveis com os dados normalmente desenvolvidos durante a análise de risco quantitativa.

**Distribuições Discretas**, que podem ser usadas para representar eventos incertos, como o resultado de um teste ou um possível cenário numa árvore de decisão.

**Distribuições Uniformes**, que podem ser usadas se não houver nenhum valor óbvio que seja mais provável do que qualquer outro entre limites altos e baixos especificados, como no estágio de conceção inicial do projeto.

## 2.2) Análise Quantitativa de Riscos e Técnicas de Modelação

As técnicas de modelação e análise quantitativa de riscos mais usadas são (PMI, 2013):

- Análise de Sensibilidade;
- Análise do Valor Monetário Esperado;
- Modelação e Simulação;

### 2.2.1) Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade ajuda a determinar quais os riscos que têm maior impacto no projeto e, conseqüentemente, a entender como as variações nos objetivos do projeto se correlacionam com variações em diferentes incertezas.

Por outro lado, examina até que ponto a incerteza de cada elemento do projeto afeta o objetivo que está a ser estudado, quando todos os outros elementos incertos são mantidos nos seus valores base.

É comum, na análise de sensibilidade, ser utilizado o diagrama de tornado (Figura 35), que é útil quer para comparar a importância relativa e o impacto de variáveis que têm um alto grau de incerteza com aqueles que são mais estáveis, quer para a análise de cenários de risco cuja análise quantitativa destaca benefícios possíveis maiores do que os correspondentes impactos negativos identificados.

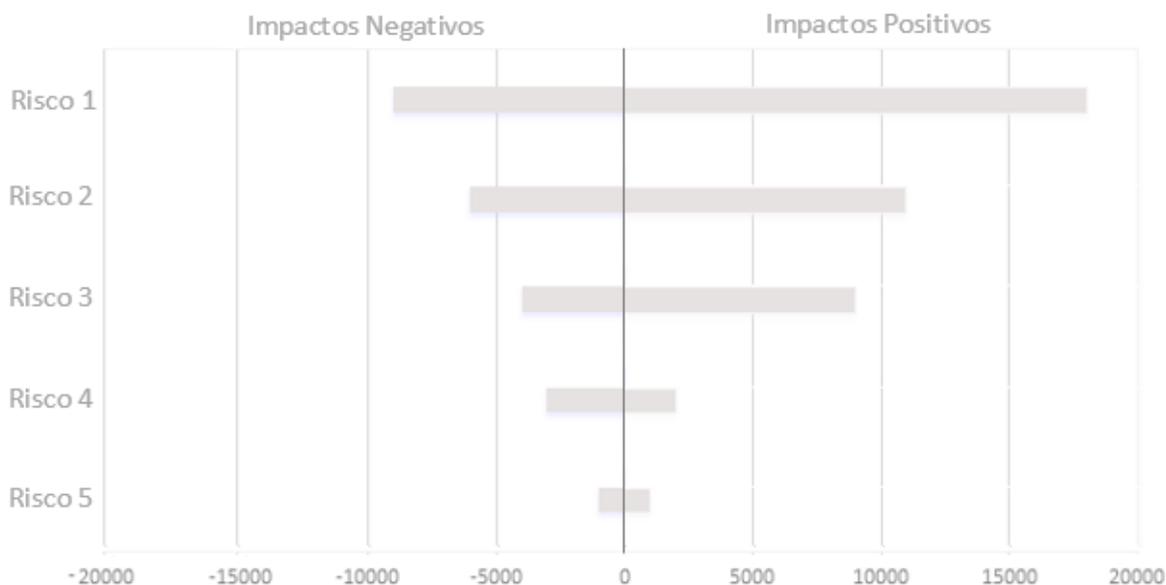


Figura 35 - Exemplo de um Diagrama Tornado  
(adaptada de (PMI, 2013))

Num diagrama de tornado, o eixo Y contém cada tipo de incerteza em valores de base e o eixo X contém o *spread* ou correlação da incerteza com a saída estudada. Na Figura 28, cada incerteza contém uma barra horizontal e é ordenada verticalmente para mostrar incertezas com um *spread* decrescente a partir dos valores base.

Num exemplo prático, considere-se que um projeto de desenvolvimento do sistema XPTO, tendo como dados de entrada, as estimativas de duração (em horas) e o custo (€/hora) para as atividades de análise, desenvolvimento e testes (Tabela 29).

Tabela 29 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Dados

	Otimista	Mais provável	Pessimista
Horas de Análise	120	270	420
Horas de Desenvolvimento	460	520	600
Horas de Testes	120	180	240
Custo/Hora Análise	-60€	-70€	-78€
Custo/Hora Desenvolvimento	-80€	-110€	-150€
Custo/Hora Testes	-15€	-50€	-80€

Primeiramente calculam-se as previsões do custo total do projeto, que neste caso será a soma das horas multiplicadas pelos seus custos:

**Estimativa de Custo Total** = (Horas de Análise × Custo/Hora Análise) + (Horas de Desenvolvimento × Custo/Hora Desenvolvimento) + (Horas de Testes × Custo/Hora Testes).

Para se fazer o cálculo das previsões financeiras do projeto, calcula-se, para cada uma destas variáveis (Horas de análise, Custo/Hora de Análise, etc.), o custo do projeto no caso de somente a variável em questão sofrer variação, porém todas as outras variáveis ficam nas estimativas mais prováveis. Por outras palavras, calcula-se o custo total do projeto usando a fórmula acima para cada um dos cenários, assumindo o valor mais provável das estimativas para todas as variáveis da fórmula, exceto para a que está a ser testada, para os cenários otimista e pessimista.

Para se calcular, por exemplo, a primeira célula da coluna Otimista, os valores a serem considerados são os assinalados na Tabela 30.

Tabela 30 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Cálculo das Horas de Análise

	Otimista	Mais provável	Pessimista
Horas de Análise	120	270	420
Horas de Desenvolvimento	460	520	600
Horas de Testes	120	180	240
Custo/Hora Análise	-60€	-70€	-78€
Custo/Hora Desenvolvimento	-80€	-110€	-150€
Custo/Hora Testes	-15€	-50€	-80€

Os valores das três primeiras células (previsões/estimativas das variáveis) serão considerados para calcular o custo total estimado do projeto nos cenários otimista, mais provável e pessimista.

Assim, o procedimento a realizar-se para calcular a estimativa do custo total do projeto pela ótica das “Horas de Análise” é:

$$\text{Custo Total}(\text{Horas de Análise}) = (120 \times 70) + (520 \times 110) + (180 \times 50) = 74600\text{€}$$

Da mesma forma, calcula-se para as restantes células do cenário Otimista:

$$\text{Custo Total}(\text{Horas de Desenvolvimento}) = (270 \times 70) + (460 \times 110) + (180 \times 50) = 78500\text{€}$$

$$\text{Custo Total}(\text{Horas de Testes}) = (270 \times 70) + (520 \times 110) + (120 \times 50) = 82100\text{€}$$

$$\text{Custo Total}\left(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Análise}\right) = (60 \times 270) + (110 \times 520) + (50 \times 180) = 82400\text{€}$$

$$\text{Custo Total}\left(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Desenvolvimento}\right) = (70 \times 270) + (80 \times 520) + (50 \times 180) = 69500\text{€}$$

$$\text{Custo Total}\left(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Testes}\right) = (70 \times 270) + (110 \times 520) + (15 \times 180) = 78800\text{€}$$

Seguidamente, é calculada a variação do Custo por Hora dos Testes no cenário Pessimista, considerando-se os valores assinalados na Tabela 31.

Tabela 31 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Cálculo do Custo/Hora

	Otimista	Mais provável	Pessimista
Horas de Análise	120	270	420
Horas de Desenvolvimento	460	520	600
Horas de Testes	120	180	240
Custo/Hora Análise	-60€	-70€	-78€
Custo/Hora Desenvolvimento	-80€	-110€	-150€
Custo/Hora Testes	-15€	-50€	-80€

Assim, faz-se:

$$\text{Custo Total}\left(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Análise}\right) = (270 \times 78) + (520 \times 110) + (180 \times 50) = 87260\text{€}$$

Da mesma forma, calcula-se para as restantes células do cenário Pessimista:

$$\text{Custo Total}\left(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Desenvolvimento}\right) = (270 \times 70) + (520 \times 150) + (180 \times 50) = 105900\text{€}$$

$$\text{Custo Total}(\frac{\text{Custo}}{\text{Hora}} \text{ Testes}) = (270 \times 70) + (520 \times 110) + (180 \times 80) = 90500\text{€}$$

$$\text{Custo Total}(\text{Hora de Análise}) = (420 \times 70) + (520 \times 110) + (180 \times 50) = 95600\text{€}$$

$$\text{Custo Total}(\text{Hora de Desenvolvimento}) = (270 \times 70) + (600 \times 110) + (180 \times 50) = 93900\text{€}$$

$$\text{Custo Total}(\text{Hora de Testes}) = (270 \times 70) + (520 \times 110) + (240 \times 50) = 88100\text{€}$$

O cenário “Mais provável”, vai possuir sempre o mesmo valor, ou seja, a média, havendo apenas variações para os cenários “Otimista” e “Pessimista”.

Concluindo, obtém-se seguinte Tabela 32.

Tabela 32 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Cálculos Completos

	Otimista	Mais provável	Pessimista
Parâmetro: Horas de Análise	-74600€	- 85100€	- 95600€
Parâmetro: Horas de Desenvolvimento	-78500€	- 85100€	- 93900€
Parâmetro: Horas de Testes	-82100€	- 85100€	- 88100€
Parâmetro: Custo/Hora Análise	-82400€	- 85100€	- 87260€
Parâmetro: Custo/Hora Desenvolvimento	-69500€	- 85100€	- 105900€
Parâmetro: Custo/Hora Testes	-78800€	- 85100€	- 90500€

Nesta fase, o que é necessário fazer-se é encontrar a amplitude entre os cenários otimistas e pessimistas de cada cenário e calcular a percentagem de variação, ou seja, quais os itens são responsáveis pelos maiores impactos com base nas suas estimativas. Assim, acrescenta-se à tabela 31 as colunas “Amplitude” e “Amplitude^2”, onde (Tabela 33):

Amplitude = Maior Valor – Menor Valor;

Amplitude^2 = Amplitude ao Quadrado.

Tabela 33 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Cálculo da Amplitude e Amplitude^2

	Estimativa do Custo Total pelo Parâmetro				
	Otimista	Mais provável	Pessimista	Amplitude	Amplitude^2
Parâmetro: Horas de Análise	-74600€	- 85100€	- 95600€	21000€	441000000€
Parâmetro: Horas de Desenvolvimento	-78500€	- 85100€	- 93900€	15400€	237160000€
Parâmetro: Horas de Testes	-82100€	- 85100€	- 88100€	6000€	36000000€
Parâmetro: Custo/Hora Análise	-82400€	- 85100€	- 87260€	4860€	23619600€
Parâmetro: Custo/Hora Desenvolvimento	-69500€	- 85100€	- 105900€	36400€	1324960000€
Parâmetro: Custo/Hora Testes	-78800€	- 85100€	- 90500€	11700€	136890000€
					2199629600€

Seguidamente, é necessário adicionar mais uma coluna correspondente à percentagem que a Amplitude<sup>2</sup> representa do seu total, sendo:

$$\%Variação = \frac{Amplitude^2}{Somas\ das\ Amplitudes^2}$$

Assim tem-se (Tabela 34):

Tabela 34 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Cálculo da %Variação

	Otimista	Mais provável	Pessimista	Amplitude	Amplitude <sup>2</sup>	%Variação
Parâmetro: Horas de Análise	-74600€	- 85100€	- 95600€	21000€	441000000€	20%
Parâmetro: Horas de Desenvolvimento	-78500€	- 85100€	- 93900€	15400€	237160000€	10,8%
Parâmetro: Horas de Testes	-82100€	- 85100€	- 88100€	6000€	36000000€	1,6%
Parâmetro: Custo/Hora Análise	-82400€	- 85100€	- 87260€	4860€	23619600€	1,1%
Parâmetro: Custo/Hora Desenvolvimento	-69500€	- 85100€	- 105900€	36400€	1324960000€	60,2%
Parâmetro: Custo/Hora Testes	-78800€	- 85100€	- 90500€	11700€	136890000€	6,2%
					2199629600€	

Após este cálculo, a análise de sensibilidade está praticamente pronta, faltando criar apenas o Diagrama de Tornado, tendo sempre em atenção que a lista é ordenada pela % de variação. Assim, o Diagrama Tornado resulta na Figura 36.

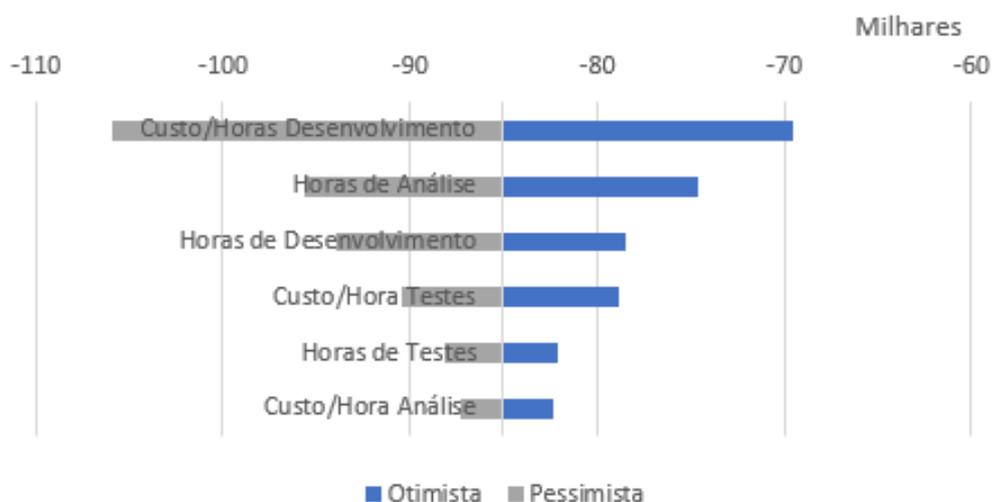


Figura 36 - Exemplo de um Diagrama Tornado: Representação dos resultados

Assim, é possível chegar-se à conclusão que, o “Custo/Horas de Desenvolvimento”, “Quantidade de Horas de Análise” e “Quantidade de Horas de Desenvolvimento” são os itens que possuem maior grau de incerteza e variação nas suas estimativas.

Se for prestada atenção na tabela de estimativas (Tabela 32), é possível observar-se que a variação do Custo das Horas de Desenvolvimento vai de 69500€ no cenário mais otimista para 105900€ no cenário mais pessimista, uma diferença de 36400€. Já o Custo das Horas de Análise varia de 74600€ a 95600€, uma diferença apenas de 21000€.

O Diagrama de Tornado mostra, através de uma representação gráfica que, de todos os cenários e variáveis apresentados e correlacionados, o Custo das Horas de Desenvolvimento é o item mais crítico pelo seu grau de incerteza, portanto com mais risco para o projeto.

### **2.2.2) Análise do Valor Monetário Esperado (VME)**

A análise do Valor Monetário Esperado é, segundo o PMI (PMI, 2013), um conceito estatístico que calcula o resultado médio quando o futuro inclui cenários que podem não acontecer, ou seja, possibilita uma análise sob incerteza.

O valor monetário esperado de oportunidades é, geralmente, expresso com valores positivos, enquanto o de ameaças é expresso com valores negativos.

Para um projeto, o valor monetário esperado é calculado multiplicando o valor de cada resultado possível pela sua probabilidade de ocorrência, ou seja:

$$VME = Probabilidade \times Impacto Financeiro$$

Um uso comum deste tipo de análise é uma análise de árvore de decisão, que será explicado mais aprofundadamente mais à frente.

Passando-se a um exemplo prático, considere-se que um projeto chegou em “cima da hora” e que o prazo solicitado pelo cliente é bastante arriscado. Para analisar o caso são criados dois cenários, o conservador, que provavelmente não atenderia ao prazo e, o cenário agressivo em que se colocam mais recursos humanos para tentar melhorar a probabilidade de sucesso.

Tabela 35 - Exemplo do cálculo do Valor Monetário Esperado: Total de Custos

Total de Custos no cenário conservador	500000€
Total de Custos no cenário agressivo	550000€

Tabela 36 - Exemplo do cálculo do Valor Monetário Esperado: Probabilidades de sucesso e fracasso

<b>Caso 1: não avançar com o projeto</b>	
Probabilidade de Sucesso (Cenário conservador)	30%
Probabilidade de fracasso (Cenário agressivo)	40%
<b>Caso 2: avançar com o projeto</b>	
Probabilidade de Sucesso (Cenário conservador)	60%

Utilizando a árvore de decisão, são então analisados os dois casos. Primeiramente, considere-se o caso 1, não ficar com o projeto.

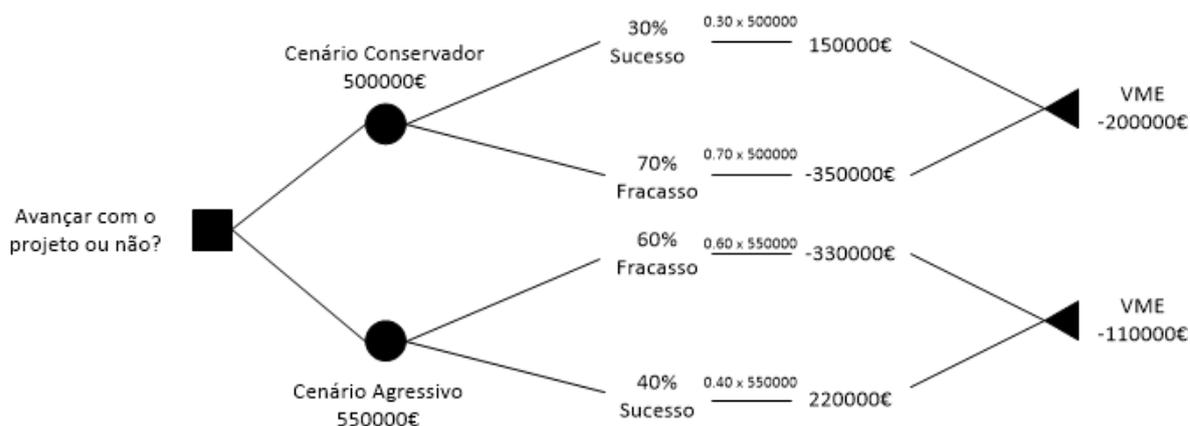


Figura 37 - Exemplo do cálculo VME: não ficar com o projeto

Neste caso, a partir da árvore de decisão (Figura 37), é possível observar-se que, tanto o cenário conservador como o cenário agressivo têm probabilidades altas de fracasso, com prejuízo estimado em -200000€ no cenário conservador e 110000€ no cenário agressivo. Logo, não vale a pena prosseguir o projeto.

No segundo caso - ficar com o projeto - considere-se que se aumenta a probabilidade de sucesso para 60% no cenário conservador (Figura 38).

No cenário agressivo, embora a receita diminua, tem-se 75% de probabilidade de sucesso. Os Valores Monetários Esperados são de 100000€ no cenário conservador, e -275000€ no cenário agressivo. Neste caso, vale a pena ficar com o projeto, principalmente

no cenário agressivo, que pode gerar prejuízos de -137000€ se falhar, mas pode gerar ganhos de 412500€ se tiver sucesso e um valor monetário esperado de 275000€. Já no cenário conservador, ter-se-ia um custo de fracasso de -200000€ contra 300000€ de ganhos. Nos dois cenários há probabilidade de sucesso, mas o melhor é, definitivamente, o cenário agressivo.

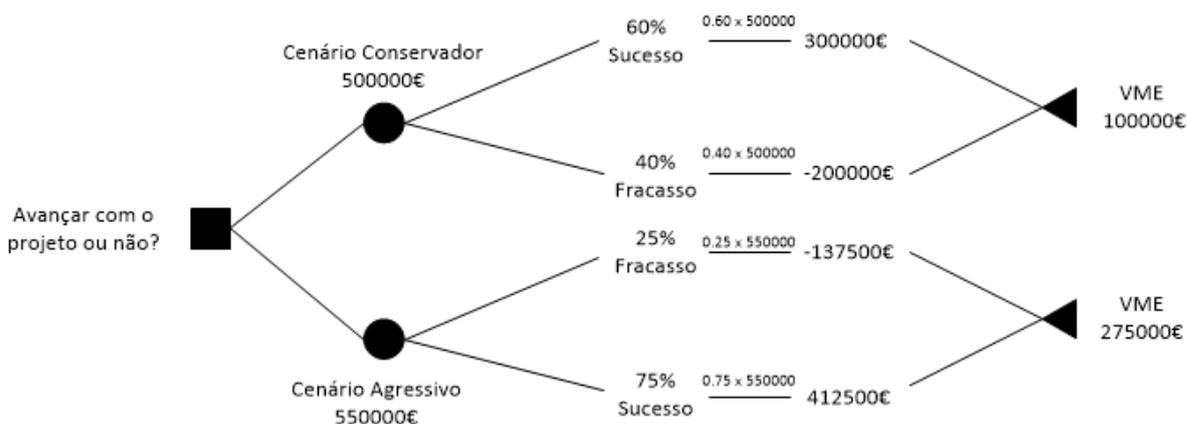


Figura 38 - Exemplo do cálculo VME: ficar com o projeto

### 2.2.3) Modelação e Simulação

A simulação de um projeto utiliza um modelo que traduz as incertezas específicas num nível detalhado do projeto para o seu potencial impacto nos objetivos do mesmo (PMI, 2013). Geralmente, segundo o PMI (PMI, 2013), as simulações podem ser realizadas utilizando a técnica Monte Carlo.

Numa simulação, o modelo de projeto é iterado muitas vezes, com valores de entrada, como por exemplo, estimativas de custo ou durações de atividade, que são escolhidos aleatoriamente para cada iteração a partir das distribuições de probabilidade dessas variáveis. Destas iterações resulta um histograma que calcula, por exemplo, o custo total, que utiliza estimativas de custo e, a data de conclusão (cronograma), cuja análise é realizada com o diagrama de rede do cronograma e estimativas de duração.

Passando-se a um exemplo prático de Soares *et al.* (2007), considere-se que a empresa Gama está a analisar um projeto de investimento de produção e comercialização de um novo equipamento de purificação do ar, com as características apresentadas de seguida na Tabela 37.



Investimento em equipamentos	15.000								
Investimento em N.F.M	6.000								
Valor residual inv. Ativos fixos									14.200
Valor residual inv. N.F.M									6.000
Investimento	36.000								-14.200
<i>Cash-flow</i> Global	-36.000	4.990	5.470	6.190	7.390	8.590	9.790	9.790	21.990
VAL	5.870,2								
TIR	15,5%								

De acordo com a informação apresentada, conclui-se pela viabilidade do investimento, o qual apresenta um VAL de 5.870 u.m. e uma TIR DE 15,5%.

Segundo os autores, os valores apresentados pelos critérios de avaliação do investimento resultam da adoção de valores únicos para cada parâmetro, em cada período de tempo. No entanto, numa situação de incerteza e risco a natureza dos diversos parâmetros pode divergir substancialmente dessa representação. Pelo menos parte dos parâmetros do modelo seria melhor caracterizada através de uma distribuição de probabilidades, de forma a desrever a probabilidade de ocorrência de cada um dos valores. Procedendo-se desta forma, a variabilidade do parâmetro corresponderia à incerteza associada ao seu valor médio.

Admita-se que os valores de cada parâmetro correspondem aos valores mais prováveis, mas que estes parâmetros podem assumir outros valores. Suponha-se que as vendas, os custos das mercadorias vendidas e das matérias consumidas (CMVMC) e o valor de mercado das instalações e do equipamento no final do oitavo ano de atividade se distribuem de forma normal, com um desvio-padrão face ao seu valor médio de 10%, 15% e 20%, respetivamente. Com base nestes pressupostos, o volume de atividade anual oscila entre um mínimo de 26.243 u.m. e um máximo de 80.520 u.m.

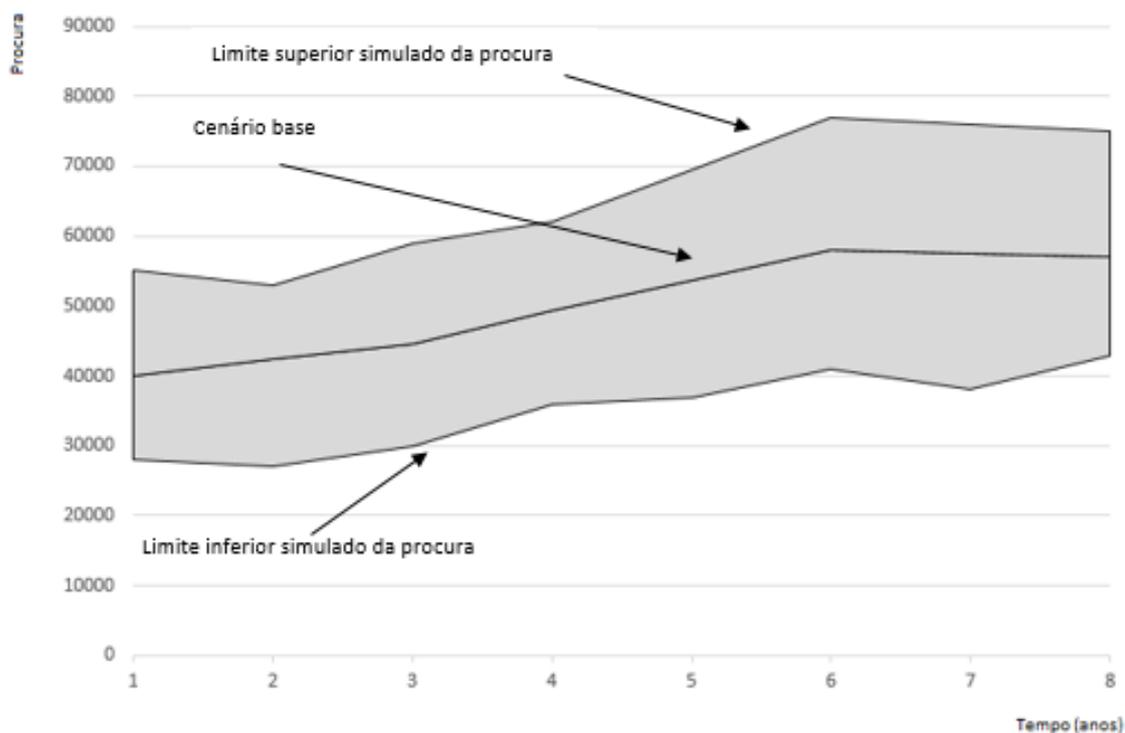


Figura 39 - Exemplo da técnica Monte Carlo: Evolução da procura (limites dos valores simulados e cenário base)  
(adaptada de (Soares et al., 2007))

Processo de operacionalização:

**1º Passo:** Amostragem aleatória

Para cada uma das variáveis aleatórias é gerada uma série de números aleatórios com uma densidade de probabilidade de ocorrência uniforme  $p(x) = 1$ .

**2º Passo:** Método da Transformação Inversa

Os números aleatórios distribuídos uniformemente são transformados numa outra distribuição de probabilidade.

A variável aleatória  $x$  segue uma distribuição  $f(x)$ .

A relação entre a variável uniformemente distribuída  $u$  e a variável  $x$  é dada por:

$X = F^{-1}(u)$ , em que  $F^{-1}$  é a inversa da função de distribuição de probabilidade. O gráfico da Figura 39 retrata o comportamento da função.

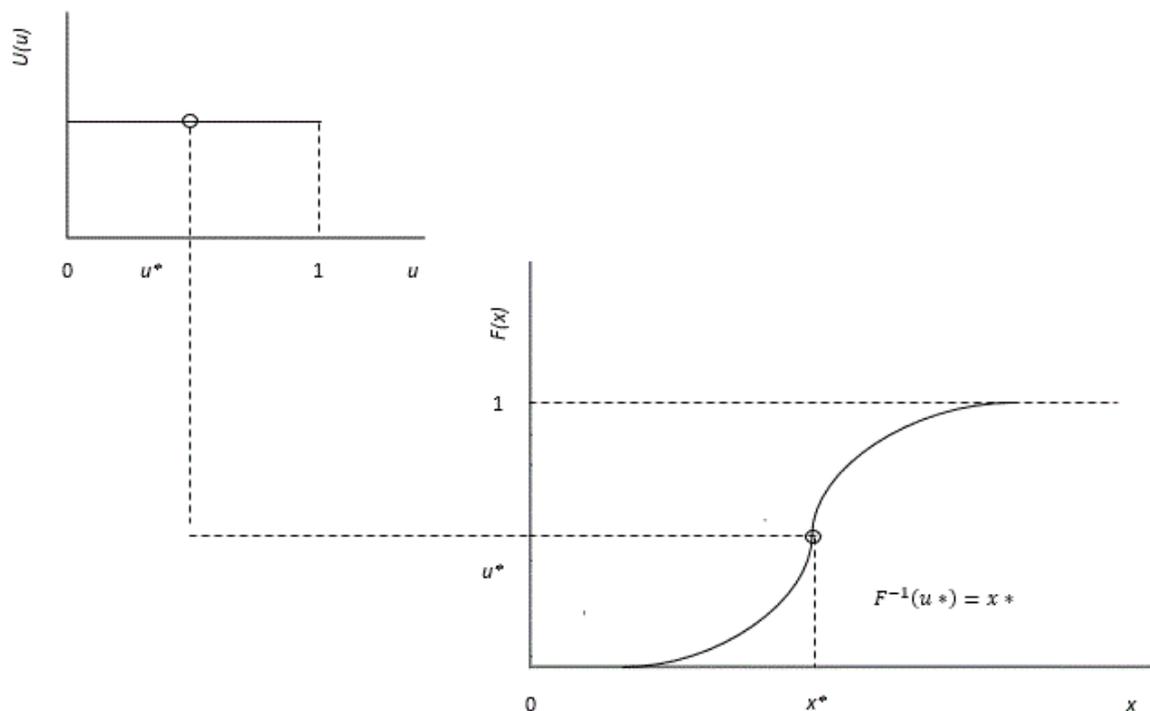


Figura 40 - Exemplo da técnica Monte Carlo: Método da Transformação Inversa

(adaptada de (Soares, Moreira, Pinho, & Couto, 2007))

Na Figura 40, é apresentado o gráfico de frequência que mostra a probabilidade de obtenção de cada um dos valores atuais líquidos do investimento (divididos em 20 intervalos de valores) obtidos através da geração de 1000 simulações do projeto de investimento. A simulação, segundo Soares *et al.* (2007), não apresenta um resultado único mas um intervalo de resultados e a sua probabilidade de ocorrência.

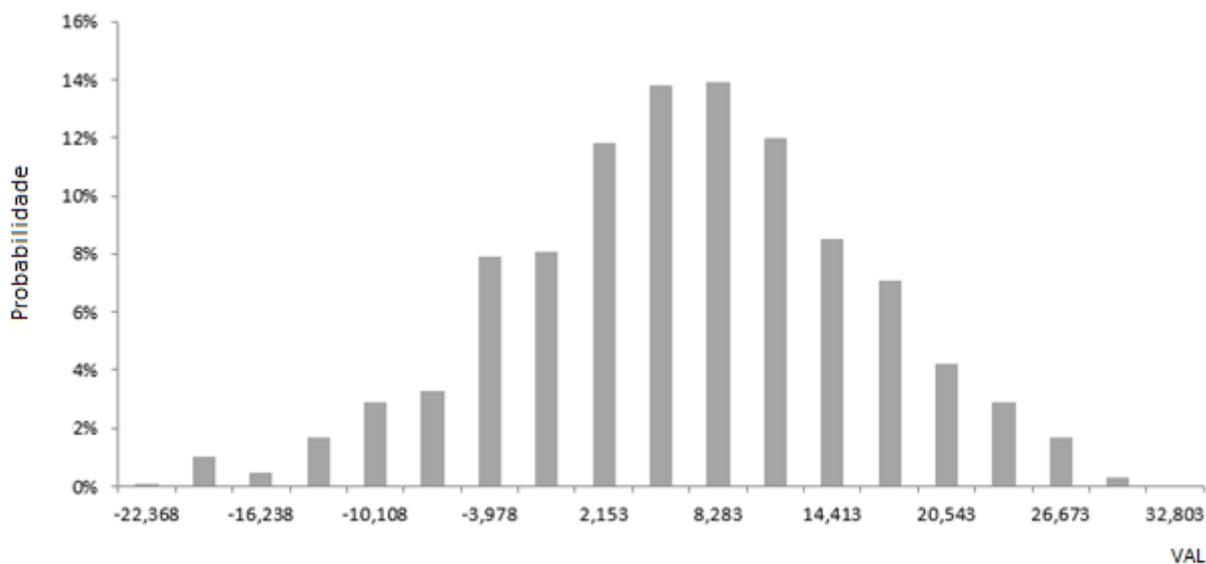


Figura 41 - Exemplo da técnica Monte Carlo: Distribuição de Probabilidades do VAL do Investimento

(adaptada de (Soares et al., 2007))

A probabilidade de se obter um VAL inferior a um determinado valor crítico pode ser obtida a partir da distribuição de probabilidades acumuladas do investimento, que o gráfico seguinte disponibiliza. Como se pode observar pela sua análise, em 26,2% dos casos simulados obtiveram-se valores atuais líquidos negativos, enquanto que em cerca de 52% dos resultados simulados o valor atual líquido é inferior a 5.870 u.m. (valor obtido usando apenas os valores médios), sendo o valor mais baixo do VAL simulado de -23.879 u.m. e o valor máximo de 37.334 u.m.

Segundo Soares *et al.* (2007), este tipo de análise realça a amplitude de resultados possíveis e a probabilidade de se obterem resultados distintos dos que derivam do uso dos valores médios.

A análise Monte Carlo, ao permitir a consideração da interação entre todos os parâmetros do modelo e ao evidenciar a amplitude e a probabilidade de ocorrência dos diversos resultados do investimento, fornece aos decisores uma importante ferramenta de análise de risco.

### **2.3) Opinião Especializada**

A opinião especializada é necessária para identificar potenciais impactos no custo e no cronograma, para avaliar a probabilidade e para definir entradas como distribuições de probabilidade nas ferramentas (PMI, 2013).

De acordo com o PMI (PMI, 2013), a opinião especializada também interfere na interpretação dos dados, tendo o especialista de ser capaz de identificar as fraquezas e os pontos fortes das ferramentas, determinando se estas são ou não apropriadas, tendo em conta as capacidades e cultura da organização.

- **Lógica Difusa**

O termo Lógica Difusa foi introduzido em 1965 com a proposta da teoria de conjuntos difusos por Lotfi A. Zadeh.

A Lógica Difusa é a lógica que suporta os modos de raciocínio que são aproximados em vez de exatos, diferenciando-se dos sistemas lógicos tradicionais pelas suas características e detalhes (Gomide & Gudwin, 1994). Por outras palavras, os autores explicam que esta técnica trata-se de uma lógica que não admite apenas valores exatos (verdadeiro ou falso) como a Lógica Booleana, mas sim valores que variam entre 0 e 1, ou seja, quase verdadeiro (0.9), meia verdade (0.5), quase falso (0.1), etc.

De acordo com Gomide e Gudwin (1994), na teoria de conjuntos clássica, um elemento ou pertence a um conjunto ou não, ou seja, dado um universo  $U$  e um elemento particular  $x \in U$ , o grau de pertinência  $\mu_A(x)$  com respeito a um conjunto  $A \subseteq U$  é dado por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases}$$

A função  $\mu_A(x) : U \rightarrow \{0,1\}$  é chamada de função característica na teoria clássica de conjuntos. A generalização desta ideia é frequentemente utilizada, por exemplo, para a manipulação de dados com erros limitados (Gomide & Gudwin, 1994). Recorrendo a um exemplo de fácil compreensão, considere-se o período de meia-idade que começa aos 35 anos e termina aos 55. Utilizando a lógica clássica, uma pessoa com 34 anos, só iria pertencer a esse grupo após fazer 35 anos. Da mesma forma, uma pessoa com 56 anos não faria parte de tal grupo (Figura 43).

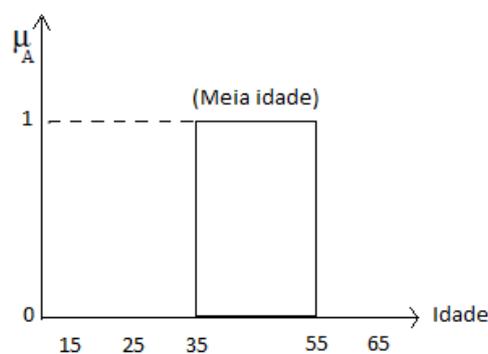


Figura 42 - Exemplo de uma função de pertinência utilizando a lógica clássica

(adaptada de (Gomide & Gudwin, 1994))

No caso da Lógica Difusa, um conjunto *fuzzy* (difuso) A num universo de discurso U, é definido por uma função de pertinência  $\mu_A$  que, segundo Gomide e Gudwin (1994), assume valores num intervalo [0,1]:

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Assim, utilizando o exemplo acima apresentado segundo na Lógica Difusa, pode observar-se que o grau de pertinência que uma pessoa de 25 anos no grupo de meia-idade é muito menor em relação a uma pessoa de 45 anos (Figura 44).

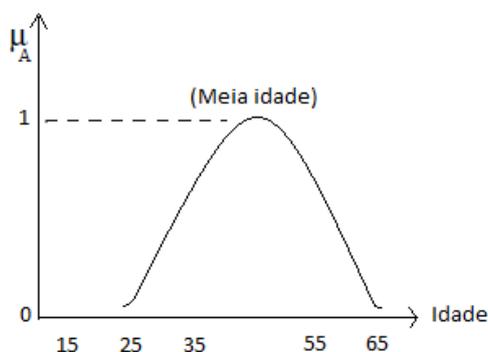


Figura 43 - Exemplo de uma função de pertinência utilizando a lógica difusa

Fonte: Autora

### A) Conjuntos *Fuzzy*

Como visto anteriormente, na lógica clássica os conjuntos são bem definidos, de modo a que um elemento pertence ou não a um conjunto e, se pertencer, pertence só a um. Por outro lado, pela ótica lógica difusa (*fuzzy*), ter-se-ia duas pessoas com certo grau de pertinência aos dois conjuntos, variando entre 0 e 1, ou seja, ter-se-ia a tomada de decisão baseada em fatores mais humanos e maleáveis.

Segundo Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), a lógica *fuzzy*, admite graus parciais de pertinência.

### A1) Representação de conjuntos *fuzzy*

O primeiro passo na representação de conjuntos *fuzzy* é a escolha da função de pertinência (Marro et al., 2010). De acordo com os autores a escolha desta função depende do problema a ser modelado e também da capacidade computacional disponível para processar o que deseja. Se o universo a ser trabalhado for curto, ou contínuo, a aplicação de uma função de pertinência para separar adequadamente os elementos em conjuntos, torna-se muito mais simples.

De forma ilustrativa, considere-se a altura de uma pessoa através de três conjuntos (baixo, médio e alto). Um exemplo para altura seria a Tabela 39.

Tabela 39 - Exemplo da técnica Lógica Difusa: (altura) conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência para alguns valores de x

Grau de pertinência	Alto			Médio			Baixo		
	x=165	x=175	x=185	x=145	x=160	x=175	x=140	x=150	X=160
$\mu_A$	0	0.5	1	0	1	0	1	0.5	1

Neste caso, tem-se o grau de pertinência de cada um sendo analisado em relação aos centímetros. Uma pessoa com menos de 165 centímetros não pode ser considerada nada alta, assim como uma pessoa acima de 160 centímetros não é nada baixa.

### A2) Variáveis linguísticas e modificadores

Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010) definem uma variável linguística (ou *fuzzy*) como uma entidade utilizada para representar de modo impreciso e, portanto, linguístico, um conceito ou um variável de um dado problema. Salientam ainda que, uma variável linguística, admite apenas valores definidos na linguagem *fuzzy* que a está a utilizar, por exemplo:

João é alto

A variável “João” recebe o valor “alto”, que é um dos conjuntos *fuzzy* definidos para esta variável.

Relativamente aos modificadores, são definidos pelos autores como termos ou operações que modificam a forma dos conjuntos *fuzzy* (ou seja, a intensidade dos valores *fuzzy*) citando-se, por exemplo, os advérbios *muito*, *pouco*, *extremamente*, *quase*, *mais* ou

*menos*, entre outros. Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010) acrescentam ainda que, estes advérbios podem ser classificados em *augmentadores*, quando aumentam a área de pertinência de um conjunto *fuzzy* ou, analogamente, *diminuidores*, quando diminuem a área de pertinência de um conjunto *fuzzy*.

### A3) Operações e propriedades em conjuntos *fuzzy*

Assim como na teoria clássica, os conjuntos *fuzzy* obedecem a certas propriedades e podem ser operados de diversas formas (Marro et al., 2010).

Definidas por Zadeh, as operações básicas dos conjuntos *fuzzy*, considerando A e B dois conjuntos *fuzzy* num universo  $U$ , são (Marro et al., 2010):

$$A = \{x, (\mu_A(x))/x \in U\}, \mu_A(x) \in [0,1]$$

$$B = \{x, (\mu_B(x))/x \in U\}, \mu_B(x) \in [0,1]$$

#### Igualdade:

$$A = B \leftrightarrow (\mu_A(x) = \mu_B(x)), \forall x \in U$$

#### Inclusão:

$$A \subseteq B \leftrightarrow (\mu_A(x) \leq \mu_B(x)), \forall x \in U$$

A é, então, um subconjunto *fuzzy* de B.

#### União:

$$A \text{ OR } B = A \cup B = \{(x, \max(\mu_A(x); \mu_B(x)))/x \in U\}$$

Atualmente, a definição da operação união (OR) é utilizada através de uma norma  $S$ , ou seja, um conjunto de funções que obedecem às seguintes propriedades:

- Comutatividade:  $S(a, b) = S(b, a)$
- Associatividade:  $S(a, S(b, c)) = S(S(a, b), c)$
- Monotonicidade: se  $a \leq b$  e  $c \leq d$ , então  $S(a, c) \leq S(b, d)$
- Coerência nos contornos:  $S(a, 0) = a$  e  $S(a, 1) = 1$

**Interseção:**

$$A \text{ AND } B = A \cap B = \{(x, \min((\mu_A(x); \mu_B(x))))/x \in U\}$$

No caso da interseção (AND), definição mais utilizada atualmente é a das normas T, que obedecem a propriedades como:

- Comutatividade:  $T(a, b) = T(b, a)$
- Associatividade:  $T(a, T(b, c)) = T(T(a, b), c)$
- Monotonicidade: se  $a \leq b$  e  $c \leq d$ , então  $T(a, c) \leq T(b, d)$
- Coerência nos contornos:  $T(a, 0) = a$  e  $T(a, 1) = 1$

**Complemento:**

O complemento de um conjunto A pode ser denotado por  $\neg A$  e é expresso da seguinte forma:

$$\text{NOT } A = \neg A = \{(x, \mu_{\neg A}(x))/x \in U \text{ e } \mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x)\}$$

**Diferença:**

A diferença entre dois conjuntos é o que sobra da interseção desses conjuntos e pode ser representada pela expressão seguinte:

$$A - B = (x, (\mu_{A \cap \neg B}(x)))/x \in U$$

Considere-se agora os conjuntos *fuzzy* A, B e C, onde as operações de união, interseção e complemento são válidas. Estes conjuntos possuem as seguintes propriedades (Marro et al., 2010):

**Idempotência:**

$$A \cup A = A \quad A \cap A = A$$

**Identidade:**

Sejam  $\emptyset$  o conjunto *fuzzy* vazio e U o conjunto que representa o universo e considere-se os graus de pertinência do conjunto vazio 0 e do conjuntos-universo 1:

$$A \cap U = A \quad A \cup \emptyset = A \quad A \cap \emptyset = \emptyset \quad A \cup U = U$$

**Absorção:**

$$A \cup (A \cap B) = A \quad A \cap (A \cup B) = A$$

**Comutatividade:**

$$A \cap B = B \cap A \quad A \cup B = B \cup A$$

**Associatividade:**

$$(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C) \quad (A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$$

**Distributividade:**

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C) \quad A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

**Lei transitiva:**

$$\text{Se } A^{TM}B \text{ e } B^{TM}C \rightarrow A^{TM}C$$

**Leis De Morgan:**

$$\neg(A \cup B) = \neg A \cap \neg B \quad \neg(A \cap B) = \neg A \cup \neg B$$

**B) Regras fuzzy**

As regras *fuzzy* são regras para operar, de forma correta, conjuntos *fuzzy*, com o intuito de obter consequentes. Segundo Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), para criar tais regras, é preciso um raciocínio com o que se deseja manusear e obter. Assim sendo, os autores dividem este raciocínio em duas etapas, entre as quais:

- (1) Avaliar o antecedente de regra
- (2) Aplicar o resultado no consequente

Por exemplo, considerando a sentença

Se  $x$  é alto, então  $x$  é pesado

Seguindo-se o raciocínio dos autores (1 e 2), tem-se que, para  $x = 1,70\text{m}$  deve-se, primeiramente, verificar o grau de pertinência de entrada para o conjunto ao qual se encaixa (*alto*) que é, para este caso,  $\mu(x) = 0.5$ . Como o grau de pertinência da entrada  $x$  é tal, então deve-se passar este valor de pertinência para um  $y = 80\text{kg}$  (por exemplo), que pertence ao grupo *pesado*.

Para casos em que existam vários antecedentes, é preciso encontrar um grau de pertinência resultante de todos os antecedentes (Marro et al., 2010).

Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010) ressaltam ainda que se o conectivo entre os antecedentes for:

- *e*, deve utilizar-se métodos de combinação, contando que o resultado não ultrapasse o valor de menor pertinência entre os antecedentes;
- *ou*, deve utilizar-se métodos de combinação, contando que o resultado não seja menor que o maior grau de pertinência.

O raciocínio é bem mais simples para casos em que existam vários consequentes, pois o grau de pertinência resultante será o mesmo para todos os consequentes.

### **C) Inferência *fuzzy***

De acordo com Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), a inferência *fuzzy* é um processo de avaliação de entradas com o objetivo de, através das regras previamente definidas e das entradas, obter conclusões utilizando-se a teoria de conjuntos *fuzzy*.

Este processo pode ser feito através de *modelos de inferência*, cuja escolha deve atender ao tipo de problema a ser resolvido, obtendo-se assim um melhor processamento.

Apesar de existirem vários métodos de inferência, os autores afirmam que o método Mamdani é o mais utilizado e, por isso, será apresentado seguidamente.

#### **C1) Estilo Mamdani**

O estilo Mamdani foi criado pelo professor Ebrahim Mamdani em 1975 e consiste no desenvolvimento de sistemas *fuzzy* com base nas regras de conjuntos *fuzzy*.

Para a construção deste sistema, foi definido um processo de raciocínio dividido em quatro passos (Marro et al., 2010):

- (1) *Fuzzyficação*;
- (2) *Avaliação das regras fuzzy*;
- (3) *Agregação das regras fuzzy*;
- (4) *Defuzzyficação*.

De forma a tornar este processo mais claro, considere-se o exemplo da análise de riscos num projeto dado pelos autores. Neste domínio, identificam-se três variáveis linguísticas (as duas primeiras de entrada e a última de saída) – Tabela 40 – bem como os seus respetivos valores. Assim, quer-se estabelecer, sendo conhecidos um valor  $x$  de recurso monetário para os projetos e um número  $y$  de funcionários para trabalhar no mesmo, qual o risco  $z$  desse projeto.

Tabela 40 - Exemplo da técnica Lógica Difusa: Variáveis e valores linguísticos na análise de riscos de um projeto

Fundos do projeto (x)	
Valor linguístico	Notação
<i>Inadequado</i>	A1
<i>Razoável</i>	A2
<i>Adequado</i>	A3
Funcionários do projeto (y)	
Valor linguístico	Notação
<i>Pequeno</i>	B1
<i>Grande</i>	B2
Risco do projeto (z)	
Valor linguístico	Notação
<i>Baixo</i>	C1
<i>Normal</i>	C2
<i>Alto</i>	C3

### **C1.1) Fuzzyficação**

Segundo Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), esta etapa tem como objetivo obter o grau de pertinência com que cada entrada pertence a cada conjunto *fuzzy*. Através do conhecimento de um especialista, cada uma das entradas é previamente limitada a um universo de discurso em questão e associada a um grau de pertinência em cada conjunto

*fuzzy*. Assim, para se obter o grau de pertinência de uma determinada entrada *crisp*, basta procurar esse valor na base de conhecimento do sistema *fuzzy*. Por exemplo:

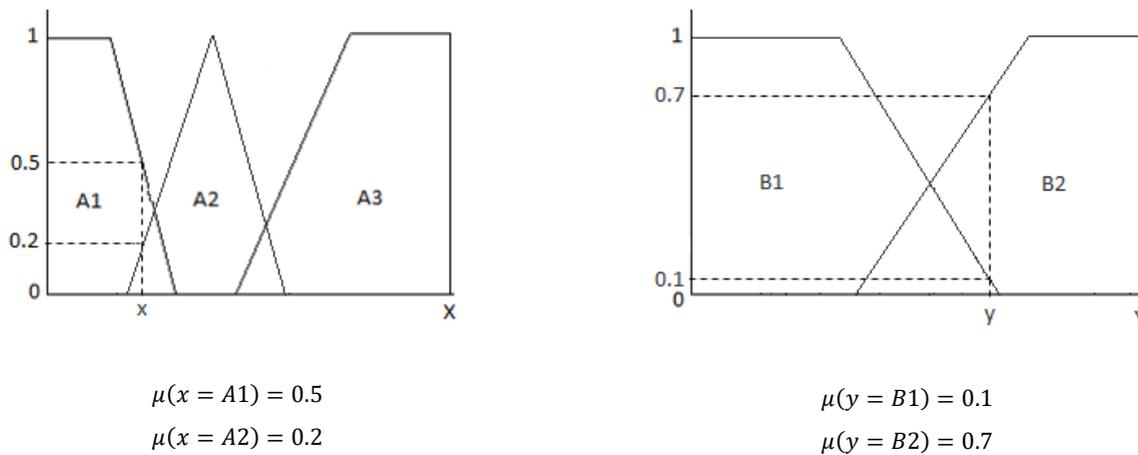


Figura 44 - Exemplo da técnica Lógica Difusa: *fuzzyficação* das variáveis linguísticas de entrada  $x$  e  $y$ , resultando nos seus respectivos conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência (adaptada de (Marro et al., 2010) )

### C1.2) Avaliação das regras *fuzzy*

Prosseguindo com a explicação de Marro, Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), depois de se obter as entradas *fuzzyficadas*, segue-se:

1º) A sua aplicação nos antecedentes obtendo-se assim, o valor do conseqüente para cada regra. Para cada antecedente composto, os operadores “e” e “ou” são utilizados para obter um único resultado; no caso do operador “ou”, é utilizada a operação de união (assume o maior grau de pertinência) e, no caso do operador “e”, é utilizada a interseção (assume o menor grau de pertinência).

2º) Depois de obter um único valor para o antecedente, é necessário obter o valor do conseqüente através de um método de correlação dos mesmos. Os autores salientam o método *clipped* como o método mais comum, onde o conseqüente é “cortado” para o nível de valor de verdade do antecedente da regra avaliada, ou seja, o valor obtido é simplesmente passado para o conseqüente dessa regra. Por exemplo, com base nos graus de pertinência e nas correlações entre as variáveis linguísticas, têm-se as regras:

1: IF (x is A3(0) or y is B1(0.1)) THEN (z is C1(0.1))

2: IF (x is A2(0.2) and y is B2(0.7)) THEN (z is C2(0.2))

3: *IF (x is A1(0.5)) THEN (z is C3(0.5))*

Assim, pode observar-se que, na regra 1, com a operação “ou” (*or*), tem-se que o grau de pertinência de  $z$  é 0.1, o maior entre os graus de  $x$  e de  $y$ . Da mesma forma, com a operação “e” (*and*), na regra 2, o grau de pertinência de  $z$  é 0.2, o menor dentre os graus de  $x$  e  $y$ . Finalmente, na regra 3, foi aplicado o *clipped*: como se tem apenas um valor na variável linguística de entrada que consta no antecedente (no caso,  $x$ ), então o mesmo é passado para a variável linguística de saída que consta no conseqüente (no caso,  $z$ ).

### C1.3) Agregação das regras fuzzy

Nesta etapa agrupam-se as funções membro dos conseqüentes de cada regra num único conjunto *fuzzy*. Para o exemplo em questão, considerando os conjuntos *fuzzy* para a variável  $z$  e respetivos graus de pertinência, produzidos pela aplicação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3 (Figura 45) a agregação desses conjuntos resulta no conjunto *fuzzy* da Figura 46.

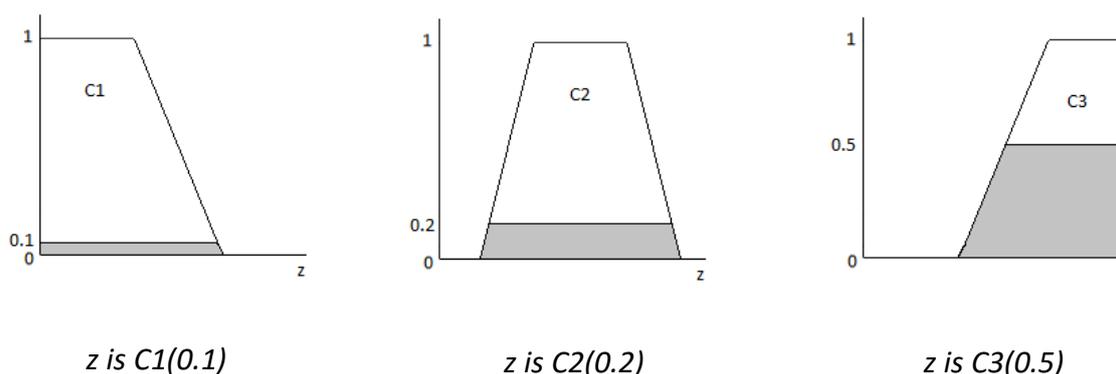


Figura 45 - Exemplo da técnica Lógica Difusa: conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência da variável linguística de saída  $z$  e respetivos graus de pertinência, produzidos pela aplicação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3 (adaptada de (Marro, Souza, Cavalcante, Bezerra, & Nunes, 2010))

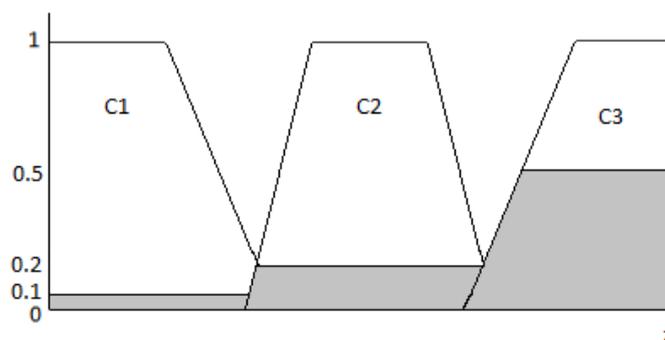


Figura 46 - Exemplo da técnica Lógica Difusa: conjunto *fuzzy* resultante do processo de agregação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3 (adaptada de (Marro et al., 2010))

#### C1.4) Defuzzyficação

Marro , Cavalcante, Bezerra e Nunes (2010), afirmam que para se obtenha uma saída numérica, é necessário *defuzzyficar* a saída obtida na etapa anterior. Segundo os autores, o método de *defuzzyficação* mais comum é a técnica do *centróide*, que obtém o ponto onde uma linha vertical divide ao meio um conjunto agregado. A fórmula matemática apresentada pelos autores para se obter esse ponto é expressa pela da seguinte forma:

$$COG = \frac{\sum_{x=a}^b \mu(x) \cdot x}{\sum_{x=a}^b \mu(x)}$$

A precisão do método depende do intervalo escolhido, quanto maior mais impreciso, contudo mais rápido de calcular. Considerando o conjunto fuzzy da Figura 34, o resultado numérico obtido com a aplicação da técnica *centróide* (*COG*) é dado por (considerando intervalos percentuais de 10%, variando de 0 a 100%):

$$COG = \frac{(0 + 10 + 20) \cdot 0.1 + (30 + 40 + 50) \cdot 0.2 + (60 + 70 + 80 + 100) \cdot 0.5}{0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.50 + 0.50 + 0.50} = 67.4$$

Assim, tem-se que o risco do projeto em questão é de 67.4.



#### 4) Abordagens de mapeamento

Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999) as abordagens de mapeamento são essencialmente extensões dos modelos originais do portfólio de Boston Consulting Group e do modelo GE/Mckinsey, que foram projetados para alocar recursos através das unidades de negócio numa corporação.

A estrutura da matriz BCG demonstra a relação dos vários negócios com a taxa de crescimento do mercado e a participação relativa de mercado, onde (Geus, 2005):

**Estrelas** são unidades de negócios que tem grande participação em mercados com altas taxas de crescimento. Geralmente, necessitam de consumir muitos recursos para continuar o crescimento e enfrentar a competição crescente;

**Pontos de interrogação** são as unidades de negócio que tem pequena participação em mercados, geralmente são unidades recém-chegadas ao mercado. Nesta situação, a unidade de negócio pode tornar-se uma estrela se conseguir uma participação significativa no mercado ou ser liquidada se não atingir os objetivos esperados;

**Vaca leiteira** é uma unidade de negócio que tem grande participação num mercado que cresce lentamente. Nesta situação encontram-se empresas lucrativas e que dominam o mercado, impondo barreiras de entrada a novos entrantes;

**Abacaxi** é uma unidade de negócio que apresenta pouca participação no mercado em setores de crescimento lento. São empresas marginais que podem incorrer em perdas ou pequenos lucros.

As limitações da matriz BCG (Figura 48), causadas pelo uso de apenas duas variáveis isoladas, deram origem à matriz GE/Mckinsey (Figura 49), que é atribuída à *General Electric* e à Mckinsey, mantendo o mesmo propósito da BCG, no entanto, mostrando-se mais flexível em relação às variáveis.

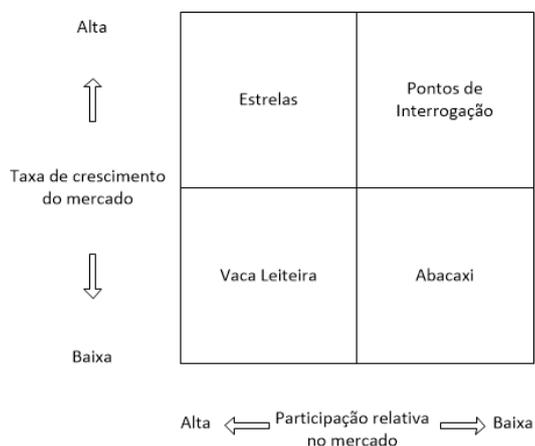


Figura 47 - Matriz BCG (adaptada de (Geus, 2005))

		Posição Competitiva		
		Alta	Média	Baixa
Atratividade do Mercado	Alta			
	Média			
	Baixa			

Figura 48 - Matriz GE/Mckinsey (adaptada de (Nogueira, 2011))

Seguidamente são descritas as técnicas de mapeamento Diagrama de Bolhas e *Grid* Estratégica.

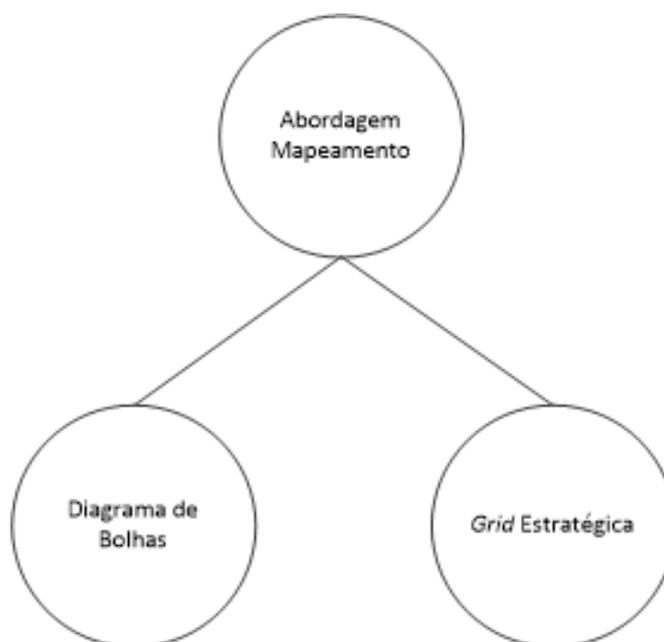


Figura 49 - Técnicas de mapeamento

- **Diagrama de Bolhas**

Com a utilização desta técnica, a classificação dos projetos é feita conforme o quadrante do diagrama em que se localizam (Cooper et al., 2001) (ver Figura 51).

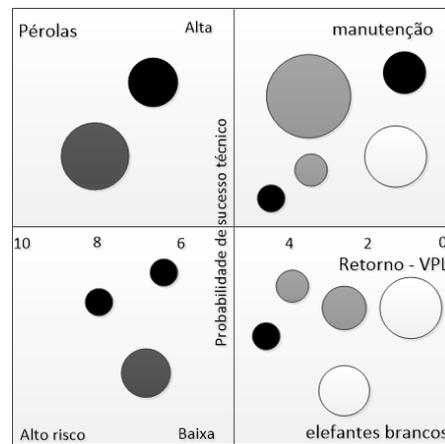


Figura 50 - Exemplo de diagrama de bolhas risco x retorno  
(R. Cooper et al., 2001)

Rabechini (2007) caracteriza os quadrantes da seguinte forma:

**Pérolas (*pearls*):** correspondem a produtos de elevado potencial, com elevada probabilidade de sucesso e dos quais se espera elevado retorno financeiro.

**Alto risco (*oyster*):** são os projetos que prometem elevado retorno, mas por outro lado possuem baixa probabilidade de sucesso. São normalmente associados a inovações radicais que abrem caminho para períodos de crescimento sólido.

**Manutenção (*bread and butter*):** tratam-se de projetos de baixo risco e baixo retorno, focando geralmente pequenas modificações em produtos já existentes. A distorção mais comumente identificada em portfólios é uma excessiva concentração em projetos com estas características.

**Elefantes brancos (*white elephants*):** são projetos de alto risco e baixo retorno. A maioria dos portfólios possui alguns destes casos, que embora indesejáveis são de difícil exclusão da lista. Tratam-se, muitas vezes, de projetos que no início eram bastante atraentes, mas com o passar do tempo perderam esta característica.

O autor acrescenta ainda que, o tamanho de cada bolha é proporcional à quantidade de recursos a ser alocada para o projeto, podendo fazer-se uso de diferentes cores e preenchimentos para identificar famílias de projetos.

- **Grid Estratégica**

Para sustentar a decisão tomada pelas organizações McFarlan (1984), propôs a *grid* estratégica (Figura 52), que permite visualizar a relação entre estratégia das TI e a estratégia do negócio e operações. Este modelo analisa os impactos, quer das aplicações já existentes na tecnologia da informação, quer de um portfólio de aplicações (futuro).

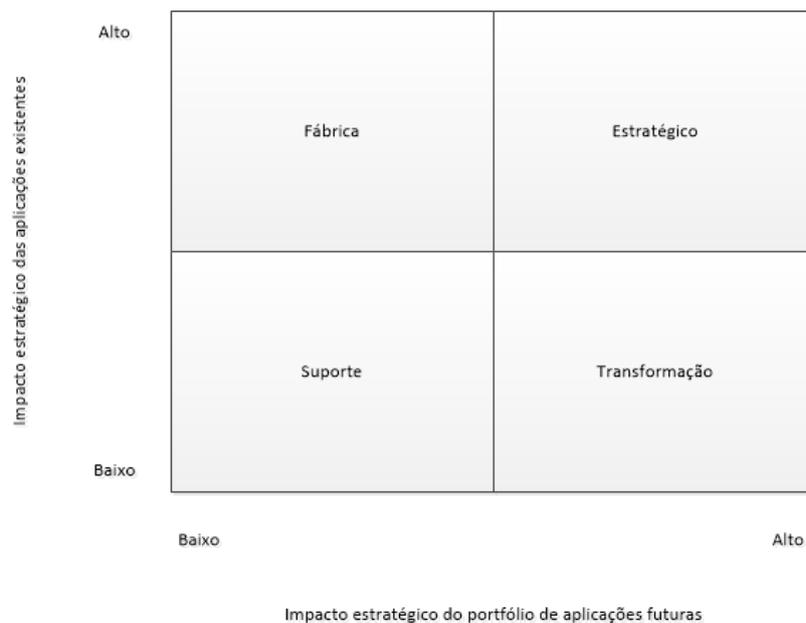


Figura 51 - *Grid* estratégica das aplicações de Tecnologias de Informação  
(adaptado (McFarlan, 1984))

O autor define assim quatro regiões que representam um possível papel para a TI dentro da organização:

- **Suporte:** as aplicações existentes e futuras das TI têm pouca influência na estratégia da organização;
- **Fábrica:** as aplicações de TI são importantes para o sucesso das operações da empresa, contudo não se focam nas vantagens futuras. Não existem aplicações de TI planeadas para o futuro que tragam impactos para as estratégias futuras de negócios;
- **Transformação:** a situação das TI está a sofrer mudanças, adquirindo um papel de importância estratégica na organização, face as novas aplicações de TI planeadas para serem implementadas no futuro próximo;

- **Estratégico:** tanto as aplicações de TI existentes como as planeadas apresentam alto impacto estratégico. As TI são muito importantes na estratégia atual do negócio e as novas aplicações planeadas irão manter a importância estratégica de TI no futuro.



## 5) Árvore de Decisão

A ideia para a construção das árvores de decisão surgiu de um livro escrito por Hunt, *Experiments in Induction*, em 1966.

As árvores de decisão utilizam cálculos de valor monetário esperado (VME) para medir a atratividade de alternativas e gráficos para exibir vários aspetos relevantes de uma situação de decisão (Dey, 2002).

Uma abordagem de árvore de decisão (Dey, 2002):

- Estrutura logicamente a filosofia de gestão de risco, identificando respostas alternativas na mitigação do risco;
- Fornece uma base para a gestão de riscos quantitativos;
- Incorpora perceções de gestão.

Considere-se o exemplo anteriormente apresentado de um projeto que chegou em “cima da hora” e que o prazo solicitado pelo cliente é bastante arriscado. Para analisar o caso são criados dois cenários, o conservador, que provavelmente não atenderia ao prazo e, o cenário agressivo em que se colocam mais recursos humanos para tentar melhorar a probabilidade de sucesso.

Tabela 41 - Exemplo da técnica Árvore de Decisão: Total de Custos

Total de Custos no cenário conservador	500000€
Total de Custos no cenário agressivo	550000€

Tabela 42 - Exemplo da técnica Árvore de Decisão: Probabilidades de sucesso e fracasso

<b>Caso 1: não avançar com o projeto</b>	
Probabilidade de Sucesso (Cenário conservador)	30%
Probabilidade de fracasso (Cenário agressivo)	40%
<b>Caso 2: avançar com o projeto</b>	
Probabilidade de Sucesso (Cenário conservador)	60%

Assim criando a árvore de decisão, obtém-se a Figura 52.

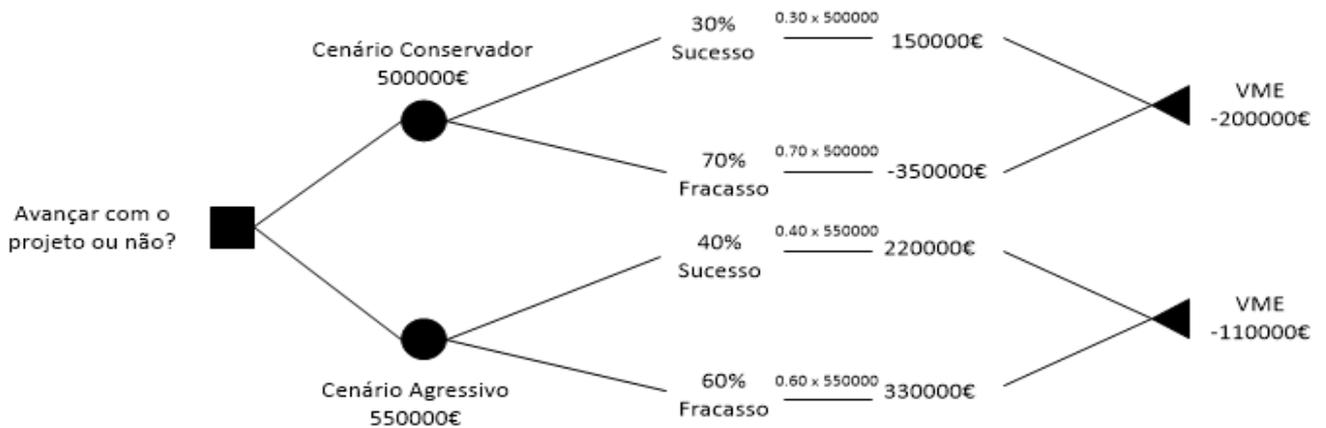


Figura 52 - Exemplo da técnica Árvore de Decisão

Na Figura 53 é possível observar-se três tipos de elementos, entre os quais: o nó de decisão ■, o nó de probabilidade ●, que representam elementos incertos e o final do ramo ◄.

Na gestão de projetos, as árvores de decisão são úteis para visualizar as relações pai-para-filho em qualquer hierarquia de decomposição que use um conjunto sistemático de regras que define uma relação de nidificação (PMI, 2013).

## 6) Checklists

As checklists são caracterizadas por Cooper (2001) como uma técnica em que os projetos são avaliados num conjunto de perguntas Sim/Não. De acordo com os autores, no caso de as respostas obtidas serem “Sim”, os projetos serão executados, caso contrário não, ou seja, é feito o *go/kill* do projeto dependendo da resposta obtida.

Segundo Daniel Jugend (2016), na gestão de portfólios, as *checklists* verificam se os projetos em análise atendem a determinados critérios considerados relevantes, reduzindo a possibilidade de aspetos importantes e previamente estabelecidos e institucionalizados não serem analisados.

Utilizando o exemplo dado pelo autor, a Tabela 43 apresenta alguns exemplos de critérios de *checklist* que podem ser avaliados para todas as ideias de projetos de novos produtos.

Tabela 43 - Exemplo de uma *checklist*

Critério	Avaliação	
	Sim ( )	Não ( )
O <i>payback</i> será menor que 48 meses.	Sim ( )	Não ( )
O produto está alinhado com os objetivos do negócio.	Sim ( )	Não ( )
O produto efetivamente atenderá as necessidades dos clientes.	Sim ( )	Não ( )
O produto aumentará a base de clientes da empresa.	Sim ( )	Não ( )
O produto dificilmente será copiado pelas empresas concorrentes ou novas entrantes.	Sim ( )	Não ( )
A rentabilidade prevista para o produto nos próximos três anos será superior à taxa de juros paga pelo mercado financeiro (renda fixa).	Sim ( )	Não ( )
A empresa e os seus parceiros possuem conhecimento técnico e tecnológico para o desenvolvimento deste produto.	Sim ( )	Não ( )
O produto oferecerá diferencial significativo perante os produtos concorrentes.	Sim ( )	Não ( )

No exemplo acima apresentado, Jugend (2016) salienta que, pode ser política da empresa não aceitar projetos de produtos com *payback* superiores a 48 meses e, ao mesmo tempo, que não ofereçam diferenciais significativos perante os produtos já oferecidos pelos concorrentes. Assim, a quantidade assinalada de respostas “sim” ou “não” fornece, por exemplo, apoio na tomada de decisão sobre quais projetos podem ser aprovados.

Os resultados da análise obtidos por *checklist* não consideram a interdependência entre os projetos e também pode não considerar aspetos estratégicos relacionados com a aprovação desses projetos, tornando-se assim, uma abordagem superficial que necessita de ser aplicada em conjunto com os demais métodos (Jugend, 2016).



## 7) Métodos Multicritério

Jeng e Huang (2015), num estudo empírico sobre a seleção de projetos, apresentaram os métodos Delphi, DEMATEL e ANP como partes integrantes da análise multicritério, assumindo que esta oferece uma abordagem sistemática para o problema da seleção de projetos em portfólio.

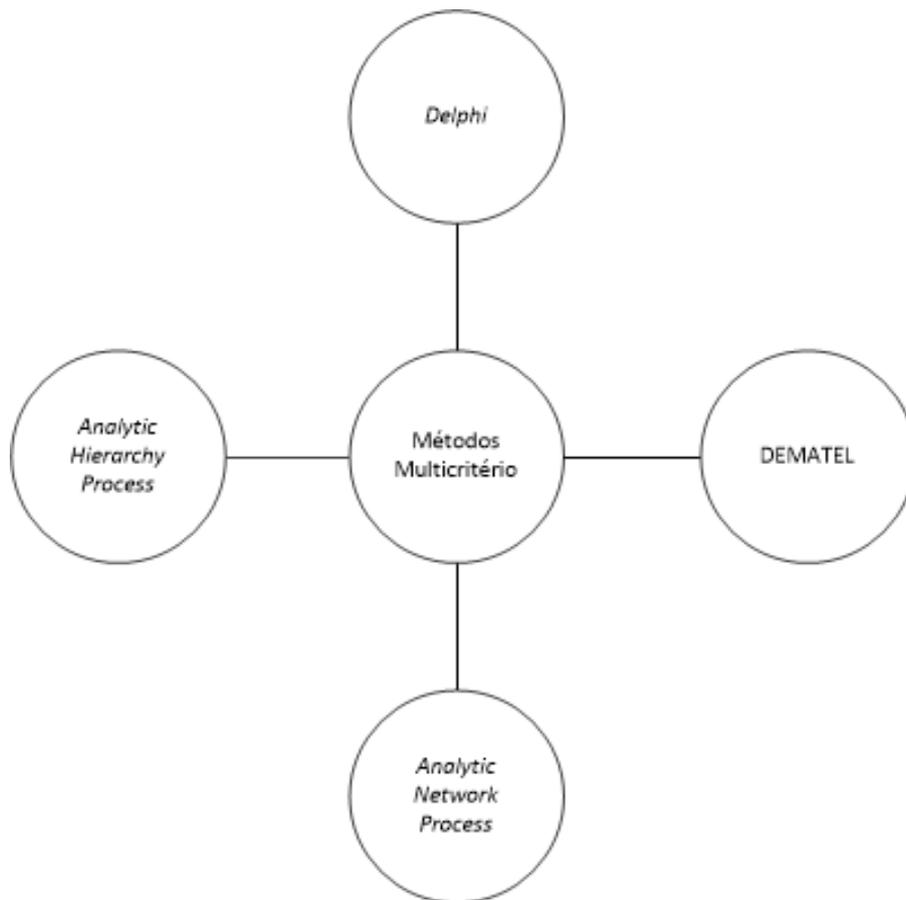


Figura 53 - Métodos Multicritério

- **Delphi**

A técnica Delphi, desenvolvida por Olaf Helmer, Norman Dalkey e Nicholas Resher, teve origem no início da Guerra Fria (1945) no intuito de identificar os avanços tecnológicos e militares da então URSS.

Roque (1998) define a técnica Delphi como uma técnica qualitativa de pesquisa que busca deduzir, refinar e gerar uma opinião final a partir de um grupo de especialistas, apresentando características como (Roque, 1998):

**Anonimato:** os participantes não interagem diretamente, mantendo-se desconhecidos perante os demais;

**Feedback:** os resultados dos questionários são resumidos e devolvidos aos participantes para que estes validem novamente as suas opiniões. O objetivo básico do *feedback* é distribuir todas as informações disponíveis e geradas pelo grupo entre os seus participantes. Consiste num resumo estatístico das respostas do grupo, podendo variar de medidas estatísticas simples (média, mediana, etc.) até uma análise completa das distribuições;

**Iterações:** Cada vez que os participantes respondem ao questionário, tem-se um *round*. A técnica consiste de sucessivos *rounds* cuja quantidade é fixada antecipadamente ou determinada de acordo com um critério de consenso do grupo ou estabilização dos julgamentos individuais.

A Figura 55 ilustra um processo Delphi clássico:

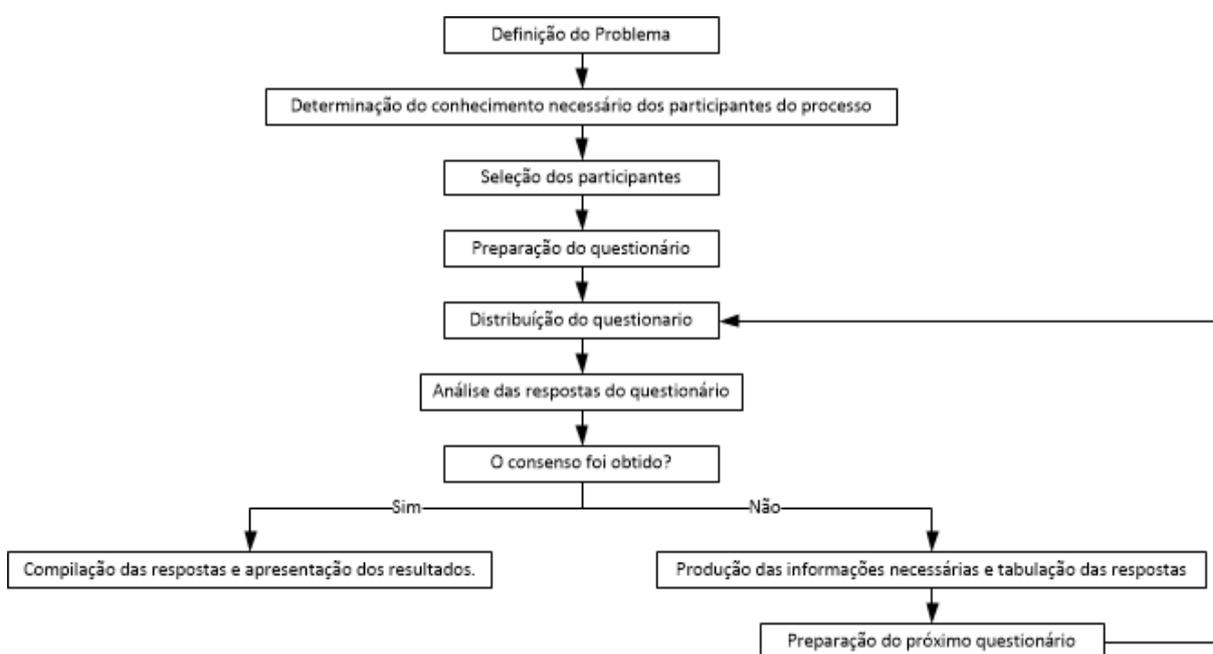


Figura 54 - Processo Delphi clássico (adaptada de (Roque, 1998))

Assim, seguindo o modelo apresentado, a aplicação da técnica Delphi conta basicamente com os seguintes passos (Roque, 1998):

- 1) Elaboração de uma lista inicial de requisitos;
- 2) Seleção dos participantes do painel de especialistas e verificação da disponibilidade e interesse em participar da pesquisa;
- 3) Encaminhamento da lista inicial de requisitos aos participantes, solicitando que classifiquem cada requisito como importante (ou não), de acordo com a própria experiência e conhecimento;
- 4) Análise das respostas do primeiro *round*, selecionando-se entre os requisitos da lista inicial aqueles cujos níveis de importância pertençam ao interquartil da amostra. Os requisitos selecionados formarão uma segunda lista que será encaminhada, junto com as sugestões dos participantes, novamente aos membros do painel;
- 5) Elaboração e encaminhamento da segunda lista aos participantes do painel, solicitando que priorizem os requisitos apresentados;
- 6) Análise das respostas do segundo *round*, selecionando-se entre os requisitos da segunda lista aqueles cujo nível de importância pertençam ao último quartil para formarem, junto com os requisitos do último quartil da lista inicial, a lista de requisitos de comparação.

De uma forma resumida, a técnica Delphi é uma técnica através da qual, vários especialistas, individualmente e de forma anónima, apresentam ideias e justificações sobre determinado assunto. Em cada ciclo (ou *round*), um facilitador recolhe as opiniões e fornece a todos um sumário das ideias e razões apresentadas. Assim, com base nessa informação, os especialistas reveem a sua posição, alteram-na ou apresentam novos argumentos (PMI, 2013).

- **Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)**

A técnica DEMATEL foi desenvolvida pelo Centro de pesquisa de Genebra do *Battelle Memorial Institute*, sendo aplicado pela primeira vez em 1971 por Fontela e Gabus.

Segundo Neves, Salomon, da Silva e da Silva (2011), DEMATEL é um método que se destina à elaboração e avaliação de uma estrutura hierárquica baseada na opinião de especialistas de forma a obter o nível de relacionamento entre variáveis.

Este método é considerado por Falatoonitoosi, Leman, Sorooshian e Salimi (Falatoonitoosi, Leman, Sorooshian, & Salimi, 2013a), a prática mais importante entre os métodos multicritério para visualizar e construir inter-relações entre critérios e subcritérios.

Falatoonitoosi, Leman, Sorooshian e Salimi (Falatoonitoosi, Leman, Sorooshian, & Salimi, 2013b), explicam os procedimentos do método DEMATEL:

**Passo 1 - Encontrar a matriz de relação direta (média)**

No início, tem-se quatro escalas que determinam os valores das relações entre diferentes fatores, de acordo com a opinião dos especialistas, sendo:

0 = nenhuma influência

1 = influência baixa

2 = influencia alta

3 = influência muito alta

Considerando que existem H especialistas e N critérios, cada especialista responde a certas questões para ilustrar o efeito de um critério *i* tem sobre um critério *j*. Assim, os critérios são comparados em pares, utilizando a escala acima referida.

As pontuações são dadas por cada especialista e  $X^1 X^2 \dots X^H$  são as respostas dadas por cada um deles, fazendo a matriz  $X^k = [x_{ij}^k] n \times n$  não negativa, sendo  $1 < k < H$ .

A matriz média  $[a_{ij}] n \times n$  é também chamada de matriz de influência direta inicial que indica os efeitos diretos iniciais que cada critério exerce e recebe de outro critério.

### Passo 2 – Normalizar a matriz de relação direta inicial

Ao normalizar a matriz A, a matriz de relação direta inicial normalizada D é obtida na seguinte formulação:

$$S = \max \left\{ \max \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max \sum_{i=1}^n a_{ij} \right\}$$

$$D = \frac{A}{S}$$

Consequentemente, os efeitos diretos totais que o critério *i* tem sobre outro critério são obtidos pela soma de cada linha *i* da matriz A, bem como, a soma de cada coluna *j* representa a maioria dos efeitos diretos sobre outros por efeitos diretos totais do critério.

Cada elemento  $d_{ij}$  da matriz D está entre zero e um:  $0 < d_{ij} < 1$ .

### Passo 3 – Calcular a matriz de relação total

Para calcular a matriz de relação total T pode ser calculada de acordo com a equação seguinte:

$$T = D(I - D)^{-1}$$

Onde I é a matriz Identidade e  $D(I - D)^{-1}$  é uma matriz inversa.

A soma das linhas e a soma das colunas da matriz de relação total T são calculadas como vetores r e c ( $n \times 1$ ):

$$[r_i]n \times 1 = \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} \right) n \times 1$$

$$[c_j]n \times 1 = \left( \sum_{i=1}^n t_{ij} \right) n \times 1$$

O vetor r demonstra os efeitos totais, diretos e indiretos, exercidos pelo critério *i* sobre os critérios *j*, sendo que  $j = 1, 2, \dots, n$ . Da mesma forma, o vetor c representa os efeitos totais, diretos e indiretos, recebidos pelo critério *j* dos critérios *i* ( $i=1, 2, \dots, n$ ).

Neves, Salomon, da Silva e da Silva (2011), acrescentam ainda a este processo a normalização da matriz de relação total. Para isso recorrem às seguintes equações:

$$w_i = \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} \right) / \left( \sum_j \sum_k t_{jk} \right)$$

$$v_j = \left( \sum_{i=1}^n t_{ij} \right) / \left( \sum_i \sum_k t_{ik} \right)$$

Passando a um exemplo prático, considere-se que existem dois especialistas a avaliar cinco critérios relativos à avaliação de software de simulação, entre os quais:

- C1 – Capacidade de análise de dados de entrada
- C2 – Portabilidade (independência do sistema operacional)
- C3 – Velocidade de execução
- C4 – Interface com outros *software*
- C5 – Sintaxe (consistente e sem ambiguidades)

Como anteriormente explicado, cada um dos especialistas avalia o efeito que um critério tem sobre todos os outros, ou seja, a influência que *i* (linha) tem sobre *j* (coluna), utilizando a escala de 0 a 3. Tem-se então:

Tabela 44 - Exemplo do método DEMATEL - Especialista 1

Especialista 1	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0	2	1	3	2
C2	3	0	2	1	1
C3	1	2	0	1	2
C4	2	2	3	0	1
C5	1	3	1	2	0

Tabela 45 - Exemplo do método DEMATEL - Especialista 2

Especialista 2	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0	3	2	3	1
C2	1	0	2	2	1
C3	1	1	0	2	3
C4	2	3	3	0	1
C5	2	2	3	1	0

Após as pontuações serem dadas, obtém-se a matriz média ou matriz direta inicial através da média das pontuações dadas pelos dois especialistas (Tabela 46).

Tabela 46 - Exemplo do método DEMATEL: Matriz Média A

Matriz Média	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0	2.5	2	3	1.5
C2	2	0	2	1.5	1
C3	1	1.5	0	1.5	2.5
C4	2	2.5	3	0	1
C5	1.5	2.5	2	1.5	0

Seguidamente, inicia-se o passo dois, que tem como objetivo normalizar a matriz A. Para isso, realiza-se o seguinte procedimento:

Tabela 47 - Exemplo do método DEMATEL: Matriz Média com acréscimo da coluna "Soma das Pontuações"

Matriz Média	C1	C2	C3	C4	C5	Soma das Pontuações
C1	0	2.5	2	3	1.5	9
C2	2	0	2	1.5	1	6.5
C3	1	1.5	0	1.5	2.5	6.5
C4	2	2.5	3	0	1	8.5
C5	1.5	2.5	2	1.5	0	7.5
Soma das Pontuações	6.5	9	9	7.5	6	

Ao analisarmos a Tabela 46, é possível identificar-se o máximo de cada um dos critérios, representando-se pela formulação acima indicada:

$$S = \max \left\{ \max \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max \sum_{i=1}^n a_{ij} \right\}$$

Desta forma, tem-se:

Tabela 48 - Exemplo do método DEMATEL: Valor Máximo entre  $i$  e  $j$ 

Critério	Formulação	Máximo entre $i$ e $j$
C1	$S = \max\{9, 6.5\}$	$S = 9$
C2	$S = \max\{6.5, 9\}$	$S = 9$
C3	$S = \max\{6.5, 9\}$	$S = 9$
C4	$S = \max\{8.5, 7.5\}$	$S = 8.5$
C5	$S = \max\{7.5, 6\}$	$S = 7.5$

Tabela 49 - Exemplo do método DEMATEL: Matriz Normalizada D

Matriz D	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0	2.5/9 = 0.28	2/9 = 0.2	3/9 = 0.3	1.5/9 = 0.17
C2	2/9 = 0.2	0	2/9 = 0.2	1.5/9 = 0.17	1/9 = 0.1
C3	1/9 = 0.1	1.5/9 = 0.17	0	1.5/9 = 0.17	2.5/9 = 0.28
C4	2/9 = 0.2	2.5/9 = 0.28	3/9 = 0.3	0	1/9 = 0.1
C5	1.5/9 = 0.17	2.5/9 = 0.28	2/9 = 0.2	1.5/9 = 0.17	0

Dentre os valores que S assumiu na tabela acima, identifica-se o maior valor para a elaboração da matriz normalizada (Matriz D), fazendo-se:

$$D = \frac{A}{S}$$

Finalmente, recorre-se ao último passo do método, o passo três, para calcular a matriz de relação total T, utilizando-se a seguinte equação:

$$T = D(I - D)^{-1}$$

Sendo:

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Tem-se:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.28 & 0.2 & 0.3 & 0.17 \\ 0.2 & 0 & 0.2 & 0.17 & 0.1 \\ 0.1 & 0.17 & 0 & 0.17 & 0.28 \\ 0.2 & 0.28 & 0.3 & 0 & 0.1 \\ 0.17 & 0.28 & 0.2 & 0.17 & 0 \end{pmatrix} \times \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 0.28 & 0.2 & 0.3 & 0.17 \\ 0.2 & 0 & 0.2 & 0.17 & 0.1 \\ 0.1 & 0.17 & 0 & 0.17 & 0.28 \\ 0.2 & 0.28 & 0.3 & 0 & 0.1 \\ 0.17 & 0.28 & 0.2 & 0.17 & 0 \end{pmatrix} \right)^{-1}$$

O resultado que é obtido após o cálculo das matrizes acima apresentadas é:

$$\begin{pmatrix} 0.65924 & 1.13328 & 1.01267 & 0.99492 & 0.77844 \\ 0.65671 & 0.68072 & 0.79716 & 0.71592 & 0.57451 \\ 0.60986 & 0.86329 & 0.66118 & 0.73600 & 0.72873 \\ 0.77058 & 1.05782 & 1.01409 & 0.70084 & 0.69081 \\ 0.71892 & 1.01574 & 0.89999 & 0.80594 & 0.55638 \end{pmatrix}$$

Alcançada a matriz de relação total T, recorre-se à soma das linhas e à soma das colunas da matriz de relação total T, que são calculadas através dos vetores r e c:

$$[r_i]n \times 1 = \left( \sum_{j=1}^n tij \right) n \times 1$$

$$[c_j]n \times 1 = \left( \sum_{i=1}^n tij \right) n \times 1$$

O valor da soma de cada uma das linhas é apresentado na Tabela 50 e, o valor da soma de cada uma das colunas é apresentado na Tabela 51.

Tabela 50 - Exemplo do método DEMATEL: valor da soma de cada uma das linhas da matriz de relação total

	$\left( \sum_{j=1}^n tij \right) n \times 1$
$[r_1]$	4.57855
$[r_2]$	3.42502
$[r_3]$	3.59906
$[r_4]$	4.23414
$[r_5]$	3.99697

Tabela 51 - Exemplo do método DEMATEL: valor da soma de cada uma das colunas da matriz de relação total

	$\left( \sum_{i=1}^n tij \right) n \times 1$
$[c_1]$	3.41531
$[c_2]$	4.75085
$[c_3]$	4.38509
$[c_4]$	3.95362
$[c_5]$	3.32887

Finalmente, normaliza-se a matriz de relação total, utilizando-se as expressões  $w_i = (\sum_{j=1}^n tij) / (\sum_{j,k=1}^n \sum_k tik)$  para calcular os valores normalizados de cada linha (Tabela 52) e  $v_j = (\sum_{i=1}^n tij) / (\sum_i \sum_k tjk)$  para calcular os valores normalizados de cada coluna (Tabela 53).

Tabela 52 - Exemplo do método DEMATEL: cálculo dos valores normalizados de cada linha

	$\left( \sum_{j=1}^n tij \right) / \left( \sum_j \sum_k tik \right)$	
$w_1$	0.230847	23,2%
$w_2$	0.172687	17,5%
$w_3$	0.181461	18,3%
$w_4$	0.213482	21,4%
$w_5$	0.201524	20,2%

Tabela 53 - Exemplo do método DEMATEL: cálculo dos valores normalizados de cada coluna

	$(\sum_{i=1}^n t_{ij}) / (\sum_i \sum_k t_{jk})$	
$v_1$	0.172197	17,2%
$v_2$	0.239534	24,0%
$v_3$	0.221092	22,1%
$v_4$	0.199338	20,0%
$v_5$	0.167839	16,8%

Analisando-se as tabelas 52 e 53, percebe-se que os critérios  $w_1$  e  $w_4$  exercem ( $w_i$ ) forte influência sobre os demais fatores ( $v_i$ ), estando num nível hierárquico superior aos outros critérios. Nesta etapa, os especialistas escolhem um valor limite, selecionando-se, neste caso os valores  $w_i$  com percentual igual ou maior do que 21% para a composição dos critérios.

Entretanto, por decisão dos especialistas, o critério  $C_2$  foi excluído por apresentar um percentual menor que 18%. A Figura 56 apresenta a estruturação inicial dos critérios e subcritérios.

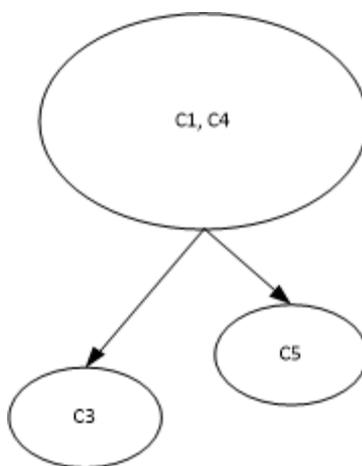


Figura 55 - Definição dos critérios e subcritérios

Com a definição dos critérios e subcritérios, os gestores podem orientar-se por eles para melhor implantar as iniciativas nas suas organizações. É de notar que, o método DEMATEL foi utilizado apenas para construir a hierarquia e que a análise realizada não indica quais critérios e subcritérios são mais relevantes e em que contexto. Para isso, esta técnica é combinada com outras técnicas multicritério (AHP, ANP) – Análise de decisão híbrida de múltiplos critérios DEMATEL.

- **Analytic Hierarchy Process (AHP)**

Em 1970 Thomas Saaty desenvolveu o *Analytic Hierarchy Process*. Este processo surge quando é colocada a questão de como é que se poderia ordenar e processar as informações diferentes sobre cenários de decisão para que, por fim, a decisão fosse não só tomada, mas comprovada pela sua força (Saaty, 1994). Assim, Saaty (1994) afirma, “The answer to this question led me to consider hierarchies and networks, paired comparisons, ratio scales, homogeneity and consistency, priorities, ranking, and the AHP.” (Saaty, 1994)

Conforme as explicações do autor deste processo, inicialmente o problema deve ser estruturado como uma hierarquia onde o objetivo geral está no primeiro nível (topo), seguido dos critérios definidos para o problema em questão e, por último, as alternativas disponíveis (Figura 57).

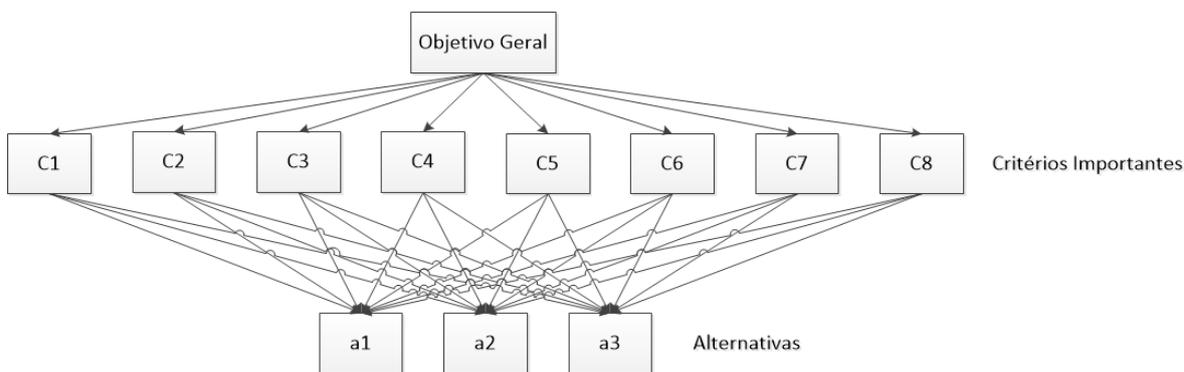


Figura 56 - Decomposição do problema numa hierarquia (adaptada de (Saaty, 1990))

Seguidamente Saaty (1990) apresenta uma escala a que chama *fundamental scale*, que é utilizada para atribuir a importância a cada um dos critérios definidos anteriormente (Tabela 54).

Tabela 54 - Escala fundamental de Saaty

Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
1	Igual importância	A duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada de uma sobre a outra (um pouco mais importante)	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra

Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
5	Importância grande ou essencial (muito mais importante)	A experiência e o juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrado na prática
9	Importância extrema ou absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, como o mais alto grau de segurança
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Em fases posteriores são feitas análises matriciais como (Saaty, 1990):

- Matriz de comparação emparelhada para o nível 1 – pretende comparar os critérios par a par, especificando a ordem de importância dos critérios;
- Matrizes de comparação e prioridades locais – avalia cada uma das alternativas em que a medida é cada um dos critérios. Desta forma, é permitido avaliar qual a melhor alternativa em relação a cada um dos critérios estipulados;
- Prioridades locais e globais – pretende calcular qual a melhor solução dentro das alternativas, combinando os resultados obtidos nas análises anteriores. Assim, faz-se uma análise composta do peso de cada critério e da classificação de cada alternativa em cada um desses critérios.

O AHP diferencia-se de outras técnicas comparativas devido à sua capacidade de conversão de dados empíricos em modelos matemáticos (Vargas, 2010).

Passando-se a um exemplo prático, considere-se que uma empresa se depara com dúvidas relativamente ao *software* que deve escolher para garantir boas práticas no que toca à gestão da informação. Como é normal, com base neste objetivo, surgem questões como:

- Que fatores devem ser analisados na escolha do sistema?
- Que empresas do mercado atendem aos objetivos da empresa?
- Como fazer para mensurar qual sistema atende mais aos fatores considerados imprescindíveis pela empresa?

Assim sendo, de forma a atender às questões acima colocadas, são então definidos os critérios a serem utilizados e é feito um levantamento das possíveis empresas no mercado que atendem às necessidades do setor para, posteriormente, realizar-se uma filtragem das empresas que atendem, de forma mais significativa, à empresa em questão.

Neste sentido, normas como ISSO/IEC 9126 podem ser a base para a seleção dos critérios de qualidade.

São então determinados critérios como: custo, legislação, integração, funcionalidade, confiabilidade, eficiência, manutenção e portabilidade. Assuma-se que, como alternativas, se determinou o Sistema A, B e C.

Assim sendo, o primeiro passo é a elaboração da estrutura hierárquica do objetivo proposto (Figura 58).

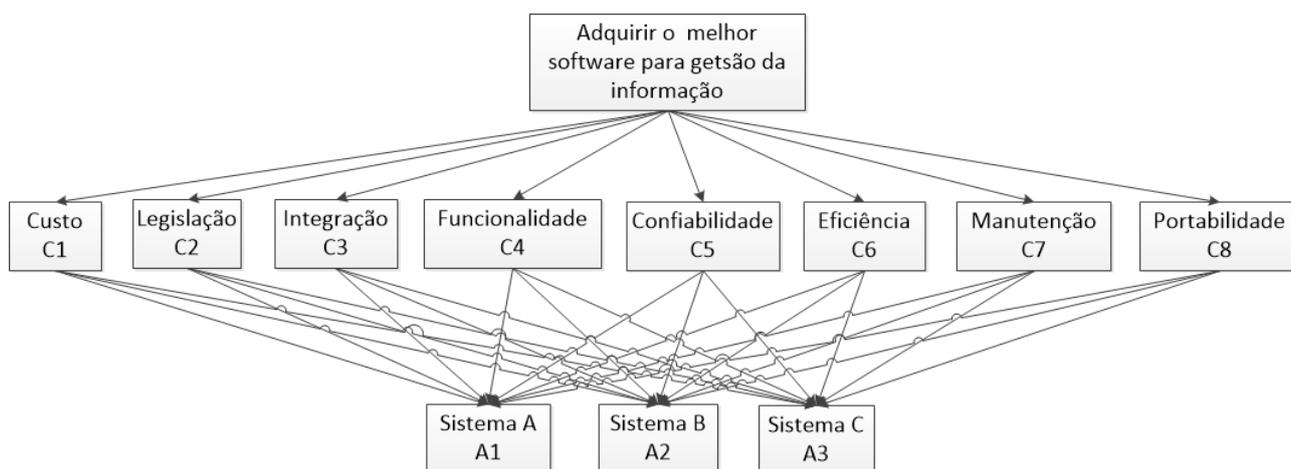


Figura 57 - Exemplo da técnica AHP: Estrutura hierárquica do objetivo proposto

Seguidamente procede-se à elaboração da **Matriz de comparação emparelhada para o nível 1**, como é possível observar-se abaixo na Tabela 55. Nesta matriz, são atribuídos valores de comparação entre os critérios, utilizando a escala de Saaty (1990).

Tabela 55 - Exemplo da técnica AHP: matriz inicial

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	5	3	7	6	6	1/30	1/4
C2	1/5	1	1/3	35	3	3	1/5	1/7
C3	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5
C4	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8
C5	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C6	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6
C7	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
C8	4	7	5	8	6	6	2	1
Total	9.01	21.87	10.25	41.00	26.33	25.75	10.08	2.55

Uma nota importante a ressaltar é que, quando os elementos que são comparados estão mais próximos do que o indicado pela escala apresentada na Tabela 15, pode utilizar-se a escala 1.1, 1.2 .... 1.9. Para o vetor de prioridade ser calculado, é necessário recorrer-se à normalização da matriz inicial, utilizando a seguinte equação:

$$W_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{d=1}^k C_{kj}}, \text{ sendo } k = \text{número de critérios}$$

Por outras palavras, este primeiro passo trata-se da divisão de cada elemento da matriz inicial pelo valor obtido no somatório da coluna onde este se encontra. De forma representativa, segue-se o cálculo da normalização do valor comparação do critério 1:

$$W_{11} = \frac{1}{9.01} = 0.110994$$

Desta forma, obtém-se a Tabela 56.

Tabela 56 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação emparelhada para o nível 1 normalizada

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total
C1	0.110994	0.228659	0.292683	0.170732	0.227848	0.23301	0.033081	0.097993	1.39
C2	0.022199	0.045732	0.03252	0.121951	0.113924	0.116505	0.019849	0.055996	0.53
C3	0.036998	0.137195	0.097561	0.146341	0.113924	0.15534	0.595463	0.078395	1.36
C4	0.015856	0.009146	0.01626	0.02439	0.012658	0.009709	0.014178	0.048997	0.15
C5	0.018499	0.015244	0.03252	0.073171	0.037975	0.019417	0.019849	0.065329	0.28
C6	0.018499	0.015244	0.02439	0.097561	0.075949	0.038835	0.019849	0.065329	0.36
C7	0.332981	0.228659	0.01626	0.170732	0.189873	0.194175	0.099244	0.195987	1.43
C8	0.443975	0.320122	0.487805	0.195122	0.227848	0.23301	0.198488	0.391974	2.50

Num segundo passo, calcula-se o vetor de priorização, dividindo-se o valor obtido no somatório de cada linha pelo número total de critérios, ou seja:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^k W_{ij}}{k}, \text{ sendo } k = \text{número de critérios}$$

Por exemplo, calculando-se o vetor priorização do critério 1:

$$P_i = \frac{1.39}{8} = 0.174375$$

Obtendo-se assim os valores apresentados na Tabela 57.

Tabela 57 - Exemplo do método AHP: Vetor de priorização

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total	$P_i$
C1	0.110994	0.228659	0.292683	0.170732	0.227848	0.23301	0.033081	0.097993	1.39	0.174375
C2	0.022199	0.045732	0.03252	0.121951	0.113924	0.116505	0.019849	0.055996	0.53	0.066084
C3	0.036998	0.137195	0.097561	0.146341	0.113924	0.15534	0.595463	0.078395	1.36	0.170152
C4	0.015856	0.009146	0.01626	0.02439	0.012658	0.009709	0.014178	0.048997	0.15	0.018899
C5	0.018499	0.015244	0.03252	0.073171	0.037975	0.019417	0.019849	0.065329	0.28	0.03525
C6	0.018499	0.015244	0.02439	0.097561	0.075949	0.038835	0.019849	0.065329	0.36	0.044457
C7	0.332981	0.228659	0.01626	0.170732	0.189873	0.194175	0.099244	0.195987	1.43	0.178489
C8	0.443975	0.320122	0.487805	0.195122	0.227848	0.23301	0.198488	0.391974	2.50	0.312293

Após determinada a matriz emparelhada de nível 1, procede-se às **Matrizes de comparação e prioridades locais**, que consiste na comparação das alternativas para cada um dos critérios. Para determinar o vetor prioridade, o procedimento é exatamente igual ao explicado acima na Matriz de comparação emparelhada de nível 1. Seguem-se então, as tabelas respetivas a cada critério (Tabela 59 a 67).

Tabela 58 - Exemplo do método AHP: Comparação das alternativas para o Critério 1

Critério 1: Custo	A	B	C
A	1	6	8
B	1/6	1	4
C	1/8	1/4	1
Total	1.29	7.25	13

Tabela 59 - Exemplo do método AHP: Normalização da matriz do Critério 1

Critério 1: Custo	A	B	C	Total
A	0.775194	0.827586	0.615385	2.22
B	0.129199	0.137931	0.307692	0.58
C	0.096899	0.034483	0.076923	0.21

Para o cálculo do vetor prioridade recorre-se novamente à fórmula:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^k W_{ij}}{k}, \text{ sendo } k = \text{número de critérios}$$

Exemplificando para a alternativa A,

$$P_i = \frac{2.22}{3} = 0.74$$

Assim, obtém-se o vetor prioridade de cada uma das alternativas (Tabela 60).

Tabela 60 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 1

<b>Critério 1: Custo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor prioridade (Vp)</b>
<b>A</b>	1	6	8	0.74
<b>B</b>	1/6	1	4	0.19
<b>C</b>	1/8	1/4	1	0.07

Desta forma, realiza-se o mesmo procedimento para os restantes critérios.

Tabela 61 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 2

<b>Critério 2: Legislação</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor prioridade (Vp)</b>
<b>A</b>	1	5	4	0.67
<b>B</b>	1/5	1	1/3	0.10
<b>C</b>	1/4	3	1	0.23

Tabela 62 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 3

<b>Critério 3: Integração</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor prioridade (Vp)</b>
<b>A</b>	1	7	1/5	0.25
<b>B</b>	1/7	1	1/8	0.06
<b>C</b>	5	8	1	0.69

Tabela 63 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 4

<b>Critério 4: Funcionalidade</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor prioridade (Vp)</b>
<b>A</b>	1	8	6	0.73
<b>B</b>	1/8	1	1/5	0.07
<b>C</b>	1/6	5	1	0.21

Tabela 64 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 5

<b>Critério 5: Confiabilidade</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor prioridade (Vp)</b>
<b>A</b>	1	8	6	0.74
<b>B</b>	1/8	1	1/4	0.07
<b>C</b>	1/6	4	1	0.19

Tabela 65 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 6

Critério 6: Eficiência	A	B	C	Vetor prioridade (Vp)
A	1	1/2	1/2	0.20
B	2	1	1	0.40
C	2	1	1	0.40

Tabela 66 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 7

Critério 7: Manutenção	A	B	C	Vetor prioridade (Vp)
A	1	1	1	0.33
B	1	1	1	0.33
C	1	1	1	0.33

Tabela 67 - Exemplo do método AHP: Matriz de comparação e prioridade local do Critério 8

Critério 8: Portabilidade	A	B	C	Vetor prioridade (Vp)
A	1	1/7	1/5	0.07
B	7	1	3	0.64
C	5	1/3	1	0.28

Por fim, resta apenas determinar as **prioridades locais e globais** com o intuito de calcular a melhor opção quando ocorre o cruzamento das análises anteriores, ou seja, quando se cruzam alternativas com critérios (Tabela 68). Para isso, multiplica-se cada coluna pelo vetor prioridade correspondente.

Tabela 68 - Exemplo do método AHP: Prioridades locais e globais

Prioridades locais e globais	C1 (0.17)	C2 (0.07)	C3 (0.17)	C4 (0.02)	C5 (0.04)	C6 (0.04)	C7 (0.18)	C8 (0.31)	$\sum P_i \times Vp$
A	0.74	0.67	0.25	0.73	0.74	0.20	0.33	0.07	0.35
B	0.19	0.10	0.06	0.07	0.07	0.40	0.33	0.64	0.33
C	0.07	0.23	0.69	0.21	0.19	0.40	0.33	0.28	0.32

Pode assim concluir-se, que o sistema A pode ser adquirido devido ao facto de se verificar com maior prioridade.

- **Analytic Network Process (ANP)**

O método ANP é uma extensão do método AHP e lida com dependência dentro de um critério (dependência interna) e entre diferentes critérios (dependência externa) (Yang & Tzeng, 2011). Enquanto o método AHP modela uma estrutura hierárquica unidirecional entre os critérios, o método ANP permite uma relação de feedback entre os critérios (Yang & Tzeng, 2011) e, é capaz de lidar com elementos interdependentes e proporcionar um ambiente integrado para a avaliação de relações em sistemas complexos (de Lemos et al., 2014).

Assim sendo, o método ANP pode ser descrito da seguinte forma (de Lemos et al., 2014):

### Etapa 1: Construção da estrutura de rede

O processo inicial do método ANP consiste na identificação e estruturação dos elementos pertencentes a três grupos básicos, os objetivos (*Obj*), os critérios (*C*) e as alternativas (*A*) (Figura 59).

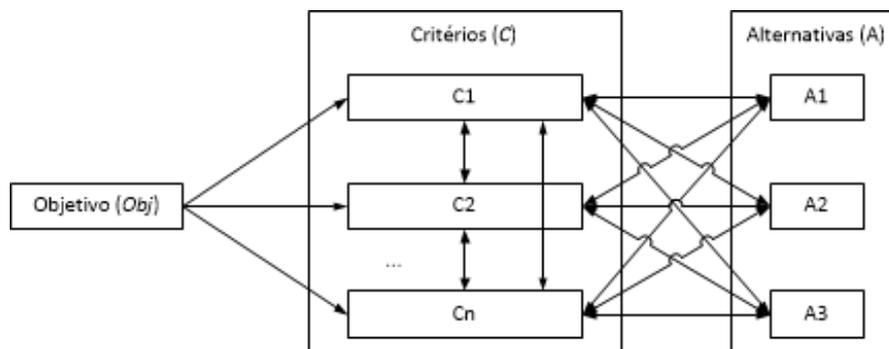


Figura 58 - Exemplo de uma estrutura da rede ANP

(adaptada de (de Lemos et al., 2014))

A Figura 58, apresenta a estrutura de rede, que engloba o objetivo, os critérios, as alternativas e as suas relações (representadas pelas setas que serão especificadas na etapa 2).

### Etapa 2: Definição de relações entre elementos

Na Etapa 2 dois são estabelecidas e ponderadas todas as relações entre os elementos identificados na Etapa 1, representando a influência de um elemento sobre outro. A Figura 59 apresenta quatro tipos de relações entre as quais são apresentadas na Tabela 69.

Tabela 69 - Método ANP: tipos de relação entre elementos

Relação	Descrição	Matriz
Do objetivo para os critérios	Esta relação corresponde ao grau de importância que cada critério ( $C$ ) tem para o objetivo ( $Obj$ ).	$R_1 = \begin{matrix} & & & Obj \\ & C_1 & & \left( \begin{matrix} r1_1 \\ r1_2 \\ \vdots \\ r1_n \end{matrix} \right) \\ & C_2 & & \\ & \vdots & & \\ & C_n & & \end{matrix}$
De critérios para critérios	Esta relação corresponde ao grau de influência que um critério $C_i$ tem sobre outro critério $C_j$ , sendo que $i \neq j$ .	$R_2 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ C_1 & \left( \begin{matrix} 0 & r2_{12} & \dots & r2_{1n} \\ r2_{21} & 0 & \dots & r2_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r2_{n1} & r2_{n2} & \dots & 0 \end{matrix} \right) \\ C_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ C_n & & & & \end{matrix}$
De critérios para alternativas	Esta relação corresponde ao grau de influência que uma alternativa $A_i$ exerce sobre um critério $C_j$ .	$R_3 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ A_1 & \left( \begin{matrix} r3_{11} & r3_{12} & \dots & r3_{1m} \\ r3_{21} & r3_{22} & \dots & r3_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r3_{n1} & r3_{n2} & \dots & r4_{nm} \end{matrix} \right) \\ A_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ A_n & & & & \end{matrix}$
De alternativas para critérios	Esta relação corresponde ao grau de influência que um critério $C_i$ exerce sobre uma alternativa $A_j$ .	$R_4 = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ C_1 & \left( \begin{matrix} r4_{11} & r4_{12} & \dots & r4_{1n} \\ r4_{21} & r4_{22} & \dots & r4_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r4_{m1} & r4_{m2} & \dots & r4_{mn} \end{matrix} \right) \\ C_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ C_m & & & & \end{matrix}$

Após a especificação das matrizes  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ , cada coluna  $j$  da matriz  $R_t$  (para  $t = 1, 2, 3, 4$ ) deve ter os seus valores normalizados, de acordo com a seguinte equação:

$$rt_{ij}^N = \frac{rt_{ij}}{\sum_{k=1}^d rt_{kj}}$$

onde  $rt_{ij} \in R_t$  é definido como o valor não normalizado de relação entre dois elementos  $i$  e  $j$ ;  $rt_{ij}^N$  corresponde ao valor normalizado que substituirá  $rt_{ij}$  em  $R_t$ ;  $d$  é a dimensão da coluna da matriz  $R_t$ .

Por outras palavras, trata-se da divisão de cada elemento da matriz pela soma de todos os elementos da linha em questão. Esta normalização, garante assim, que a soma de todos os elementos para cada coluna das matrizes  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$  seja igual a 1.

**Etapa 3: Construção da Supermatriz Não-Ponderada**

Os valores normalizados obtidos na Etapa 2, serão adicionados à Supermatriz Não-Ponderada  $W_{NP}$ .

A matriz  $W_{NP}$  contém as inter-relações entre todos os elementos do sistema e representa a importância de cada elemento (objetivo, critérios e alternativas) dentro de cada grupo separadamente. Esta matriz apresenta então a dimensão  $d \times d$ , onde  $d = m + n + 1$  (sendo que 1 representa a dimensão objetivo), e é composta pelas quatro matrizes especificadas na Etapa 2 ( $R_1, R_2, R_3$  e  $R_4$ ) (Figura 60).

$$W_{NP} = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n & C_1 & C_2 & \dots & C_m & Obj \\ A_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & r_{3_{11}} & r_{3_{12}} & \dots & r_{3_{1m}} & 0 \\ A_2 & 0 & 0 & \dots & 0 & r_{3_{21}} & r_{3_{22}} & \dots & r_{3_{2m}} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & R_3 & \vdots & 0 \\ A_n & 0 & 0 & \dots & 0 & r_{3_{n1}} & r_{3_{n2}} & \dots & r_{3_{nm}} & 0 \\ C_1 & r_{4_{11}} & r_{4_{12}} & \dots & r_{4_{1n}} & r_{2_{11}} & r_{2_{12}} & \dots & r_{2_{1m}} & r_{1_1} \\ C_2 & r_{4_{21}} & r_{4_{22}} & \dots & r_{4_{2n}} & r_{2_{21}} & r_{2_{22}} & \dots & r_{2_{2m}} & r_{1_2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & R_4 & \vdots & \vdots & \vdots & R_2 & \vdots & R_1 \\ C_m & r_{4_{m1}} & r_{4_{m2}} & \dots & r_{4_{mn}} & r_{2_{m1}} & r_{2_{m2}} & \dots & r_{2_{mm}} & r_{1_m} \\ Obj & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Figura 59 - Supermatriz Não-Ponderada  
(adaptada de (de Lemos, Vieira, & Kniess, 2014))

Neste caso, foi seguido o exemplo dos autores e, relações como *objetivo/objetivo*, *alternativa/alternativa* e *alternativa/objetivo* não são consideradas, sendo-lhes atribuído o valor zero.

**Etapa 4: Construção da Supermatriz Ponderada**

Segundo Lemos, Vieira e kniess (2014), a Supermatriz Ponderada ( $W_P$ ) é uma matriz estocástica que representa a importância de cada elemento considerando todos os grupos ( $Obj, C$  e  $A$ ) simultaneamente e é construída a partir da Supermatriz Não-Ponderada  $W_{NP}$ .

Assim, deve ser aplicado o procedimento de normalização semelhante ao aplicado acima onde, para cada coluna, divide-se cada elemento pelo somatório de todos os seus elementos, ou seja:

$$(W_P)_{ij} = \frac{(W_{NP})_{ij}}{\sum_{k=1}^d (W_{NP})_{kj}}$$

### Etapa 5: Cálculo da Supermatriz Limite

Para que a Supermatriz Limite ( $W_L$ ) seja conseguida, a Supermatriz Ponderada ( $W_P$ ) é elevada à potência ( $(W_P)^k$  para  $k = 1, 2, \dots$ ) até a convergência dos seus valores, de modo que para toda a coluna  $j$  de  $W_P$ ,  $(W_P)_j = (W_P)_{j+1}$ . Esta convergência ocorre, segundo Lemos, Vieira e Kniess (2014), devido à natureza estocástica da Supermatriz  $W_P$ , sendo na maioria dos casos  $k < 4$ . Assim, os resultados finais são representados por uma matriz-coluna denominada Matriz Final ( $W_F$ ), que é gerada a partir de qualquer coluna  $j$  da Supermatriz Limite ( $W_L$ ) e tem como objetivo relacionar os pesos de cada alternativa  $A$  em função do objetivo  $Obj$ , como é apresentado na seguinte equação:

$$W_F = \begin{matrix} & Obj \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Finalmente, pode obter-se um ranking de todas as alternativas contidas em  $W_F$ .

Passando-se a um exemplo prático, considere-se que uma empresa pretende adquirir um software para gestão da informação e, para isso pretende analisar três sistemas (S1, S2 e S3) tendo em conta critérios como C1, C2 e C3.

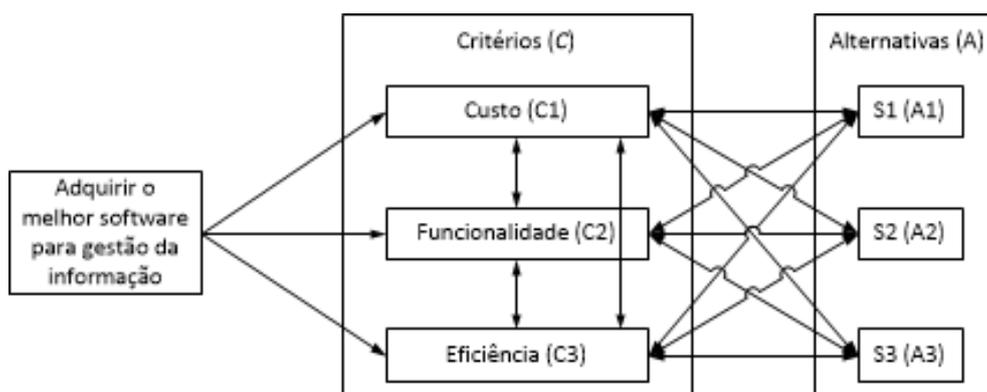


Figura 60 - Exemplo da técnica ANP: Estrutura de rede

Segue-se então a etapa dois, onde é pretendido mostrar as relações representadas pelas setas da Figura 61.

Tabela 70 - Exemplo da técnica ANP: relação entre elementos

Relação	Matriz
Do objetivo para os critérios	$R_1 = \begin{matrix} & \text{Obj} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 7 \\ 9 \\ 9 \end{pmatrix} \end{matrix}$
De critérios para critérios	$R_2 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 3 & 3 \\ 7 & 0 & 5 \\ 3 & 3 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$
De critérios para alternativas	$R_3 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 5 & 7 \\ 3 & 0 & 3 \\ 9 & 7 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$
De alternativas para critérios	$R_4 = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & A_3 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 3 & 5 \\ 7 & 0 & 3 \\ 3 & 9 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$

Após definida a influência que cada elemento tem sobre os restantes, passa-se à construção da **Supermatriz Não-Ponderada** (Etapa 3) que é constituída pelas matrizes definidas na Etapa 2. Assim sendo, tem-se:

$$W_{NP} = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & A_3 & C_1 & C_2 & C_3 & Obj \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ Obj \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 5 \\ 7 & 0 & 3 \\ 3 & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \begin{matrix} 0 & 5 & 7 \\ 3 & 0 & 3 \\ 9 & 7 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

(Note: In the original image, dashed blue boxes highlight the submatrices R1, R2, R3, and R4 within the W<sub>NP</sub> matrix.)

Figura 61 - Exemplo da técnica ANP: Supermatriz Não-Ponderada

Neste exemplo, as relações *objetivo/objetivo*, *alternativa/alternativa* e *alternativa/objetivo* não são consideradas, sendo-lhes atribuído o valor zero.

Procede-se agora à construção da **Supermatriz Ponderada** (Etapa 4), que é obtida através da normalização da Supermatriz Não-Ponderada.

Para a normalização da Supermatriz Não-Ponderada, procede-se à soma das colunas e, posteriormente, divide-se cada elemento da matriz pelo valor obtido na soma da coluna onde se situa. Assim, a Supermatriz Ponderada assume os seguintes valores:

$$W_{NP} = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & A_3 & C_1 & C_2 & C_3 & Obj \\ A_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.277778 & 0.388889 & 0 \\ A_2 & 0 & 0 & 0 & 0.136364 & R3 & 0 & 0.16667 \\ A_3 & 0 & 0 & 0 & 0.409091 & 0.388889 & 0 & 0 \\ C_1 & 0 & 0.25 & 0.833333 & 0 & 0.166667 & 0.166667 & 0.28 \\ C_2 & 0.7 & R4 & 0 & 0.166667 & R2 & 0 & 0.277778 & 0.36 & R1 \\ C_3 & 0.3 & 0.75 & 0 & 0.136364 & 0.166667 & 0 & 0 & 0.36 \\ Obj & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Figura 62 - Exemplo da técnica ANP: Supermatriz Ponderada

Na última etapa deste processo (Etapa 5), é necessário determinar a **Supermatriz Limite**. Ora, no caso, a potência a que a Supermatriz Ponderada foi elevada para obter a Supermatriz Limite foi 12 como se pode ver a seguir:

$$W_L = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & A_3 & C_1 & C_2 & C_3 & Obj \\ A_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.277778 & 0.388889 & 0 \\ A_2 & 0 & 0 & 0 & 0.136364 & 0 & 0.16667 & 0 \\ A_3 & 0 & 0 & 0 & 0.409091 & 0.388889 & 0 & 0 \\ C_1 & 0 & 0.25 & 0.833333 & 0 & 0.166667 & 0.166667 & 0.28 \\ C_2 & 0.7 & 0 & 0.166667 & 0.318182 & 0 & 0.277778 & 0.36 \\ C_3 & 0.3 & 0.75 & 0 & 0.136364 & 0.166667 & 0 & 0.36 \\ Obj & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}^{12} =$$

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Obj
A <sub>1</sub>	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
A <sub>2</sub>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
A <sub>3</sub>	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
C <sub>1</sub>	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
C <sub>2</sub>	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
C <sub>3</sub>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Obj	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Finalmente, é possível definir-se a **Matriz Final**, que é representada como uma matriz-coluna.

$$W_F = \begin{matrix} & Obj \\ A_1 & \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.06 \\ 0.19 \end{pmatrix} \\ A_2 & \\ A_3 & \end{matrix}$$

Finalmente, verifica-se o máximo dos valores contidos em  $W_F$ , ou seja, a alternativa que tem mais peso sobre o objetivo. Neste caso a alternativa que deve ser considerada é a alternativa 3, que corresponde ao sistema 3.

## 8) Modelos de Otimização

Nos modelos de otimização são utilizadas rotinas de programação linear ou similares para selecionar a alternativa que maximiza a função lucro, a partir do modelo de cada projeto (Junqueira, 2011).

A programação linear foi utilizada implicitamente por Fourier no início dos anos 1800, mas foi formalizada e aplicada aos problemas da economia na década de 1930 por Leonid Kantorovich. No entanto, durante vários anos, o trabalho de Kantorovich foi largamente ignorado e, portanto, desconhecido. O primeiro algoritmo completo foi publicado por George Dantzig em 1947, ao qual Koopmans propôs atribuir o nome de “programação linear” em 1948.

Martinez e Santos (1995) consideram a otimização um problema matemático com muitas aplicações no “mundo real”, onde são encontrados os mínimos ou máximos de uma função de várias variáveis, com valores dentro de uma determinada região do espaço multidimensional. Segundo os autores, este é o tipo de necessidade com que os responsáveis pela tomada de decisão se defrontam quotidianamente.

Tahri (2015) apresenta métodos numéricos de otimização matemática para problemas mono-objetivos e multi-objetivos, tais como: Otimização Linear; Programação Linear Inteira; Programação de Objetivos; Programação de Objetivos Inteira.

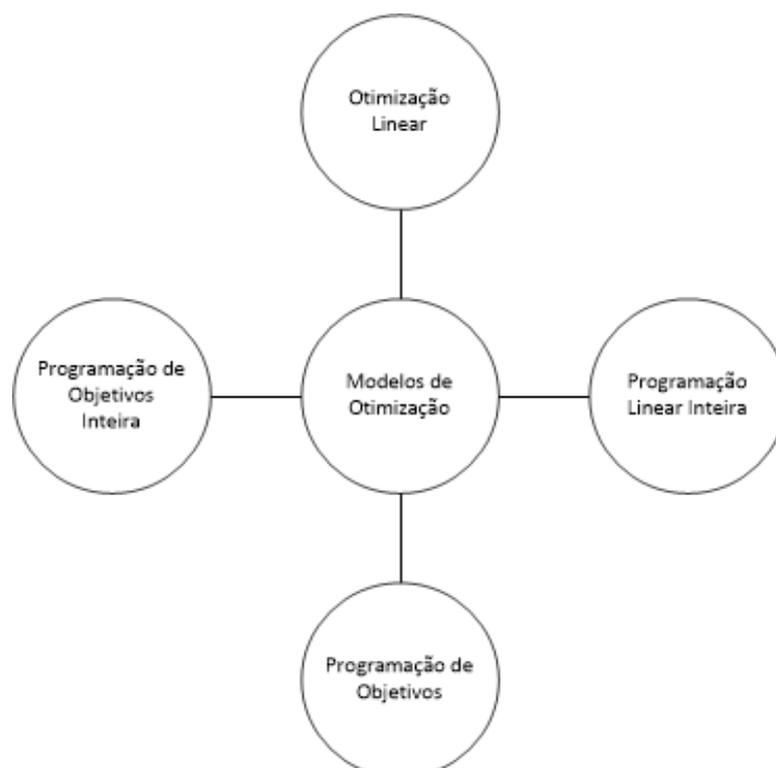


Figura 63 - Modelos de Otimização

- **Otimização Linear (OL):**

Tahri (2015) caracteriza este método numérico como sendo a disciplina que estuda os problemas nos quais se minimiza ou maximiza uma função linear num poliedro convexo. Acrescenta ainda que a função que é minimizada ou maximizada e as restrições, ainda podem ser descritas por funções lineares.

A função linear é definida sobre um domínio descrito por equações e/ou inequações lineares (Sousa, 2000):

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z(x) &= c^T x \\ \text{Sujeito a: } Ax &= b \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Onde, segundo Sousa (2000):

**A** é uma matriz  $m \times n$

**c** é um vetor  $n \times 1$

**b** um vetor  $m \times 1$

A notação  $x \geq 0$  quer dizer  $x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$

A função linear  $Z: R^n \rightarrow R$  é chamada de função objetivo

$Ax = b, x \geq 0$  é uma solução factível

Sousa (2000) acrescenta ainda que, resolver um problema de otimização linear, consiste em encontrar uma solução factível  $x^*$  tal que,  $Z(x^*) \leq Z(x)$  sendo  $x^*$  uma solução ótima.

Segundo Tahri (2015), este método é também conhecido como **programação linear**, mas, devido à possível confusão com o conceito de programação de computadores essa denominação tende a ser abandonada.

Suponha-se que uma empresa tem 650000€ para investir na melhor combinação dentre as 11 opções de investimento (projetos) oferecidas, sendo que existem 6 investimentos exclusivos, ou seja, apenas um pode ser escolhido. Os investimentos iniciais e os valores presentes para cada um são estimados na Tabela 71. Considere a taxa mínima de atratividade igual a 10%.

Tabela 71 - Exemplo do método de Programação Linear: Dados

Investimentos	Investimento Inicial (1000€)	VP (1000€)
1	150	500
2	160	515
3	170	555
4	210	530
5	180	565
6	240	595
7	200	500
8	150	400
9	70	30
10	250	350
11	150	300

Para solucionar o problema, considere-se que:

$x_j$  = quantidade de vezes aplicado no investimento  $j$  sendo  $j \in [1; 11]$

Função Objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & 500_{x_1} + 515_{x_2} + 550_{x_3} + 530_{x_4} + 565_{x_5} + 595_{x_6} + 500_{x_7} + 400_{x_8} \\ & + 30_{x_9} + 350_{x_{10}} + 300_{x_{11}} \end{aligned}$$

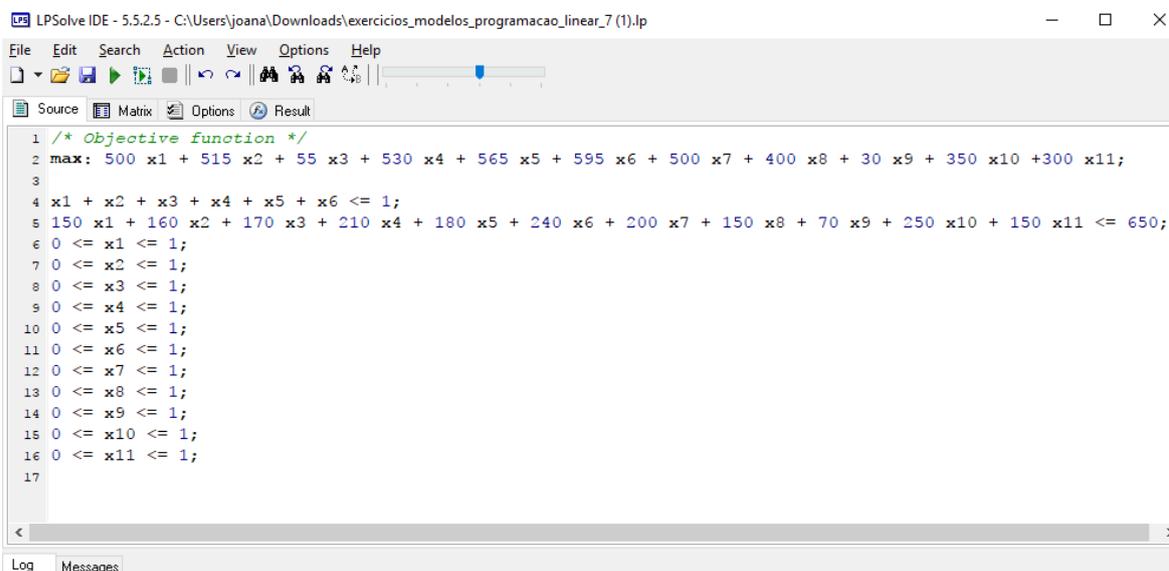
Sujeito a:

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 1 \\ & 150_{x_1} + 160_{x_2} + 170_{x_3} + 210_{x_4} + 180_{x_5} + 240_{x_6} + 200_{x_7} + 150_{x_8} + 70_{x_9} \\ & + 250_{x_{10}} + 150_{x_{11}} \leq 650 \\ & 0 \leq x_j \leq 1 \text{ e } j \in [1; 11] \end{aligned}$$

A função maximiza o valor presente do portfólio enquanto a primeira restrição faz com que no máximo um dos 6 investimentos mutuamente exclusivos seja aceite. A segunda restrição limita a aplicação de recursos do portfólio escolhido a no máximo 650000€. A terceira restrição tem o propósito de fazer com que nenhum investimento seja utilizado mais do que uma vez.

Para a resolução deste exemplo, foi utilizado o *lp\_solve* IDE que é um software que, baseado no método simplex, soluciona problemas de programação linear.

Primeiro as formulações quer da função objetivo, quer das restrições são digitadas no software, depois corre-se o programa e clica-se na secção “Result” (Figura 65).



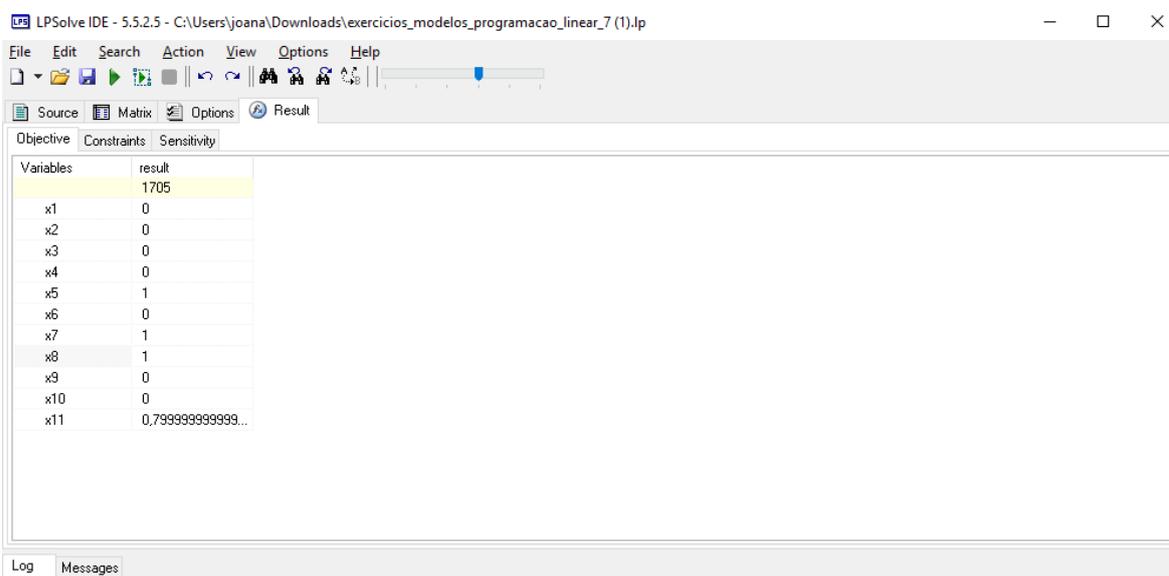
```

1 /* Objective function */
2 max: 500 x1 + 515 x2 + 55 x3 + 530 x4 + 565 x5 + 595 x6 + 500 x7 + 400 x8 + 30 x9 + 350 x10 + 300 x11;
3
4 x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 <= 1;
5 150 x1 + 160 x2 + 170 x3 + 210 x4 + 180 x5 + 240 x6 + 200 x7 + 150 x8 + 70 x9 + 250 x10 + 150 x11 <= 650;
6 0 <= x1 <= 1;
7 0 <= x2 <= 1;
8 0 <= x3 <= 1;
9 0 <= x4 <= 1;
10 0 <= x5 <= 1;
11 0 <= x6 <= 1;
12 0 <= x7 <= 1;
13 0 <= x8 <= 1;
14 0 <= x9 <= 1;
15 0 <= x10 <= 1;
16 0 <= x11 <= 1;
17

```

Figura 64 - Exemplo do método de Programação Linear: resolução no *lp\_solve* IDE

Seguidamente, é possível observar-se as soluções obtidas (Figura 66).



Variables	result
	1705
x1	0
x2	0
x3	0
x4	0
x5	1
x6	0
x7	1
x8	1
x9	0
x10	0
x11	0,7999999999999999...

Figura 65 - Exemplo do método de Programação Linear: soluções obtidas

Isto indica que a empresa deve realizar os investimentos 5, 7, 8 e 11, aproximando  $x_{11} = 0.7999999$  para  $x_{11} = 1$ .

- **Programação Linear Inteira (PLI):**

Um problema de programação linear inteira (PLI) não é um problema de otimização linear no sentido de que o seu domínio admissível não é um poliedro, mas um conjunto discreto de pontos (Tahri, 2015). No entanto, Tahri salienta que a PLI pode ser descrita como um problema de otimização linear ao qual são adicionadas restrições devido ao facto de algumas variáveis poderem assumir apenas valores inteiros.

Os modelos de PLI serão então do tipo dos modelos de PL, sujeitos a restrições adicionais, indicando que algumas ou todas as variáveis são discretas (Alves & Delgado, 1997) (Tabela 72).

Tabela 72 - Programação inteira vs. Programação linear

PI	PL
$\max F = 4x_1 - 5x_2$ <p><i>sub. a:</i></p> $2x_1 + 3x_2 \leq 8$ $5x_1 + 2x_2 \leq 11$ $x_1, x_2 \geq 0 \text{ e inteiras}$	$\max F = 4x_1 - 5x_2$ <p><i>sub. a:</i></p> $2x_1 + 3x_2 \leq 8$ $5x_1 + 2x_2 \leq 11$ $x_1, x_2 \geq 0$

Assim, segundo os autores, na PL verifica-se a relaxação do PI, dado que se “alarga” o domínio das variáveis de decisão de  $|\mathbf{N}_0$  para  $|\mathbf{R}$ .

Alves e Delgado (1997) salientam também que, quando todas as variáveis estão sujeitas à condição de integralidade, estamos perante um problema de **Programação Linear Inteira Pura (PLIP)**; no caso de apenas algumas variáveis estarem sujeitas à condição de integralidade, trata-se de um problema de **Programação Linear Inteira Mista (PLIM)**; e, por último, apresentam a existência de um caso especial de variáveis inteiras: as variáveis binárias que apenas podem assumir os valores 0 (zero) ou 1 (um) – **Programação Inteira Binária**. Esta última, trata-se de uma programação utilizada quando as variáveis de um modelo são binárias, sendo utilizada para situações dicotómicas (sim ou não, fazer ou não fazer, etc).

Passando-se a um exemplo prático, considere-se que uma empresa utiliza 2 tipos de máquina (A e B) para a fabricação de 3 produtos diferentes. A gestão da empresa está a analisar a viabilidade de adquirir mais máquinas de 140 U.M. (Unidades por Máquina).

As restrições que limitam a capacidade produtiva são as seguintes:

Tabela 73 - Exemplo de um Modelo de Otimização Linear Inteira: Restrições do problema

	Prod.1	Prod.2	Prod.3	
Máquina A	$4_{x_1}$	$+6_{x_2}$	$+2_{x_3}$	$\leq 50$
Máquina B	$5_{x_1}$	$+3_{x_2}$	$+4_{x_3}$	$\leq 60$

A situação em que a empresa se encontra é retratada pela Tabela 73, onde se pode observar que existem quatro máquinas a trabalhar para o produto um, seis máquinas para o produto dois e duas máquinas para o produto três e, no total, tem um limite de produção de 50 unidades. Relativamente à máquina B, são utilizadas cinco para a produção do produto um, três na produção do produto dois e quatro na produção do produto três, tendo uma capacidade máxima de produção de 60 unidades.

A função que traduz os lucros da empresa é a seguinte:

Tabela 74 - Exemplo de um Modelo de Otimização Linear Inteira: Função Lucro

	Prod.1	Prod.2	Prod.3
lucro	$110_{x_1}$	$+150_{x_2}$	$+90_{x_3}$

Ou seja, o produto do tipo um tem um lucro de 110 u.m. o produto dois de 150 u.m. e o produto três de 90 u.m.

Após uma análise do mercado, verificou-se existirem 2 máquinas adequadas do tipo A que permitiram aumentar a capacidade de produção de 6 a 10 unidades, respetivamente, sendo os seus preços de 50 a 70 U.M., respetivamente.

Também, 2 máquinas adequadas do tipo B que permitiam aumentar a capacidade de produção de 4 a 10 unidades, respetivamente, sendo os seus preços de 60 a 90 U.M., respetivamente.

A empresa não tem interesse de adquirir mais do que uma máquina de cada um dos tipos e encara também a hipótese de permanecer como está atualmente.

A empresa amortiza as máquinas em 10 anos, o que se traduz em ter custos anuais de utilização iguais a um décimo do seu custo.

De forma a realizar-se o estudo da melhor decisão de compra de máquinas tem-se:

Situação atual

$$\text{Máx } 110x_1 + 150x_2 + 90x_3$$

$$4x_1 + 6x_2 + 2x_3 \leq 50$$

$$5x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 60$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Compras possíveis

	Disponibilidade	Preço
A1	6	50
A2	10	70
B1	4	60
B2	10	90

Seja  $y_{Li}$  uma variável binária ( $i = 1, 2; L = A, B$ ), associada a cada máquina.

$$\text{Seja } y_{Li} = \begin{cases} = 1, & \text{se a decisão for comprar a máquina} \\ = 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

1º Grupo de restrições – Aumento de disponibilidades por compra de máquinas.

$$4x_1 + 6x_2 + 2x_3 \leq 50 + 6y_{A1} + 10y_{A2}$$

$$5x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 60 + 4y_{B1} + 10y_{B2}$$

2º Grupo de restrições – Dinheiro para a compra das máquinas.

$$50y_{A1} + 70y_{A2} + 60y_{B1} + 90y_{B2} \leq 140$$

3º Grupo de restrições – Compra de não mais do que uma máquina de cada um dos tipos.

$$y_{A1} + y_{A2} \leq 1$$

$$y_{B1} + y_{B2} \leq 1$$

4º Grupo de restrições – Variáveis  $y_{Li}$  binárias.

$$y_{A1} \leq 1$$

$$y_{A2} \leq 1$$

$$y_{B1} \leq 1$$

$$y_{B2} \leq 1$$

e inteiros.

Este grupo de equações é redundante em relação ao 3º e, portanto, desnecessário.

Se se quiser comparar a situação existente com a situação decorrente de nova compra, pode-se estudar o problema com uma função objetivo diferente.

Se se considerar, por exemplo, que as máquinas a comprar podem ser amortizadas em 10 anos e pelo método linear, então é possível importar à função objetivo do lucro anual -  $110x_1 + 150x_2 + 90x_3$  – os custos resultantes de compra das novas máquinas:

$$\text{Máx } 110x_1 + 150x_2 + 90x_3 - 5y_{A1} - 7y_{A2} - 6y_{B1} - 9y_{B2}$$

Se todos  $y_{Li} = 0$ , então a empresa deve manter a situação atual, sem aquisição de novas máquinas.

- **Programação por Objetivos (PO)**

Proposta por Charles e Cooper e posteriormente estudada por Y. Ishiri, a programação por objetivos representa, segundo Coelho (1976), uma modificação e extensão de Programação Linear.

Tahri (2015) caracteriza este método utilizando a definição de Wolsey e Nemhauser, ou seja, define a programação por objetivos como um ramo da otimização combinatória, acrescentando que tem como particularidade a tentativa de otimizar vários objetivos simultaneamente no mesmo problema.

Segundo Coelho (1976), na programação por objetivos,

- Os objetivos são conjugados na mesma função objetiva, e somente as condições funcionais reais são tratadas como restrições;

- A função objetivo é usualmente constituída por variáveis de desvio, que representa cada tipo de objetivo ou subobjetivo;

- A variável de desvio é representada em duas dimensões na função objetiva: um desvio positivo e um negativo de cada objetivo, subobjetivo e/ou restrição.

Assim, a função objetivo passa a ser a minimização desses desvios, baseada na prioridade a eles atribuída ou na importância relativa.

Passando-se à análise matemática de programação por objetivos, tem-se (Coelho, 1976):

**A) Objetivo simples com múltiplos subobjetivos**

Neste caso, um objetivo pode ser satisfeito através da obtenção simultânea de um conjunto de subobjetivos  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$$

Onde:

$a_1, a_2, a_n$  são números reais.

Em forma matricial, a equação anterior pode ser expressa como:

$$ax = b$$

Onde  $x$  é um vetor coluna com componentes  $x_i (i = 1, \dots, n)$  e  $a$  é um vetor linha constituído de  $a_1, a_2, a_n$ .

O modelo de programação por objetivos pode ser formulado como:

$$\text{Min. } Z = d^- + d^+$$

Sujeito a:

$$ax + d^- - d^+ = b$$

$$x, d^-, d^+ \geq 0$$

$$d^- \cdot d^+ = 0$$

Onde  $d^-$  e  $d^+$  representam as variáveis de desvio do objetivo. Há a consideração da condição de não negatividade, isto é:  $x, d^-, d^+ \geq 0$ . As variáveis de desvio são complementares entre si. Se  $d^-$  assumir um valor positivo  $d^+$  será zero e vice-versa; logo  $d^- \cdot d^+ = 0$  pois, sempre, pelo menos um dos desvios será zero.  $b$  representa o objetivo a ser satisfeito.

No modelo  $\text{Min. } Z = d^- + d^+$  uma solução será pesquisada para tentar satisfazer completamente o objetivo, de modo que  $ax = b$ , isto é a função objetiva leva sempre os valores de  $d^-$  e  $d^+$  a zero. Quando o objetivo é inatingível na sua plenitude, assegura-se que a abordagem será tão contígua quanto possível.

### A.1) Restrições aos subobjetivos

No modelo  $\text{Min. } Z = d^- + d^+$ , a única restrição imposta aos subobjetivos foi simplesmente relacionada à condição de não negatividade ( $x \geq 0$ ). Contudo, frequentemente, o ambiente organizacional impõe restrições adicionais sobre os subobjetivos, tais como:

$$Bx \leq h$$

Onde o número de restrições definirá o tamanho da matriz  $B$  e o vetor  $h$ , e a quantificação das restrições caracterizará os componentes de  $B$  e  $h$ . Então, o modelo de programação por objetivos pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Min. } Z = (d^- + d^+)$$

Sujeito a:

$$ax + d^- + d^+ = b$$

$$Bx \leq h$$

$$x, d^-, d^+ \geq 0$$

Em programação por objetivos, a otimização é realizada de uma maneira indireta, em vez de tentar maximizar diretamente o critério objetivo, como acontece na otimização linear.

Os desvios representados em duas dimensões, são a ideia chave na programação por objetivos, uma vez que, permite que o administrador apenas tenha de estabelecer um limite superior e inferior, em vez de quantificar acuradamente informações de custo ou valor de um objetivo ou subobjetivo. Desta forma, cada objetivo seria estabelecido como:

$$ax > b \text{ ou } ax < b$$

Onde  $x \geq 0$ .

### **B) Múltiplos objetivos com múltiplos subobjetivos**

No caso de se tratar da obtenção simultânea de múltiplos objetivos, o modelo de programação por objetivos pode ser formulado matematicamente como:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)$$

Sujeito a:

$$Ax + Id^- - Id^+ = b$$

$$x, d^-, d^+ \geq 0$$

Onde  $b$  é um vetor de  $m$  componentes, que expressam os níveis dos  $m$  objetivos considerados, os quais podem ser satisfeitos através de combinações de  $n$  subobjetivos variáveis, representados por vetor coluna  $x$  de  $n$  componentes.

$A$  é uma matriz  $m \times n$  que expressa a relação entre objetivos e subobjetivos.

$d^-$  e  $d^+$  são vetores coluna de  $m$  componentes, representando os desvios dos objetivos, e  $I$  é a matriz identidade  $m$ -dimensional.

No modelo apresentado acima, cada restrição está relacionada com um objetivo. Além da condição de não-negatividade, são impostas restrições adicionais aos

subobjetivos. Considerando-se  $k$  restrições adicionais impostas aos subobjetivos, o modelo de programação por objetivos será formulado como:

$$\text{Min. } Z = \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)$$

Sujeito a:

$$Ax + Id^- - Id^+ = b$$

$$Bx \leq h$$

$$x, d^-, d^+ \geq 0$$

Onde  $B$  é uma matriz  $K \times n$  e  $h$  é um vetor coluna constituído por  $k$  elementos.

### B.1) Listagem e ponderação dos múltiplos objetivos

Devido à escassez dos recursos, é quase sempre impossível satisfazer cada objetivo delineado pela administração, tendo-se de sacrificar uns objetivos por outros. Esta escolha implica que, com ou sem programação por objetivos, o administrador estabeleça prioridades, de modo a que os objetivos de baixa ordem sejam considerados depois dos objetivos de maior ordem. No caso de haver objetivos em  $r$  níveis de prioridade, fatores de prioridade  $P_j (j = 1, 2, \dots, r)$  serão atribuídos às variáveis de desvio negativa e/ou positiva. A relação dos fatores de prioridade é  $P_j \gg P_{j+1}$  o que implica que, multiplicando-se  $P_{j+1}$  por um valor finito maior do que se pode imaginar, o resultado nunca será maior ou igual a  $P_j$ . Dentre os múltiplos objetivos, existem alguns que são comensuráveis entre si, então a sua importância relativa para a organização pode ser verificada segundo um fator comum. Assim sendo, estes objetivos estão situados num mesmo nível de prioridade e, para que seja identificada uma certa hierarquia, atribuiu-se aos desvios, através de um critério, um denominador comum e pesos diferenciais finitos ( $\alpha$ ) que, quando multiplicados por  $P_j$ , mostrarão essa hierarquia.

Considere-se assim,  $c$  um vetor linha, com  $2m$  componentes, cujos elementos são produtos de  $P_j$  e  $\alpha$ , tal que:

$$c = (\alpha_1 P_{j1}, \alpha_2 P_{j2}, \dots, \alpha_{2m} P_{j2m})$$

Onde  $P_{j_1}$  ( $i = 1, 2, \dots, 2m; j = 1, 2, \dots, r$ ) são os fatores de prioridades, sendo  $P_1$  o fator mais alto e  $\alpha_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 2m$ ) são números reais. O  $d$  é um vetor coluna com  $2m$  componentes, cujos elementos são  $d^-$ 's e  $d^+$ 's, tal que:

$$d = (d_1^-, d_2^-, \dots, d_m^-; d_1^+, d_2^+, d_m^+)$$

Assim, o problema de programação por objetivos que envolve múltiplos objetivos inter-relacionados, pode ser formulado como:

$$\text{Min. } Z = cd$$

Sujeito a:

$$Ax + Rd = b$$

$$Bx \leq h$$

$$x, d \geq 0$$

Onde  $R$  é uma matriz  $m \times 2m$ , constituída por elementos  $a_{ij} = 1$  quando  $j = i$ ;  $j = m + i$  e  $a_{ij} = 0$ , em caso contrário, e os outros elementos ( $A, B, x, c, b, d$  e  $h$ ) conforme definidos anteriormente.

Aqui, a função objetivo consiste nas variáveis de desvio com fatores de prioridade  $a$ 's, para ponderações no mesmo nível de prioridade. Mais uma vez, como não é possível satisfazer cada objetivo na extensão desejada, a função ótima para a programação por objetivos será a que minimiza o número de objetivos não satisfeitos na sua plenitude.

### C) Análise dos desvios e variações da função objetivo

Aquando a identificação de todas as restrições e objetivos no modelo, o decisor deve analisar se a sub obtenção ou sobre obtenção do objetivo é satisfatória ou não. No caso a sub obtenção for aceitável, o desvio negativo não é incluído na função objetivo. Se, por outro lado, a sobre obtenção for desejável, o desvio positivo do objetivo pode ser eliminado da função objetivo. Se a obtenção exata do objetivo for desejável, ambos os desvios devem ser representados na função objetivo. Uma ou ambas as variáveis de desvio de cada restrição devem aparecer na função objetivo. Se ambas as variáveis de desvio aparecerem na função objetivo, podem assumir diferentes níveis de prioridade.

No modelo  $\text{Min. } Z = cd$ , a função objetivo é simplesmente a função minimização e variáveis de desvio, com certos fatores de prioridade e pesos que lhes são atribuídos. As

variações na função objetivo podem ser assumidas de acordo com a estrutura de objetivos da análise de decisões:

### C.1) Minimização de $(d^- + d^+)$

Sendo a restrição de objetivos expressa por  $Ax + d^- - d^+ = b$ , a minimização de  $d^- + d^+$  minimizará o valor absoluto de  $Ax - b$ . Como visto anteriormente, pelo menos uma variável de desvio será zero, dependendo do nível de objetivos e praticabilidade técnica do sistema. Por exemplo, se  $Ax > b$ , então  $d^- = 0$  e  $d^+ = Ax - b$ , ao passo que se  $Ax < b$ , então  $d^+ = 0$  e  $d^- = b - Ax$ . Se  $Ax = b$ , o objetivo é alcançado exatamente como desejado, logo  $d^- = d^+ = 0$ .

### C.2) Minimização de $d^-$

Se a função objetivo é constituída para minimizar o desvio negativo  $d^-$  do objetivo, e se as soluções são possíveis, as mesmas consistirão de todos os  $x$ 's tal que  $Ax > b$ , minimizando  $d^-$  a zero. Se não é possível minimizar  $d^-$  a zero, o conjunto solução consistirá de todos os  $x$ 's que minimizem  $(b - Ax)$  à extensão possível.

### C.3) Minimização de $d^+$

Se a função objetivo é orientada para minimizar o desvio positivo do objetivo, a solução identificará todos os  $x$ 's, os quais satisfazem  $Ax \leq b$ , provido que tais soluções são possíveis. Se o modelo não pode minimizar  $d^+$  a zero, a solução consiste em todos os  $x$ 's, os quais minimizem  $(Ax - b)$  para a mais completa extensão possível.

### C.4) Minimização de $(d^- - d^+)$

A minimização de  $(d^- - d^+)$  tem o mesmo efeito de maximizar  $Ax$ . Se for denotado  $d = (d^- - d^+)$ , a variável de desvio  $d$  é irrestrita em sinal. Então o modelo de programação por objetivos pode ser escrito como:

$$\text{Min. } d$$

Sujeito a:

$$Ax + d = b$$

$$x, d \geq 0$$

Como  $d = b - Ax$ , pode-se transformar a função objetiva para minimizar  $(b - Ax)$ . Como  $b$  é uma constante, a função é equivalente à maximização de  $Ax$ . Na prática, a

maximização pode de  $Ax$  pode também ser obtida se  $b$  for estabelecido como um número muito grande, e minimizar  $d^-$ . Por isso, na maioria dos casos, a função de “minimizar ( $d^- - d^+$ )” é usada raramente.

### C.5) Minimização de ( $d^+ - d^-$ )

O efeito da função para minimizar ( $d^+ - d^-$ ) é equivalente à minimização de  $Ax$ . Se se considerar  $d = d^+ - d^-$ , o modelo de programação por objetivos pode ser formulado como:

$$\begin{aligned} \text{Min. } & d \\ Ax - d &= b \\ x, d &\geq 0 \end{aligned}$$

Como  $d = Ax - b$  e  $b$  é uma constante, a função objetivo é equivalente a minimizar  $Ax$ . Na maioria dos problemas, dificilmente é usada a função para minimizar ( $d^+ - d^-$ ), pois o resultado idêntico pode ser obtido minimizando  $d^+$  e considerando  $b$  substancialmente pequeno.

Utilizando-se um exemplo prático de Render, Stair e Hanna (2000), considere-se a companhia XPTO, que fabrica dois produtos:

- Produto do tipo 1;
- Produto do tipo 2

Ambos exigem um processo de produção de duas etapas envolvendo o processo A e o processo B. Para instalar o processo A leva aproximadamente 2 horas e para o processo B 3 horas. A montagem final do produto do tipo 1 e do produto do tipo 2 requer 6 e 5 horas, respetivamente. A capacidade de produção é tal que somente 12 horas do tempo do processo A e 30 horas do tempo de montagem estão disponíveis. Se cada produto 1 produzido gera um lucro líquido para a empresa de 5,89€ e cada produto do tipo 2 de 5,05€, a decisão de produção mista da XPTO pode usando a PL como segue:

$$\text{Maximizar o lucro} = 5,89x_1 + 5,05x_2$$

**Sujeito a:**

$$2x_1 + 3x_2 \leq 12 \text{ (horas do processo A)}$$

$$6x_1 + 5x_2 \leq 30 \text{ (horas da montagem)}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$x_1$  = número de produtos do tipo 1 produzidos

$x_2$  = número de produtos do tipo 2 produzidos

Até aqui, observou-se que a administração tinha apenas um único objetivo, ou seja, o lucro, podendo utilizar-se a programação linear para encontrar a solução ótima.

De forma a ilustrar a formulação deste problema em programação por objetivos, suponha-se agora que a empresa está a mudar-se para uma nova localização durante um período de produção específico e julga que a maximização do lucro não seja um objetivo realista. A administração estabelece um nível de lucro satisfatório durante o período de ajuste: 25,24€. Agora tem-se um problema de programação por objetivo dadas as restrições do tempo. Este caso simples fornece um bom ponto de partida para lidar com programas por objetivos mais complicados.

Define-se duas variáveis de desvio:

$d_1^-$  = não alcance do lucro visado

$d_1^+$  = lucro visado acima do esperado

Agora pode declarar-se o problema da companhia XPTO como um modelo de programação de um único objetivo:

Minimizar o lucro visado não alcançado ou acima do esperado =  $d_1^- + d_1^+$

Sujeito a:

$$5,89x_1 + 5,05x_2 + d_1^- - d_1^+ = 25,24 \text{ (restrição do objetivo do lucro)}$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 12 \text{ (restrição das horas do processo A)}$$

$$6x_1 + 5x_2 \leq 30 \text{ (restrição das horas da montagem)}$$

$$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+ \geq 0$$

Note-se que a primeira restrição declara que o lucro obtido,  $5,89x_1 + 5,05x_2$ , mais qualquer lucro não alcançado menos qualquer lucro acima do esperado precisa igualar-se ao objetivo de 25,24€. Por exemplo, se  $x_1 = 3$  produtos 1 e  $x_2 = 2$  produtos 2, então 27,76€ de lucro foi obtido. Isso excede os 25,24€ em 2,52€, assim,  $d_1^+$  deve ser igual a 2,52. Visto que a restrição do objetivo do lucro foi alcançada e ficou acima do esperado, a companhia XPTO não alcançou o lucro visado e  $d_1^-$  será, claramente, igual a 0. Assim, este problema está pronto para a solução pelo algoritmo da programação por objetivos.

Se o lucro visado de 25,24€ é atingido plenamente, vemos que ambos  $d_1^-$  e  $d_1^+$  são iguais a zero. A função objetivo será, também, zero. Se a administração da XPTO está preocupada somente com o não alcance do lucro visado, como mudaria a função objetivo?

Desta forma: minimizando o lucro visado não alcançado =  $d_1^-$ . Isto também é um objetivo razoável, visto que, a empresa provavelmente não ficaria insatisfeita com o alcance acima do esperado do seu objetivo. Em geral, uma vez que todos os objetivos e restrições são identificados num problema, a administração deve analisar cada objetivo para ver se o não alcance ou o alcance acima do esperado daquele objetivo é uma situação aceitável. Como referido na análise matemática, se o alcance acima do esperado é aceitável, a variável apropriada  $d_1^+$ , pode ser eliminada da função objetivo. Se o alcance do objetivo está bom, a variável  $d_1^-$ , deve ser retirada. Se a administração do projeto atingir plenamente um objetivo, ambos os  $d_1^+$  e  $d_1^-$  devem aparecer na função objetivo.

### **Extensão a múltiplos objetivos igualmente importantes**

Examine-se agora a situação em que a administração da XPTO quer alcançar vários objetivos, todos com a mesma prioridade.

**Objetivo 1:** produzir um lucro de 25,24€, se possível, durante o período de produção;

**Objetivo 2:** utilizar todo o tempo disponível das horas do departamento do processo A;

**Objetivo 3:** evitar horas extras no departamento de montagem;

**Objetivo 4:** satisfazer a necessidade de um contrato para produzir pelo menos 7 produtos do tipo 2.

As variáveis de desvio podem ser definidas:

$d_1^-$  = não alcance do lucro visado

$d_1^+$  = lucro visado acima do esperado

$d_2^-$  = tempo ocioso no departamento do processo A (subutilizado)

$d_2^+$  = horas extras no departamento do processo A (utilização a mais)

$d_3^-$  = tempo ocioso no departamento de montagem (subutilizado)

$d_3^+$  = horas extras no departamento de montagem (utilização a mais)

$d_4^-$  = não alcance do objetivo do produto do tipo B

$d_4^+$  = alcance acima do esperado do objetivo do tipo B

A administração não está preocupada com o lucro visado acima do esperado, horas extras no departamento do processo A, tempo ocioso no departamento de montagem ou se mais do que 7 produtos do tipo B são produzidos, portanto  $d_1^+, d_2^+, d_3^-$  e  $d_4^+$  podem ser omitidos da função objetivo.

A nova função objetivo e restrições são:

$$\text{Minimizar o desvio total} = d_1^- + d_2^- + d_3^+ + d_4^-$$

**Sujeito a:**

$$5,89x_1 + 5,05x_2 + d_1^- - d_1^+ = 30 \text{ (restrição do lucro)}$$

$$2x_1 + 3x_2 + d_2^- - d_2^+ = 12 \text{ (restrições das horas do processo A)}$$

$$6x_1 + 5x_2 + d_3^- - d_3^+ = 30 \text{ (restrição da montagem)}$$

$$x_2 + d_4^- - d_4^+ = 7 \text{ (restrição do produto do tipo 2)}$$

$$\text{todas as variáveis } x_i, d_i \geq 0$$

### Classificação dos objetivos por níveis de prioridade

Na maioria dos problemas de programação por objetivo, como já referido, um objetivo será mais importante que outro que, por sua vez será mais importante do que um terceiro. A ideia nesta etapa é que os objetivos possam ser classificados de acordo com a sua importância aos olhos do administrador, sendo os objetivos de ordem inferior considerados após os objetivos de ordem superior serem satisfeitos. Proceda-se assim, à designação das prioridades para cada variável de desvio (Tabela 75).

Tabela 75 - Exemplo da técnica Programação por objetivos: classificação dos objetivos por níveis de prioridade

Objetivo	Prioridade
Alcançar um lucro acima de 25,24€ tanto quanto possível	$P_1$
Utilizar todas as horas do departamento do processo A	$P_2$
Evitar horas extras no departamento de montagem	$P_3$
Produzir pelo menos sete produtos do tipo B	$P_4$

- **Programação de Objetivos Inteira (POI)**

Baseando-se no trabalho de Tripathy e Biswal, Tahri (2015) afirma que na Programação de Objetivos Inteira (POI) é aplicado o mesmo princípio, exceto o domínio de definição da solução. Explica que são adicionadas restrições nas quais as variáveis podem apenas assumir valores inteiros, ou mesmo valores como 0 ou 1, dependendo da natureza do problema (**Programação de Objetivos 0-1**).

Considere-se que a empresa ALPHA quer selecionar um dos seus oito projetos, aqueles que maximizarão o seu lucro financeiro nas seguintes condições:

- O orçamento disponível é de 30000€;
- O projeto 1 depende do projeto 4: se for selecionado, o outro também deve ser;
- Os projetos 2 e 6 são equivalentes: se um for escolhido o outro não deve ser.

O orçamento e o benefício de cada projeto são apresentados na tabela 76.

Tabela 76 - Exemplo da técnica Programação de Objetivos Inteira: Dados dos projetos candidatos

Dados	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Benefício	16000€	21000€	11000€	30000€	35000€	25000€	20000€	32000€
Orçamento	4000€	5000€	6000€	7000€	8000€	9000€	10000€	11000€

A empresa tem como objetivos:

**Objetivo 1** - O orçamento para os projetos não deve exceder 30000€;

**Objetivo 2** - O lucro financeiro do projeto de portfólio selecionado deve ser maior que 91000€;

**Objetivo 3** - O uso da mão-de-obra não deve exceder 50;

**Objetivo 4** - A soma dos riscos associados aos projetos selecionados não deve exceder 10.

Relativamente à urgência, os projetos que apresentam um alto grau são prioritários.

A Tabela 77 resume os valores associados a cada projeto para cada critério:

Tabela 77 - Exemplo da técnica Programação de Objetivos Inteira: Dados dos projetos e objetivos a serem alcançados

Objetivos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total	Peso
1-Orçamento	4000€	5000€	6000€	7000€	8000€	9000€	10000€	11000€	≤30000	40%
2-Benefício	16000€	21000€	11000€	30000€	35000€	25000€	20000€	32000€	≥91000	30%
3-Mão-de-obra	5	8	7	10	9	8	7	6	≤50	10%
4-Risco	3	0	4	4	2	2	1	5	≤10	20%
5-Urgência	2	3	2	2	3	4	1	1		0%

As variáveis de decisão  $X_i$ , indicam se o projeto  $i$  está selecionado ou não.

Para cada objetivo  $j$ , o grau de importância é designado pelo valor associado  $G_j$  e o peso  $P_j$ .

Cada solução possível (o conjunto de projetos selecionados) possui (2) variáveis de desvio possíveis, definidas da seguinte forma:

-  $V_p(j)$  = a diferença positiva entre o valor obtido de projetos selecionados e o valor do objetivo  $j$ ;

-  $V_n(j)$  = a diferença negativa entre o valor obtido dos projetos selecionados e o valor do objetivo  $j$ .

Assim, a função objetivo do problema é a soma dos desvios dos objetivos e pode ser descrita pela seguinte fórmula:

$$\text{Min } Z = \sum P_j \times V_j, \text{ sendo que } j = 1 \dots \text{Número de Objetivos}$$

-  $V_j = V_p(j)$  se for para minimizar o objetivo  $j$  ( $\leq$ ) e  $V_j = V_n(j)$  se for para maximizar o objetivo  $j$  ( $\geq$ ). Neste caso, a função objetivo é descrita da seguinte forma:

$$\text{Min } Z = 0.4V_{p1} + 0.3V_{n2} + 0.1V_{p3} + 0.2V_{p4} + 0.0V_5$$

A seguinte equação está associada a cada objetivo:

$$C_{ji} X_i + V_p(j) - V_n(j) = G_j$$

As restrições relacionadas a este problema podem ser descritas pelas seguintes funções:

$$4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 7X_4 + 8X_5 + 9X_6 + 10X_7 + 11X_8 \leq 30;$$

$$16X_1 + 21X_2 + 11X_3 + 30X_4 + 35X_5 + 25X_6 + 20X_7 + 32X_8 \geq 91;$$

$$5X_1 + 8X_2 + 7X_3 + 10X_4 + 9X_5 + 8X_6 + 7X_7 + 6X_8 \leq 50$$

$$3X_1 + 4X_3 + 4X_4 + 2X_5 + 2X_6 + X_7 + 5X_8 \leq 10$$

Ao aplicar a fórmula  $C_j X_i + V_p(j) - V_n(j) = G_j$ , as equações relacionadas aos objetivos são:

$$\mathbf{G\ 1:} 4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 7X_4 + 8X_5 + 9X_6 + 10X_7 + 11X_8 + V_{p1} - V_{n1} = 30$$

$$\mathbf{G\ 2:} 16X_1 + 21X_2 + 11X_3 + 30X_4 + 35X_5 + 25X_6 + 20X_7 + 32X_8 + V_{p2} - V_{n2} = 91$$

$$\mathbf{G\ 3:} 5X_1 + 8X_2 + 7X_3 + 10X_4 + 9X_5 + 8X_6 + 7X_7 + 6X_8 + V_{p3} - V_{n3} = 50$$

$$\mathbf{G\ 4:} 3X_1 + 4X_3 + 4X_4 + 2X_5 + 2X_6 + X_7 + 5X_8 + V_{p4} - V_{n4} = 10$$

Analisando os resultados obtidos no software *LPSolve*, os projetos a selecionar foram os projetos 1, 4, 5 e 6 (Figura 67).

Variables	result
vn2	0
vp1	0
vp3	0
vp4	0
x1	0,673...
x2	0
x3	0
x4	0,673...
x5	1
x6	1
x7	0
x8	0

Figura 66 - Exemplo do método de Programação por Objetivos Inteira: Resultados obtidos

O projeto 1 e 4 estão simultaneamente no portfólio e os projetos 2 e 6 são mutuamente exclusivos. Esta escolha reflete as condições impostas pela empresa, minimizando a função objetivo e maximizando os lucros. Uma vez que na programação por objetivos inteira é muito difícil satisfazer plenamente todas as restrições e objetivos, tenta-se alcançar um nível satisfatório geral promovendo resultados o mais próximo possível das restrições. Aplicando os resultados:

$$\mathbf{G1:} 4000 + 7000 + 8000 + 9000 = 28000 < 30000$$

$$\mathbf{G2:} 16000 + 30000 + 35000 + 25000 = 106000 > 91000$$

$$\mathbf{G3:} 5 + 10 + 9 + 8 = 32 < 50$$

$$\mathbf{G4:} 2 + 2 + 3 + 4 = 11 > 10$$

Os objetivos mais importantes (com maior peso) são alcançados, obtendo um orçamento inferior ao estipulado, o benefício maior do que o esperado, bem como obtendo um nível de mão-de-obra dentro dos parâmetros requeridos, sacrificando a obtenção do último objetivo, sendo este o de menor peso no processo de decisão.

### **Tabela de apoio à decisão das técnicas a adotar**

A consideração das diferentes abordagens e técnicas para a seleção e priorização de projetos é crucial para que as empresas possam decidir fundamentadamente. No entanto, dada a quantidade e diversidade de técnicas, é natural que surjam dificuldades relativamente a quais usar num determinado caso específico.

Procurando auxiliar a identificação das técnicas mais adequadas a cada caso, foi elaborada uma tabela para apoio da decisão (Tabela 78), onde são identificadas as diferentes técnicas e as suas características. Desta forma, o decisor, considerando os dados que possui acerca dos projetos, poderá identificar qual ou quais as técnicas que poderá usar.

	Cash Outflow (Investimentos)	Cash Inflow	Taxa	Período de tempo	Payback Padrão	Valor Atual dos Ganhos	Valor Atual das Despesas	Valor Atual Líquido	Valor Passado Líquido	Objetivos	Metas	Indicadores	Iniciativas	Processo de Aprendizagem/Formação	Partições Estratégicas	Escala de Pontuação	Objetivo Geral	Critérios de Avaliação	Alternativas	Vetor Prioridade (Critérios)	Vetor Prioridade (Alternativas)	Probabilidade de Ocorrência (Riscos, Alternativas, etc.)	Impacto da Ocorrência (Financeiros)	Urgência do Risco	Opinião Especializada	Qualidade dos dados	Diagrama Tornadão	RBS e WBS	Causas-Raiz de Risco Comuns	Questionário	Restrições	Desvios dos Objetivos	Fatores Críticos de Sucesso	Conjunto de Valores em x e conjunto de valores em y	Quantidade de recursos	Identificação de Oportunidades	Conjunto Difuso				
ROI	X	X																																							
VAL	X	X	X																																						
Payback	X	X	X		X																																				
TIR	X	X	X																																						
Análise Custo/Benefício						X	X																																		
Lucro Nominal								X	X																																
Balanced Scorecard										X	X	X	X																												
Imp. técnica, P&D														X																											
Strategic Buckets															X	X							X	X																	
Scoring Models									X																																
AHP																	X	X	X																						
Análise de Riscos			X																				X	X	X	X	X	X	X												
Lógica Difusa																																							X		
Diagrama de Bolhas																																						X			
Grid Estratégica																																						X			
Árvore de Decisão																								X	X																
Checklists																																									
Delphi																											X														
DEMATEL																	X	X								X															
ANP																X	X	X	X																						
Otimização Linear	X	X	X	X																																					
Otimização Linear Inteira	X	X		X																																					
Programação por Objetivos										X							X																								
Programação por Objetivos Inteira	X	X																																							
Tabela Estratégica																																									
Instrumento Estratégico: Questionário																																									

Tabela 78 - Tabela de apoio à decisão das técnicas a adotar na priorização de projetos

## 5 Conclusões

Neste trabalho foi realizado um estudo aprofundado com foco na avaliação, seleção e priorização de projetos, para que fosse possível identificar as abordagens, técnicas e critérios existentes para este processo de tomada de decisão, e para perceber a sua evolução ao longo do tempo.

A revisão de literatura permitiu concluir que este assunto continua a ser um grande desafio atualmente, constatando-se que não existe informação organizada. Assim sendo, o objetivo principal desta dissertação tornou-se a criação de um referencial com vista auxiliar a identificação das abordagens, técnicas e critérios mais indicadas para a avaliação de propostas de projetos e posterior seleção e priorização dos mesmos.

Foi desenvolvido um referencial que identifica, categoriza e explica as técnicas de priorização de projetos (capítulo 4), dando uma visão mais clara das opções disponíveis para avaliar as propostas de projetos em portfólio, atendendo às suas características. Para além do referencial, desenvolveu-se uma tabela de apoio à decisão que auxilia as organizações a proceder perante determinadas situações no processo de priorização.

No intuito de perceber como é que as organizações do setor público lidam com a priorização de projetos e tomada de decisões, foi também operacionalizado um *survey* que permitiu identificar:

- As técnicas mais frequentemente utilizadas;
- As técnicas que são consideradas úteis para além das que cada organização utiliza.

Na fase final desta dissertação, foi possível tomar conhecimento de que a maior parte das organizações que foram inquiridas, não fazem uma priorização formal de projetos, utilizando muito pouco as técnicas atualmente existentes. Um segundo problema potencial identificado através do *survey*, foi o facto de que a maior parte das organizações inquiridas (70%), utilizarem os mesmos métodos para a avaliação de diferentes tipos de projetos. Apenas 40% dos inquiridos pensam utilizar as técnicas que realmente são adequadas para a seleção e priorização dos seus projetos, os restantes (60%) mostram-se insatisfeitos justificando que:

- Não existe a aplicação de técnicas;
- São utilizadas técnicas pouco objetivas;

- Avança-se com projetos sem recursos e pouco estratégicos;
- A análise é demasiado básica, respondendo apenas a objetivos macro.

Assim sendo, é crucial para as organizações o acesso a informação organizada que as possa orientar no processo de tomada de decisão, evitando o desperdício de recursos.

Neste sentido, a presente dissertação visou desenvolver dois instrumentos para auxiliar o processo de priorização de projetos, nomeadamente, um referencial, para identificar e caracterizar as abordagens, técnicas e critérios para a priorização de projetos em portfólio, e uma tabela de apoio à decisão de seleção de técnicas, que permite às organizações ter suporte sobre como proceder perante determinadas situações. Assim, o processo de priorização de projetos e de tomada de decisão é acompanhado por dois instrumentos que se completam, tornando-o mais eficaz para o alcance dos resultados esperados.

Relativamente a trabalho futuro, seria importante dar continuidade ao presente referencial, integrando novas técnicas que venham a surgir. Também será útil o desenvolvimento de uma ferramenta informática para dar suporte ao processo de decisão.

## Referências

- Alves, R., & Delgado, C. (1997). Programação linear inteira. Porto, Faculdade de Economia–Universidade do Porto. Apostila.
- Artto, K. A., & Dietrich, P. H. (2004). Strategic business management through multiple projects. *The Wiley guide to managing projects*, 144-176.
- Barreto, A. d. A. (1994). A questão da informação. *São Paulo em perspectiva*, 8(4), 3-8.
- Blum, B., Santos, R. V. d., & Castanheira, N. P. (2012). Priorização de projetos: ferramenta de balanced scorecard, agregando valor à tomada de decisão. *Revista Organização Sistêmica*, 1(1), 89-109.
- Cadle, J., & Yeates, D. (2008). *Project management for information systems*: Pearson education.
- Campos Filho, M. P. d. (1994). Os sistemas de informação e as modernas tendências da tecnologia e dos negócios. *Revista de Administração de Empresas*, 34, 33 - 45.
- Carvalho, M. M., & Rabechini Junior, R. (2006). *Construindo Competências para Gerenciar Projetos* (2 ed.). São Paulo.
- Chao, R. O., & Kavadias, S. (2008). A theoretical framework for managing the new product development portfolio: When and how to use strategic buckets. *Management Science*, 54(5), 907-921.
- Coelho, C. A. (1976). Programação por objetivos aplicada ao planejamento da produção.
- Coitinho, M. (2007). *Influência da incerteza no processo de decisão: priorização de projetos de melhoria*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (1999). New product portfolio management: practices and performance. *Journal of product innovation management*, 16(4), 333-351.
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2000). New problems, new solutions: making portfolio management more effective. *Research-Technology Management*, 43(2), 18-33.
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. *r&D Management*, 31(4), 361-380.
- Costa, F. F. (2006). *Diretrizes de escritórios de gerenciamento de projetos de TI estratégicos*. Universidade Católica de Brasília, Brasília, Brasil.
- De Castro, H. G., & de Carvalho, M. M. (2010). Gerenciamento do portfolio de projetos: um estudo exploratório. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a06v17n2>.
- de Lemos, F. S. B., Vieira, R. G., & Kniess, J. (2014, 2014). *Uma Abordagem Multicriterial Utilizando o Método ANP para Análise de Centralidade em Redes Sociais Online*.
- De Reyck, B., Grushka-Cockayne, Y., Lockett, M., Calderini, S. R., Moura, M., & Sloper, A. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management*, 23(7), 524-537.
- Dey, P. K. (2002). Project risk management: a combined analytic hierarchy process and decision tree approach. *Cost Engineering*, 44(3), 13-27.
- Falatoonitoosi, E., Leman, Z., Sorooshian, S., & Salimi, M. (2013b). Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory. (Vol. 5(13), pp. 3476-3480): Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology.

- Ferreira, T. E. d. L. R., & Perucchi, V. (2011). Gestão e o fluxo da informação nas organizações: a informação no contexto organizacional. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis*, 16(2), 446-463.
- Geus, J. C. N. d. (2005). *Estratégias de negócios e estratégias de produção: estudo de caso-empresa do setor metalúrgico*. Universidade Federal do Paraná, Centro de pesquisa e pós-graduação em administração.
- Gomide, F. A. C., & Gudwin, R. R. (1994). Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy. *SBA Controle & Automação*, 4(3), 97-115.
- Gonçalves, D., Cruz, B., & Varajão, J. (2008). *Particularidades dos diferentes tipos de projectos de desenvolvimento de software*. Paper presented at the Congresso Internacional de Administração, Ponta Grossa, Brasil.
- Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T., & McGaughey, R. E. (2006). Information technology and systems justification: A review for research and applications. *European Journal of Operational Research*, 173(3), 957-983.
- Jayme, A. C. W. Z., Perrone, A., Monteiro, O., Torres, T. C. R., & Eichmann, V. (2006). Qual é o principal fator crítico para a gestão de portfolio de projetos no setor público e privado?, Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil: Fundação Getulio Vargas.
- Jeng, D. J.-F., & Huang, K.-H. (2015). Strategic project portfolio selection for national research institutes. *Journal of Business Research*(11), 2305.
- Jiang, J. J., & Klein, G. (1999). Project selection criteria by strategic orientation. *Information & Management*, 36(2), 63-75.
- Jordan, B. D., Westerfield, R., & Ross, S. A. (2011). *Corporate finance essentials* (6 ed.): McGraw-Hill/Irwin.
- Jugend, D. (2016). *Gestão de projetos: teoria, prática e tendências* (Vol. 1): Elsevier Brasil.
- Junqueira, J. C. (2011). *Metodologias de Gestão de Portfólio de Projetos de TI*. Paper presented at the XXXV Encontro da ANPAD.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: translating strategy into action*: Harvard Business Press.
- Kladis, C. M., & de Freitas, H. M. R. (1995). O processo decisório: modelos e dificuldades. *Revista Decidir*, 2(8), 30-34.
- Liberato, M., Varajão, J., & Martins, P. (2015). CMMI Implementation and Results: The Case of a Software Company: IGI Global.
- Marro, A. A., Souza, A. M. d. C., Cavalcante, E. R. d. S., Bezerra, G. S., & Nunes, R. O. (2010). Lógica fuzzy: conceitos e aplicações. *Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)*.
- Martinez, J. M., & Santos, S. A. (1995). Métodos computacionais de otimização. *Colóquio Brasileiro de Matemática, Apostilas*, 20.
- McFarlan, F. W. (1984). Information Technology changes the way you compete. [Article]. *Harvard Business Review*, 62(3), 98-103.
- Moresi, E. A. D. (2000). Delineando o valor do sistema de informação de uma organização. *Ciência da Informação, Brasília*, 29(1), 14-24.
- Munns, A. K., & Bjeirmi, B. F. (1996). The role of project management in achieving project success. *International journal of project management*, 14(2), 81-87.
- Neves, S. M., Salomon, V. A. P., da Silva, C. E. S., & da Silva, A. F. (2011). Estruturação dos fatores críticos de sucesso para gestão do conhecimento em empresas de software por meio do método DEMATEL, XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO.

- Nogueira, M. A. (2011). Análise estrutural do setor de telefonia celular na cidade de São Paulo à luz do modelo de concorrência ampliada de Michael E. Porter.
- PMI. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE)* (Fifth ed.): Project Management Institute, Inc.
- Rabechini Jr., R., & Carvalho, M. M. (2007). *Gerenciamento de projeto na prática: casos brasileiros* (1ª edição ed.): São Paulo: Editora Atlas.
- Render, B., Stair Jr, R. M., & Hanna, M. E. (2000). *Análise Quantitativa para a Administração: com Excel e POM-QM para Windows*: Bookman.
- Rocha, M. H. P., & Negreiros, L. A. (2009, 2009). *Alinhamento estratégico e o gerenciamento do portfólio de projetos nas organizações*. Paper presented at the V Congresso Nacional de Excelência em Gestão.
- Rodney, S., & Sherif, M. (2002). IT/IS projects selection using multi-criteria utility theory. *Logistics Information Management*, 15(4), 254-270.
- Roque, R. F. (1998). Estudo comparativo de metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação utilizando a técnica DELPHI.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Seguro, P. F. T. (2013). *Gestão de benefícios em projetos de SI/TI. Projeto de Mestrado em Gestão de Projetos*. Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Soares, I., Moreira, J., Pinho, C., & Couto, J. (2007). decisões de investimento—análise financeira de projectos. *Edições Sílabo*.
- Sousa, R. S. (2000). *Estudos em Otimização Linear. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação.*, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Spradlin, C. T., & Kutoloski, D. M. (1999). Action-Oriented Portfolio Management. [Article]. *Research Technology Management*, 42(2), 26.
- Tahri, H. (2015). Mathematical Optimization Methods: Application in Project Portfolio Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 210, 339-347.
- Vaishnavi, V., & Kuechler, B. (2008). *Design Science Research Methods and Patterns*. New York: Auerbach.
- Valle, A. B. (2015). *Fundamentos do gerenciamento de projetos*: Editora FGV.
- Varajão, J. (2003). *Função de Sistemas de Informação: Contributos para a melhoria do sucesso da adopção de tecnologias de informação e desenvolvimento de sistemas de informação nas organizações. Tese de Doutoramento*. Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
- Varajão, J. (2016). Success Management as a PM knowledge area—work-in-progress. *Procedia Computer Science*, 100, 1095-1102.
- Varajão, J., Trigo, A., & Barroso, J. (2009). Motivations and trends for it/is adoption: insights from Portuguese companies. *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)*, 5(4), 34-52.
- Vargas, R. V. (2010). *Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio*. Paper presented at the PMI Global Congress 2010 – North America.
- Wirick, D. (2011). *Public-sector project management: meeting the challenges and achieving results*: John Wiley & Sons.

Yang, J. L., & Tzeng, G.-H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417-1424.

## Apêndice - Relação entre fontes e conceitos

Tabela 79 - Relação entre fontes e conceitos

Artigos	Conceitos								
	Informação	SI	TI	Projetos	Tipos de Projetos	Portfólios	Evolução da Gestão de Projetos	Priorização de Projetos no Setor Público	Abordagens, Técnicas e Critérios para priorização
(Moresi, 2000)	X								
(Barreto, 1994)	X								
(Ferreira & Perucchi, 2011)	X								
(Campos Filho, 1994)		X							
(Varajão, 2003)		X	X						
(Munns & Bjeirmi, 1996)				X					
(PMI, 2013)				X		X			X
(Cadle & Yeates, 2008)					X				
(Artto & Dietrich, 2004)					X				
(Gonçalves et al., 2008)					X				
(Liberato et al., 2015)					X				
(Varajão, Trigo, & Barroso, 2009)					X				
(Costa, 2006)					X				

Artigos	Conceitos								
	Informação	SI	TI	Projetos	Tipos de Projetos	Portfólios	Evolução da Gestão de Projetos	Priorização de Projetos no Setor Público	Abordagens, Técnicas e Critérios para priorização
(Rocha & Negreiros, 2009)						X			
(De Castro & de Carvalho, 2010)						X			
(Cooper et al., 1999)						X			X
(Cooper et al., 2000)						X			X
(Carvalho & Rabechini Junior, 2006)						X			
(De Reyck et al., 2005)						X			
(Valle, 2015)							X		X
(Kladis & de Freitas, 1995)							X		
(Coitinho, 2007)							X		
(Saaty, 1990)							X		X
(Saaty, 1994)							X		
(McFarlan, 1984)							X		
(Jiang & Klein, 1999)							X		
(Spradlin & Kutoloski, 1999)							X		
(Rodney & Sherif, 2002)							X		X



