

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA ANÁLISE
MULTICRITERIAL DE INVESTIMENTOS

JOANA SIQUEIRA DE SOUZA

Porto Alegre, 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA ANÁLISE
MULTICRITERIAL DE INVESTIMENTOS

Joana Siqueira de Souza

Orientador: Professor Francisco José Kliemann Neto, Dr.

Banca Examinadora:

Prof. Álvaro Gehlen de Leão, Dr.
FENG/PUCRS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.
PPGEP/UFRGS

Prof. Oscar Claudino Galli, Dr.
PPGA/UFRGS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Área de concentração: Sistemas da Produção

Porto Alegre, janeiro de 2008.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Francisco José Kliemann Neto, Dr.
PPGEP / UFRGS
Orientador

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.
Coordenador PPGEP / UFRGS

BANCA EXAMINADORA:

Professor Álvaro Gehlen de Leão, Dr.
FENG/PUCRS

Professor Flávio Sanson Fogliatto, Ph.D.
PPGEP/UFRGS

Professor Oscar Claudino Galli, Dr.
PPGA/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Ana Lúcia e Luis Humberto, pela criação e incentivos que me deram ao longo de toda vida e particularmente ao longo do período de desenvolvimento deste trabalho. À minha irmã Júlia e à minha avó Dilézia pelo carinho e apoio em todas as horas.

Ao Richard por todo seu carinho, compreensão e, principalmente, por estar ao meu lado em todos os momentos me ajudando e apoiando incondicionalmente.

Ao meu orientador, Prof. Francisco José Kliemann Neto, não somente pela orientação e conhecimentos passados, mas também pela confiança depositada e incentivo dedicado a mim.

Aos meus colegas de mestrado, que tornaram-se grandes amigos ao longo destes dois anos, especialmente ao Carlos Cristofari, Diego Fettermann, Filipe Albano, Giuliano Marodin, Lisiane Selau, Marcelo Pereira, Monica Pedó, Rafael Paes e Rodrigo Campagnolo.

Aos amigos e colegas do LOPP, especialmente à Andressa Becker, Aray Feldens, Fernando Lemos, Luis Franz, Marcelo Luiz Pereira, Rogério Miorando e Tiago Filomena.

Aos professores do PPGEP/UFRGS, especialmente Cláudio Müller, Fernando Amaral, Flávio Sanson Fogliatto e Istefani de Paula pelos momentos de apoio e troca de idéias.

À empresa em estudo neste trabalho, que permitiu a validação da sistemática proposta, especialmente ao gerente Hirton e aos colaboradores Anelise, Diego, Isabel, Jerri, João, Juarez, Reginaldo e Ricardo. Agradeço a dedicação para que o trabalho se tornasse possível.

Aos membros da banca que disponibilizaram tempo para avaliar o trabalho, sugerindo contribuições de grande valia.

Às grandes amigas que me fizeram compreender o verdadeiro sentido da palavra amizade: Clarissa Terra, Márcia Bilibio e Roberta Barbosa.

*“A mente que se abre a uma nova idéia jamais
volta ao seu tamanho original”.*

Albert Einstein

RESUMO

A análise de investimentos é um processo de vital importância para uma organização, pois envolve o orçamento de capital da empresa na busca de projetos que tragam rentabilidade, perpetuidade, além de ter ligação direta com os objetivos estratégicos traçados. Entretanto, este processo muitas vezes não é discutido internamente nas empresas, as quais geralmente focam somente na etapa de avaliação econômica dos projetos, não desenvolvendo o processo de uma forma sistêmica e estruturada, nem considerando outros aspectos qualitativos na decisão. Desta forma, o presente trabalho apresenta uma proposta de sistemática para análise multicriterial de investimentos, discutindo particularmente as quatro grandes fases do processo de análise: identificação, avaliação, priorização e seleção e acompanhamento de projetos. Para cada fase, algumas etapas e atividades foram definidas e posteriormente validadas em uma empresa do ramo automotivo. Para auxiliar a estruturação da sistemática são utilizados métodos de avaliação econômica tradicionais como VPL, TIR e *payback*, além de um método de análise multicriterial, chamado NCIC, e do uso de programação linear para definição de um portfólio ótimo de investimentos. O uso em conjunto de tais métodos permitiu a elaboração de uma ferramenta chamada PAMP – Planilha para Avaliação Multicriterial de Investimentos. Durante a validação da sistemática foi definida uma equipe multifuncional para a busca e avaliação de investimentos. Esta equipe foi treinada, os fluxos de caixa dos projetos elencados foram projetados e a partir do uso da PAMP dois rankings foram desenvolvidos: primeiramente, um *ranking* econômico, ordenando os projetos conforme seus resultados (VPL), e em um segundo momento, um *ranking* multicriterial, incorporando ao VPL o valor agregado dos atributos qualitativos de cada projeto. Após, usando programação linear, foi modelado o portfólio ótimo sob o ponto de vista econômico e qualitativo, incorporando o racionamento de capital entre outras restrições. Como resultado observou-se que apesar dos atributos qualitativos serem relevantes para a tomada de decisão, o critério que mais influencia a empresa ainda é o econômico. Além disso, percebeu-se uma boa aderência da sistemática proposta no ambiente empresarial, destacando como principais benefícios (i) a estruturação de uma lista de projetos, discutindo as origens dos mesmos e suas ligações com a estratégia da empresa; (ii) capacitação dos colaboradores formando uma estrutura de apoio interna que dê suporte conceitual ao processo de análise de investimentos; (iii) estruturação lógica do processo de análise de investimentos, indicando ferramentas de simples uso e com potencial interação; e (iv) melhoria contínua do processo através da comparação projetado *versus* realizado e retroalimentação do sistema de análise de investimentos.

Palavras-chave: Análise de investimentos, análise multicriterial, portfólio de projetos.

ABSTRACT

Investment analysis is a key process in organizations. It involves the capital budgeting of companies to identify projects that brings profitability, perpetuity and direct connection with strategic goals. However, this kind of process is not often internally discussed in companies, which usually focus on the economic evaluation phase only, in spite of a structured process where qualitative aspects are considered in the decision-making. This work presents a method for multi-criteria investment analysis, particularly discussing the four most important phases in the analysis: identification, evaluation, prioritization and selection and project monitoring. In each phase, steps and activities are defined and illustrated through an application in an automotive company. Traditional evaluation methods, such as NPV, IRR and payback, in addition to a multi-criteria decision-making technique, named NCIC, and linear programming are used to support the method. The use of such techniques led to the creation of an analysis tool called PAMP – Spreadsheet for Multi-criteria Investments Analysis. During the application of the method a multi-functional team was selected and trained to search and evaluate investment opportunities. The projects cash flows were specified and, through the use of PAMP, two rankings were developed: an economic ranking, ordering the results of each project (NPV), and a multi-criteria ranking, including qualitative aspects of each project. Next, linear programming was used and a project portfolio was modeled considering economic and qualitative issues, such as capital rationing and other restrictions. As a result, it was observed that despite the fact that qualitative aspects are important in the final decision, the economic aspect is still the main drive in the company. In addition, it was verified that the proposed method was adapted successfully to the company environment; its main benefits: *(i)* the creation of a project list, stressing its connections to the firm strategy; *(ii)* training of a team that gives support to the investment analysis process; *(iii)* creation of a logical structure for investment analysis, based on powerful yet easy to use tools; and *(iv)* continuous improvement of the process.

Key-words: investment analysis, multi-criteria analysis, project portfolio.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS.....	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS.....	16
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA	18
1.4.1 Método de Pesquisa	18
1.4.2 Método de Trabalho	19
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS.....	22
2.1 GERENCIANDO O PROJETO.....	22
2.1.1 Processo de Iniciação	24
2.1.2 Processo de Planejamento	27
2.1.3 Processo de Execução	28
2.1.4 Processo de Monitoramento e Controle	28
2.1.5 Processo de Encerramento.....	29
2.1.6 Considerações finais sobre o Gerenciamento de Projetos.....	30
2.2 ENGENHARIA ECONÔMICA	31
2.2.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	33
2.2.2 Risco e Incerteza.....	38
2.2.3 Inflação.....	42
2.2.4 Métodos Usuais de Avaliação Econômico-Financeira dos Projetos.....	43
2.3 ANÁLISE MULTICRITERIAL.....	54
2.3.1 <i>Multiattribute Utility Theory</i> (MAUT)	56
2.3.2 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	58
2.3.3 <i>Non-Traditional Capital Investment Criteria</i> (NCIC).....	63
2.3.4 Considerações finais sobre os métodos apresentados	66

2.4	PROGRAMAÇÃO LINEAR.....	67
2.4.1	Programação linear para auxílio à tomada de decisão em investimentos	70
2.4.2	Programação linear e fatores multicriteriais.....	73
2.5	CONCLUSÕES SOBRE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS	76
2.6	ESTUDO DE CAMPO.....	77
2.6.1	Respostas relativas à fase de Identificação.....	78
2.6.2	Respostas relativas à fase de Avaliação	79
2.6.3	Respostas relativas à fase de Priorização e Seleção.....	81
2.6.4	Respostas relativas à fase de Acompanhamento	83
2.6.5	Considerações finais sobre o Estudo de Campo	84
3	SISTEMÁTICA PROPOSTA	85
3.1	FASE DE IDENTIFICAÇÃO	87
3.1.1	Etapa Preparatória.....	87
3.1.2	Etapa 1 - Busca por oportunidades de investimento	88
3.1.3	Etapa 2 - Coleta de informações pertinentes aos projetos.....	89
3.2	FASE DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA	91
3.2.1	Etapa 3 – Avaliação econômica dos projetos	91
3.2.2	Etapa 4 - Avaliação do risco e da incerteza envolvidos nos projetos	99
3.3	FASE DE PRIORIZAÇÃO E SELEÇÃO	100
3.3.1	Etapa 5 - Análise multicriterial dos investimentos	100
3.3.2	Etapa 6 - Definição do portfólio de investimentos	102
3.4	FASE DE ACOMPANHAMENTO.....	104
3.4.1	Etapa 7 – Monitoramento da implementação dos projetos	104
3.4.2	Etapa 8 - Encerramento e retroalimentação do processo	105
4	VALIDAÇÃO PARCIAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA.....	106
4.1	A EMPRESA	106
4.1.1	Estratégia da empresa estudada	108
4.1.2	Atual processo de avaliação de investimentos da empresa estudada.....	109
4.2	APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA	110
4.2.1	Fase de Identificação.....	111
4.2.2	Fase de Avaliação Econômica	116
4.2.3	Fase de Priorização e Seleção.....	121
4.2.4	Fase de Acompanhamento.....	132
4.3	DISCUSSÃO SOBRE A VALIDAÇÃO DA SISTEMÁTICA	134
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	137
5.1	CONCLUSÕES	137
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	138

REFERÊNCIAS	140
APÊNDICE A – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO NCIC	147
APÊNDICE B – ESTRUTURA INICIAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA.....	150
APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA.....	151
APÊNDICE D – FORMULÁRIO PARA PROJETOS DE PEQUENO VALOR.....	155
APÊNDICE E – CD COM AS PLANILHAS UTILIZADAS NA APLICAÇÃO NA EMPRESA.....	156
APÊNDICE F – EXEMPLO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DIFERENCIADOS PROPORCIONADOS PELA INCORPORAÇÃO DE INFLAÇÕES HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	157
APÊNDICE G – CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA NA EMPRESA	158
APÊNDICE H – LISTA DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS DA EMPRESA ESTUDADA	159
APÊNDICE I – LISTA DOS PROJETOS PROPOSTOS	160
APÊNDICE J – MODELAGEM E RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA MAXIMIZAR O VPL.....	162
APÊNDICE L – MODELAGEM E RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA MAXIMIZAR O VPL_A.....	163

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ambiente atual para a realização de projetos nas empresas	22
Figura 2	Relação entre os diferentes processos de um projeto	24
Figura 3	Utilização dos recursos em empresa funcional para análise de investimentos	26
Figura 4	Exemplo de Estrutura Analítica do Projeto	28
Figura 5	Ciclo PDCA	29
Figura 6	Comparação entre juros simples e juros compostos.....	32
Figura 7	Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM)	36
Figura 8	Projeto com financiamento inicial.....	47
Figura 9	Projeto com múltiplas taxas de retorno	48
Figura 10	Gráfico do Ponto de Fischer	50
Figura 11	Comparação entre os métodos apresentados	54
Figura 12	Exemplo de análise da árvore de valor do método MAUT	57
Figura 13	Hierarquia para tomada de decisão da melhor escola	59
Figura 14	Matriz de comparação das características do método AHP	59
Figura 15	Matriz de comparação das alternativas do método AHP	60
Figura 16	Estrutura e níveis da análise pelo método do NCIC	64
Figura 17	Comparação entre os métodos multicriteriais apresentados.....	66
Figura 18	Sistemática para apoiar a análise multicriterial de investimentos em empresas	86
Figura 19	Dados iniciais de entrada da planilha PAMP	93
Figura 20	Dados de investimentos, receitas e custos do projeto na PAMP	94
Figura 21	Gráfico para análise de sensibilidade do VPL frente à variação da TMA	99
Figura 22	Planilha Multicriterial para avaliação de investimentos	101
Figura 23	<i>Cockpit</i> montado pela empresa estudada	106
Figura 24	<i>Layout</i> da planta operacional da empresa estudada	107
Figura 25	Organograma da empresa estudada	108
Figura 26	Esquema para apoiar a determinação de atributos qualitativos	112
Figura 27	Campo de ajuda para definição de economias causadas pelos projetos	117
Figura 28	Gráficos do VPL dos projetos 33 e 42 frente à variação da TMA.....	119
Figura 29	Banco de lições aprendidas da empresa estudada.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Métodos utilizados pelas empresas para avaliação de investimentos	13
Tabela 2	Métodos utilizados para consideração do risco e da incerteza em um projeto	39
Tabela 3	Métodos utilizados para mensuração dos riscos em projetos	41
Tabela 4	Projetos mutuamente exclusivos	49
Tabela 5	Fluxos de caixa associados aos projetos concorrentes	51
Tabela 6	Índice Randômico para matrizes de 1-15	61
Tabela 7	Composição da amostra para entrevista semi-estruturada	78
Tabela 8	TMA utilizada pelas empresas da amostra	80
Tabela 9	<i>Ranking</i> 1 dos projetos avaliados (econômico).....	120
Tabela 10	<i>Ranking</i> 2 dos projetos avaliados (multicriterial).....	123
Tabela 11	Portfólio final de projetos, relativo à disponibilidade do orçamento.....	125
Tabela 12	Portfólio ótimo de investimentos em projetos, lógicas econômica (E) e multicriterial (M).....	129
Tabela 13	Portfólio final de investimentos eleito pela empresa	131

1 INTRODUÇÃO

A análise de investimentos tem se tornado cada vez mais importante, devido às modificações que atingem diversos países. Políticas econômicas de suprimentos, forte competição internacional e o rápido avanço da tecnologia são exemplos destas modificações que fazem com que os gerentes das empresas que almejam se manter competitivas no mercado trabalhem de forma sistêmica e dinâmica (ALBERTON *et al.*, 2004).

De acordo com Cooper *et al.* (1997), as decisões de investimentos que envolvem o orçamento de capital de uma empresa são cruciais para o sucesso da mesma, por três motivos. Primeiro, porque gastos com capitais muitas vezes requerem altos desembolsos monetários. Segundo, porque as empresas devem determinar o melhor caminho para aumentar e recuperar os valores investidos. Terceiro, porque a maioria das decisões envolvendo o orçamento de capitais requer um comprometimento de longo prazo por parte da empresa.

Entretanto, decidir como e em que investir seu capital é uma das decisões mais difíceis e importantes para a direção de uma empresa (KIM, 2006). Os investimentos a serem decididos surgem desde a criação de uma nova empresa, até investimentos de ampliação, racionalização, substituição de máquinas e equipamentos, manutenção e adição de novos produtos na linha de produção (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000). Nos casos mais simples de escolha, deve-se determinar se um investimento único será ou não realizado. Porém, na maioria das situações, vários projetos costumam entrar em cogitação ao mesmo tempo. Quando isto acontece, devem ser escolhidos, dentre as várias alternativas, os projetos mais vantajosos, tendo em vista os recursos financeiros existentes ou que podem ser obtidos, além de outros fatores internos e/ou externos à empresa (KAFFER, 1962; KOOROS; MCMANIS, 1998).

De acordo com Farragher *et al.* (1999), a efetiva alocação dos recursos de capital de uma companhia é a chave para o sucesso da corporação no dias atuais. Segundo os autores, muitos estudiosos acreditam que uma efetiva alocação poderá ser atingida através da utilização de métodos de análise de investimentos mais sofisticados. Estes métodos sofisticados aumentarão a probabilidade das empresas fazerem bons investimentos, uma vez que asseguram que a estratégia da empresa será seguida e que as oportunidades de investimentos serão consideradas de forma apropriada e consistente (VERBEETEN, 2006).

Porém, estudos apontam que as práticas reais das empresas baseiam-se apenas em análises econômico-financeiras dos projetos, não levando em consideração outros aspectos que podem influenciar a decisão, como fatores intangíveis advindos do planejamento

estratégico da empresa, por exemplo. A Tabela 1 apresenta os resultados decorrentes da análise dos trabalhos de alguns autores da área, apontando as técnicas mais utilizadas pelas empresas no que se refere à análise para tomada de decisão de investimentos.

Tabela 1 Métodos utilizados pelas empresas para avaliação de investimentos

Publicação	Ano Pesquisa	Empresas da amostra	Tamanho da amostra	Retorno de Capital - Payback	Taxa Interna de Retorno (TIR)	Valor Presente Líquido (VPL)	Taxa Média de Retorno	Índice de Lucratividade (IL)	Sensibilidade do Gestor	Outro/ Não especificado
KLAMMER, 1972	1959	Empresas produtoras dos EUA	184	34%	19%		34%	-	-	13%
	1964			24%	38%		30%	-	-	8%
	1970			12%	57%		26%	-	-	5%
FREMGEN, 1973	1971	Empresas dos EUA sem porte específico	167	67%	71%	20%	49%	6%	-	10%
GITMAN; FORRESTER, 1977	1977	Grande porte nos EUA	103	9%	54%	10%	25%	2%	-	-
KIM; FARRAGHER, 1981	1975	Grande porte nos EUA	200	15%	37%	26%	10%	-	-	-
	1979			12%	49%	19%	8%	-	-	-
OBLAK; HELM, 1980	1980	Multinacionais EUA	58	10%	60%	14%	14%	2%	-	-
KIM et al., 1986	1985	Empresas da lista Fortune 1000	367	19%	49%	21%	8%	-	-	3%
FENSTERSEIFER et al., 1987	1974	Empresas entre as 500 mais produtivas do Brasil	153	26%	33%	10%	12%	5%	14%	-
	1979			24%	46%	10%	10%	3%	7%	-
	1985			23%	50%	10%	10%	4%	4%	-
SAUL, N., 1995	1985	Maiores empresas do Brasil, setores variados	132	19%	50%	8%	8%	7%	-	8%
	1990			19%	50%	11%	8%	7%	-	6%
COOPER et al., 1997	1990	Empresas entre as 500 mais rentáveis dos EUA	113	20%	57%	13%	4%	2%	-	4%
ARNOLD; HATZAPOULOS, 2000	2000	G, M e P empresas do Reino Unido	296	70%	81%	80%	56%	-	-	31%

Pode ser observado que, de modo geral, as empresas determinam seus investimentos através de avaliações da economicidade dos projetos, fazendo uso de técnicas que apontem a taxa média de retorno do investimento ou o período necessário para retorno do capital (*payback*). Percebe-se, também, o aumento da utilização de técnicas mais sofisticadas, com o uso de fluxos de caixa descontados, que consideram o valor do dinheiro no tempo, como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Índice de Lucratividade (IL). Apesar destas últimas técnicas serem mais apropriadas à avaliação de investimentos, Aggarwal (1980) e Jansen *et al.* (2004) salientam que as mesmas são usadas basicamente para alocação tática do capital, e não servem como técnicas de escolha estratégica, isto é, acabam deixando a desejar quando outros quesitos qualitativos acabam tendo que ser também considerados no momento da tomada de decisão.

Pode-se imaginar que uma adequada decisão de investimentos ocorre quando todos os investimentos escolhidos são financeiramente lucrativos, devendo-se rejeitar todos aqueles que não proporcionem resultados econômicos diretos para a empresa. Entretanto, esta afirmação vai ao encontro de uma visão puramente econômica de se avaliar investimentos (KOCHER, 2007). De acordo com Fremgen (1973), existem evidências substanciais que sugerem que as empresas respondem por motivações não-econômicas e perseguem metas também não econômicas. Quando este indagou às empresas participantes de sua pesquisa se elas incluíam em seu portfólio projetos que não atingiam determinadas metas econômicas, cerca de 97% das empresas afirmaram incluir em seu portfólio investimentos que pareciam não ser economicamente lucrativos, porém mostravam-se produtivos em outros campos.

Arnold e Hatzopoulos (2000) também encontraram resultados semelhantes a estes em sua pesquisa, quando 93% dos respondentes afirmaram investir seu capital em projetos chamados não-econômicos, isto é, que não necessariamente irão trazer benefícios econômicos para a empresa, porém desenvolverão outras áreas importantes para a mesma como segurança e saúde. Entretanto, as técnicas utilizadas para avaliar estes investimentos aparentam ser insuficientes, uma vez que consideram apenas o aspecto econômico dos projetos.

Desta forma, como a complexidade das interações entre as diferentes variáveis envolvidas na análise dos projetos atuais está aumentando, necessita-se do uso de ferramentas mais específicas, que viabilizem o processo de tomada de decisão de forma sistêmica e organizada. Segundo Kimura e Suen (2003), o uso de técnicas multicriteriais para auxílio na escolha de investimentos torna-se uma alternativa, uma vez que as mesmas auxiliam na identificação da importância relativa de cada característica na decisão final, extraindo informação de atributos qualitativos e mantendo uma estrutura quantitativa adequada.

Desta mesma forma, Better e Glover (2006) apontam o uso da programação matemática, especificamente o uso da programação linear e da programação por objetivos, como uma ferramenta de apoio efetiva para seleção de portfólios ótimos de investimento, uma vez que permitem a consideração de restrições orçamentárias, muitas vezes enfrentadas pelas empresas, além de ajudar na comparação entre diferentes alternativas, de forma a maximizar os ganhos da organização.

Apesar disto, é importante salientar que somente o uso de uma boa técnica de avaliação de investimento pode não garantir os resultados esperados pela empresa. A adequada avaliação da alternativa é importante para o processo de tomada de decisão, porém o sucesso do investimento depende do desenvolvimento de todo o processo de decisão, e não somente da aplicação de boas técnicas de avaliação. Garris (2006) destaca que, devido a

várias restrições que as empresas possuem, a implementação de um processo completo de investimento de capital é muitas vezes negligenciado, feito de forma apressada ou até muitas vezes deixado de lado completamente pelas organizações. Além disso, a autora destaca que a implementação de um processo adequado de avaliação de investimentos é fácil de ser dito, porém difícil de ser realizado. Entretanto, Garris (2006) destaca que, apesar das dificuldades, é essencial que as empresas possuam um planejamento de capital estruturado, que permita a previsão de necessidades da organização com maior acurácia. Sendo assim, faz-se necessário que a análise das alternativas seja realizada de forma ordenada, passando desde o encontro das oportunidades adequadas à estratégia da empresa, até a auditoria após a implementação do projeto (FARRAGHER *et al.*, 1999). Fazendo isto, a chance de tomar decisões aderentes à identidade e à visão da empresa será cada vez maior.

1.1 TEMA

O tema de que trata esta dissertação é a análise de investimentos, com ênfase no auxílio à tomada de decisão. Para isto, serão trabalhadas áreas como engenharia econômica, programação linear e análise multicriterial, focando na estruturação das etapas necessárias que envolvem a tomada de decisão das empresas.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho podem ser entendidos em nível geral e específico.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor uma sistemática para análise multicriterial de investimentos nas empresas, através da estruturação formal de todas as etapas necessárias para a escolha dos projetos: identificação, avaliação, priorização, seleção e acompanhamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos que ajudarão a atingir o objetivo geral são os seguintes:

- a) Investigar como estão sendo tomadas as decisões de análise de investimentos em algumas empresas da região Sul, buscando discutir os pontos positivos e negativos da atual metodologia utilizada pelas mesmas;
- b) Utilizar métodos de análise multicriterial e programação linear para incorporar não somente aspectos econômico-financeiros, mas também aspectos qualitativos na seleção de investimentos;
- c) Aplicar parcialmente a sistemática proposta em uma empresa para validar sua operacionalidade.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS

Segundo Farragher *et al.* (1999), a maior deficiência de muitos estudos realizados até agora sobre análise de investimentos é que neles o foco é na própria avaliação da oportunidade de investimento e na análise de risco envolvendo a mesma. Obviamente, estas duas etapas são essenciais para o sucesso do processo de decisão, porém deve-se saber que o sucesso de um investimento depende, também, da melhoria do processo de investimento como um todo, considerando outras etapas anteriores e posteriores à avaliação.

Gallinger (1980) também vai ao encontro das observações de Farragher *et al.* (1999), salientando o excesso de estudos sobre a avaliação econômica dos investimentos em detrimento da discussão sobre todo o processo que envolve a tomada de decisão. Segundo o autor, muito pouco ainda vem sendo discutido sobre formulação, implementação e controle efetivo de um programa de investimento de capital. Os trabalhos apresentados na Tabela 1 vêm a corroborar com estas informações, mostrando que atualmente pouco tem sido discutido sobre as etapas de um processo de avaliação de investimento. Etapas como a formação de uma equipe para avaliar os investimentos, a própria montagem do fluxo de caixa e o cálculo dos métodos com incorporação de inflação, imposto de renda, entre outros, são brevemente discutidos na literatura, apesar de serem etapas determinantes no processo como um todo. Kliemann (2006) destaca que “uma má análise de uma boa alternativa de investimento é melhor do que uma boa análise de uma má alternativa de investimento”. O que autor aponta é que, antes da discussão propriamente dita dos métodos de avaliação econômica de investimentos, deve-se procurar organizar o processo como um todo para permitir que as avaliações sejam feitas com dados coletados corretamente e com o envolvimento de pessoas preparadas.

Pinches (1982) ainda destaca que, por focar tanto em apenas um elemento bem definido no processo de análise de investimentos, tanto os acadêmicos quanto os empresários acabam devotando pouca atenção a questões estratégicas mais globais como discutir de que forma o orçamento de capitais faz sua interface com todo o processo de alocação de capital empregado na prática atualmente pelas empresas.

A análise de investimentos pode ser considerada um processo multifatorial e este, por sua vez, requer uma gestão cuidadosa, seguindo etapas previamente determinadas e sistematizadas. Cada passo destas etapas torna-se crucial para que a implementação dos investimentos seja feita com sucesso, adequando-se à estratégia da empresa, a fim de atingir o objetivo geral da organização (GALLINGER, 1980). Um sistema sofisticado de investimento de capital deve ser dividido nas seguintes etapas: (i) Análise estratégica; (ii) Estabelecimento de meta de investimento; (iii) Busca por oportunidades de investimentos; (iv) Projeção dos fluxos de caixa do investimento; (v) Avaliação dos riscos dos fluxos de caixa projetados; (vi) Tomada de decisão; (vii) Implementação das oportunidades selecionadas; e (viii) Avaliação posterior do desempenho em operação (MACCARRONE, 1996; FARRAGHER *et al.*, 1999).

Especificamente sobre a etapa de tomada de decisão, onde as alternativas são avaliadas para posterior comparação entre si, Jansen *et al.* (2004) salientam a falta de estudos que discutam outras técnicas complementares de avaliação de projetos que não levem somente em conta aspectos econômico-financeiros. De acordo com os autores, o processo de análise de investimentos envolve muitos outros elementos além da ordenação de projetos pelos seus retornos esperados. Desta forma, a decisão sobre a alocação de recursos acaba sendo influenciada por fatores econômicos, políticos, organizacionais, sociais, ambientais, entre outros que possam ser importantes para a organização, no intuito final de atingir uma meta: os objetivos estratégicos anteriormente determinados pela empresa.

Kimura e Suen (2003) salientam que, apesar de os administradores contarem com experiência, intuição e bom senso para avaliar os resultados passados e as alternativas futuras, análises metódicas e automatizadas podem evitar atitudes precipitadas, estratégias contraditórias e perda de valor ao acionista. Os autores ainda apontam que o uso de análises multicriteriais, considerando simultaneamente aspectos não necessariamente econômicos, torna a tomada de decisão final mais completa, fornecendo novos elementos à avaliação. Entretanto, embora as técnicas de análise multicriterial sejam amplamente discutidas e utilizadas em problemas que envolvem definição de produtos ou escolhas de projetos, ainda são pouco aplicadas pelos administradores de empresas.

Além de técnicas multicriteriais de apoio à tomada de decisão, o uso da programação linear também vem sendo desenvolvido para auxiliar na determinação de um portfólio ótimo de investimentos (GALESNE *et al.*, 1999). Em seu estudo, Baumol e Quandt (1965) reuniram diversos trabalhos sobre programação matemática e desenvolveram uma metodologia de tomada de decisão, levando em consideração uma situação comum em empresas que é o racionamento de capital. Esta metodologia busca maximizar o lucro da empresa, ao mesmo tempo em que estes são submetidos a restrições, sejam elas financeiras, de capacidade, de produtividade, entre outras.

Entretanto, o uso conjunto de técnicas multicriteriais e de programação linear, como parte de uma etapa intermediária de avaliação de investimentos, não é muito difundido nas empresas. Aliado a isto, o uso de uma sistemática organizada e padronizada para determinação dos projetos de investimento a serem implementados ainda não é efetivamente desenvolvido pelas organizações, resultando em uma lacuna a ser trabalhada, na busca da otimização das decisões das empresas (GARRIS, 2006).

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia deste estudo pode ser detalhada em métodos de pesquisa e de trabalho, conforme seguem.

1.4.1 Método de Pesquisa

Quanto à natureza, este trabalho pode ser classificado como uma **Pesquisa Aplicada**, uma vez que será validada em uma empresa, objetivando gerar conhecimentos para a aplicação prática de solução de problemas.

Quanto aos objetivos, é classificado como uma **Pesquisa Explanatória**, envolvendo levantamento bibliográfico e análise dos casos existentes, buscando encontrar soluções para lacunas encontradas.

Quanto ao procedimento de pesquisa utilizado, este trabalho pode ser classificado como uma **Pesquisa-Ação**, englobando o estudo aprofundado da empresa estudada e a aplicação da sistemática desenvolvida, objetivando solucionar uma determinada situação-problema. De acordo com Thiollent (1997), uma pesquisa-ação baseia-se na estruturação de uma solução agregando a pesquisa e a ação, através do trabalho contínuo de colaboradores da

empresa e dos pesquisadores. Este trabalho em conjunto deve passar da elucidação do problema até a implementação efetiva de soluções em situação real.

1.4.2 Método de Trabalho

A primeira etapa deste trabalho foi composta por um estudo teórico, que buscou discutir sobre a identificação dos investimentos, os métodos utilizados para a seleção dos mesmos e a forma efetiva de acompanhamento dos projetos implementados. Em paralelo, uma outra etapa complementar chamada de estudo de campo foi realizada, com o objetivo de discorrer sobre a atual prática das empresas quanto à análise de investimentos. Este estudo foi realizado através de entrevistas semi-estruturadas com empresas previamente selecionadas, buscando acrescentar elementos importantes à sistemática que foi posteriormente desenvolvida.

A segunda etapa do trabalho foi composta pelo desenvolvimento de uma proposta para que a análise de investimentos nas empresas seja feita de forma ordenada e formal, visando a utilização de técnicas mais sofisticadas de avaliação e provendo às mesmas uma estrutura que permita o acompanhamento dos projetos priorizados.

Na seqüência, iniciou-se a terceira etapa do trabalho que foi constituída do estudo do cenário da empresa escolhida para a validação da sistemática. Este estudo teve o intuito de identificar o modo como são tomadas as decisões de investimento na empresa em questão, além de apresentar o contexto atual da organização, como o mercado no qual está inserida e sua identidade organizacional.

A quarta etapa do trabalho foi a aplicação efetiva da proposta desenvolvida. Buscou-se neste momento aplicar na empresa determinada os passos pertencentes à sistemática proposta na etapa dois. Com isto, foi possível realizar a quinta etapa do trabalho, que teve como objetivo analisar e discutir os resultados obtidos a partir da implementação da sistemática, destacando o que deverá ser modificado, o que funcionou e quais foram os problemas detectados ao longo da validação.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este estudo busca estruturar uma sistemática de análise de investimentos, fazendo uso de técnicas multicriteriais e de programação linear para inserir novos critérios de decisão à seleção de projetos. Sendo assim, as seguintes delimitações são impostas ao trabalho:

A sistemática será validada somente em uma empresa, de um setor específico, não tendo o intuito, então, de se sustentar como uma sistemática genérica.

A estratégia da empresa não é o foco do presente estudo, portanto, não será alvo de discussão e avaliação. Servirá somente como ponto norteador da sistemática.

A etapa final da sistemática, de acompanhamento dos projetos selecionados, não terá sua validação completa, uma vez que para isto deveriam ser completados 2 ou 3 ciclos da sistemática. Até o final do presente trabalho será possível acompanhar a validação parcial da sistemática proposta, com a implementação de parte das etapas determinadas na sistemática.

A acurácia dos dados fornecidos pela empresa estudada não fará parte do estudo. Desta forma, estes não serão discutidos e avaliados.

Neste trabalho não serão propostas novas técnicas de avaliação de investimentos. Também não será alvo de discussão a comparação entre as técnicas existentes. Estas serão somente apresentadas, destacando suas vantagens e desvantagens no que se refere à avaliação de investimentos. O intuito não é determinar qual das técnicas discutidas é melhor, mas sim apresentá-las de maneira crítica.

Por fim, o estudo em questão não objetiva esgotar a discussão sobre análise multicriterial. Este trabalho busca incorporar uma das técnicas ao ambiente de tomada de decisão de investimento de capital, agregando à discussão puramente econômica aspectos qualitativos importantes para a decisão final.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O capítulo 1, denominado Introdução, traz uma visão geral do trabalho, apresentando tema, objetivos, justificativa, metodologia de pesquisa, além da delimitação e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2, denominado Análise de Investimentos em Projetos, discute quatro temas principais: *(i)* Gerenciamento de Projetos; *(ii)* Engenharia Econômica; *(iii)* Análise Multicriterial; e *(iv)* Programação Linear. Além disso, o capítulo inclui uma seção chamada Estudo de Campo, onde apresenta entrevistas semi-estruturadas, no intuito de mostrar quais são, atualmente, as práticas adotadas em algumas empresas, no que se refere à análise de investimentos. Este capítulo buscou determinar elementos suficientes para auxiliar na formação da sistemática proposta no capítulo seguinte.

O capítulo 3, chamado de Sistemática Proposta, apresenta a sistemática sugerida, com suas quatro fases definidas e estruturadas. Estas fases são: *(i)* identificação dos projetos,

incluindo a compreensão da empresa, a busca por oportunidades de investimentos e a estimativa dos fluxos de caixa dos mesmos; *(ii)* avaliação dos projetos, incluindo a avaliação econômica dos projetos e a avaliação dos riscos e da incerteza envolvidos; *(iii)* priorização e seleção dos investimentos, utilizando a análise multicriterial e programação linear; e *(iv)* acompanhamento, para retroalimentação do sistema de escolha de investimentos.

O capítulo 4, denominado de Validação Parcial da Sistemática Proposta, apresenta a aplicação da sistemática em uma empresa e discute os resultados encontrados.

O capítulo 5, chamado de Conclusões e Recomendações para Trabalhos Futuros, traz o fechamento do trabalho, apresentando as principais conclusões obtidas frente aos objetivos traçados inicialmente, assim como algumas sugestões para trabalhos futuros.

2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS

Este capítulo tem como objetivo desenvolver uma base conceitual sobre a área de estudo, seguido da identificação na prática de alguns elementos que venham a contribuir para o desenvolvimento da sistemática a ser proposta. Para isto, iniciará apresentando os diferentes processos envolvidos na implantação de um projeto, dando ênfase ao processo inicial que inclui a busca por oportunidades de investimento. Na seqüência, discutirá as principais metodologias tradicionais empregadas para cálculo da economicidade destes investimentos, apresentando logo em seguida a incorporação de fatores qualitativos à análise. Ainda, será considerada a possibilidade de racionamento de capital, através da utilização da programação linear para modelagem e escolha de projetos concorrentes. A última seção deste capítulo apresentará um estudo de campo realizado em algumas empresas, buscando entender seus processos decisórios, identificando práticas a serem incorporadas na sistemática proposta.

2.1 GERENCIANDO O PROJETO

Casarotto Filho (2002) apresenta na Figura 1 o que ele denomina de novo ambiente de projetos. Este ambiente tornou-se diferenciado, uma vez que mudanças organizacionais e culturais foram acontecendo e resultando em novas necessidades das empresas no que tange à determinação de projetos. Desta forma, os requisitos para a escolha de um portfólio de projetos exige a clara ligação destes com a estratégia da empresa, além da consideração de novos atributos na tomada de decisão, entre eles a discussão clara do negócio da empresa e do mercado no qual esta está inserida.

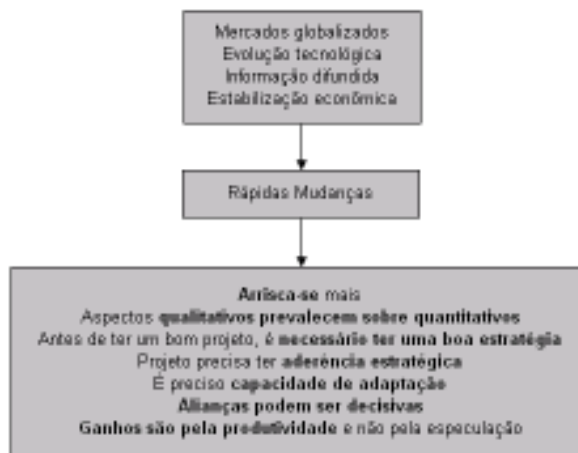


Figura 1 Ambiente atual para a realização de projetos nas empresas
Fonte: adaptado de Casarotto Filho (2002)

De acordo com Müller (2003), a estruturação de um planejamento estratégico servirá para uma empresa como um guia para a tomada de decisão, permitindo que a mesma consiga atingir seus objetivos e metas traçados para determinado período de tempo. Este mesmo autor define estratégia como sendo as atividades que uma empresa desempenhará para tornar-se mais competitiva frente aos concorrentes, considerando os ambientes externo e interno, observando seus Princípios e Valores, e buscando cumprir a Missão estabelecida em seu Negócio, tudo isto para atingir a sua Visão de futuro.

Entretanto, ter uma estratégia significa focar um objetivo comum, e muitas vezes significa também abrir mão de algumas atividades. Para Porter (1996), um posicionamento estratégico sempre virá acompanhado por *trade-offs*. É insustentável que uma empresa opte por desenvolver atividades com custo inferior sem que não tenha que abdicar de uma queda na customização do produto, por exemplo. Um posicionamento de mercado requer diretamente um *trade-off* com outras posições, pois um posicionamento específico exige adequado equipamento, com desempenho satisfatório do produto que não são compatíveis com outro conjunto de atividades, devido à sua inflexibilidade (PORTER, 1996).

Desta forma, estendendo as idéias de Porter (1996) para o ambiente de projetos, pode-se perceber que a escolha de um portfólio que maximize os ganhos da empresa torna-se obrigatoriamente relacionada com a estratégia da empresa. Além disso, a escolha deste portfólio deverá ter uma fase de priorização, onde requisitos mínimos exigidos pela empresa deverão ser atingidos para que a mesma consiga concluir com êxito seus objetivos.

Valeriano (2001) destaca que um projeto de investimento pode ser considerado como uma organização transitória, que tem como objetivo um produto singular, sendo este um produto ou serviço. Desta forma, um projeto tem início através de uma oportunidade detectada ou para satisfazer uma determinada demanda, e esta, por sua vez, pode ter caráter estratégico, administrativo ou operacional.

Maccarrone (1996) classifica os possíveis investimentos do capital de uma empresa de acordo com o objetivo (ou natureza) do investimento, a dimensão, a interdependência e grau de urgência dos mesmos. De acordo com os objetivos do projeto, o mesmo pode ser subclassificado como (i) investimento compulsório; (ii) investimento em áreas de negócios já existentes, como investimentos em substituição, reposição, expansão, novos produtos, melhorias na qualidade, entre outros; (iii) investimento em novas áreas de negócios; (iv) investimento em aquisições; e (v) investimento em pesquisa e desenvolvimento.

O ciclo de vida de um projeto, seja ele classificado como for, tem início e fim pré-determinados, e é composto por diversas atividades que irão formar diferentes fases do

projeto. A Figura 2 apresenta os cinco grupos de processos que constituem um projeto de investimentos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento (VALERIANO, 2001; PMBOK, 2004).

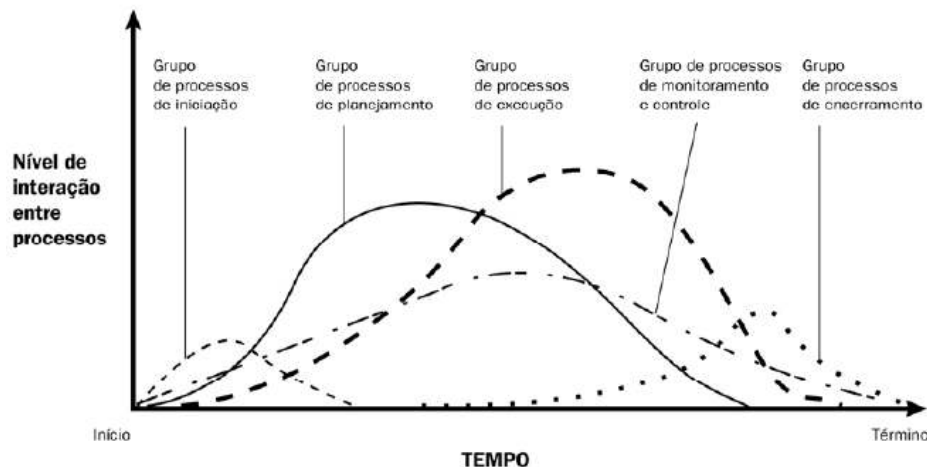


Figura 2 Relação entre os diferentes processos de um projeto
Fonte: PMBOK (2004)

O intuito, neste momento, é apresentar genericamente cada um destes processos de realização de um projeto mostrados na Figura 2, dando uma ênfase especial à fase de iniciação, onde se realiza a busca por oportunidades de investimentos e a projeção dos mesmos. A descrição dos processos, embora possua contribuições de outros autores da área, será basicamente sustentada pela formulação e estruturação do PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* – que é uma publicação desenvolvida pelo *Project Management Institute (PMI)*, criado nos Estados Unidos com o intuito de pesquisar e contribuir para o estado-da-arte em gerenciamento de projetos.

2.1.1 Processo de Iniciação

O processo de iniciação é composto pelas fases que dão início ao projeto, e é nele que o responsável pela seleção de projetos irá priorizá-los e autorizar suas implementações. O objetivo da iniciação é provar para a organização a necessidade, importância e a viabilidade do projeto que está sendo proposto e avaliado (XAVIER, 2005).

O PMBOK (2004) afirma que neste processo deve ser realizada uma descrição do escopo geral do projeto, destacando seus objetivos, além de apresentar a previsão do projeto e a utilização que será feita dos recursos da empresa, para posterior análise de investimentos da

empresa. Desta forma, Xavier (2005) apresenta quatro etapas necessárias para a efetiva identificação do projeto, as quais serão discutidas a seguir.

2.1.1.1 Descrição do produto do projeto

No intuito de definir bem o que a empresa deve esperar de um determinado projeto, faz-se necessário que o produto resultante do mesmo esteja bem definido. Como já foi dito antes, no caso de um projeto, o resultado não necessariamente precisa ser um produto, mas pode ser um serviço a ser disponibilizado, por exemplo. Entretanto, em alguns casos a definição do produto se dará em uma fase posterior, como é caso de projetos mais tecnológicos. Em outros casos, neste processo de iniciação já é possível determinar todos os detalhes do produto final, especificando-os.

2.1.1.2 Planejamento Estratégico

As organizações, de modo geral, estão começando a perceber que a estratégia da empresa é distribuída para a mesma através dos projetos. E para que isto seja possível, faz-se necessário a escolha de um portfólio que busque otimizar a alocação dos recursos da empresa, tendo em vista a sua estratégia (CRAWFORD *et al.*, 2006).

Tanto o PMBOK (2004) quanto Xavier (2005) destacam a importância da consideração das necessidades da empresa, descritas no planejamento estratégico, no momento de definição dos projetos. Isto quer dizer que há uma real necessidade de que o projeto sugerido e a estratégia da empresa estejam alinhados, para que haja um comprometimento de toda a organização na sua implementação. Deve-se atentar para que este comprometimento da organização também se estenda à atribuição de prioridades no momento da alocação de recursos da empresa.

2.1.1.3 Critérios para seleção de projetos

As organizações estabelecem seus próprios critérios para avaliação e seleção de investimentos, possibilitando a priorização destes conforme os méritos atribuídos aos mesmos. Sendo assim, neste processo de iniciação há uma fase de identificação de informações para que se torne possível esta priorização (PMBOK, 2004; XAVIER, 2005).

Nos estudos de Fremgen (1973), Gitman e Forrester (1977), Pinches (1982) e Cooper *et al.* (1997), a maioria das empresas pesquisadas afirmou que justamente esta fase de desenvolvimento, definição e estimativa dos fluxos de caixa dos projetos de investimento é a mais difícil e importante de todo o processo de alocação de recursos de capital. Isto acontece, pois nela o uso de informações geradas por históricos e sistemas de informação da empresa se faz muito necessário, exigindo um número grande de dados pertinentes. Além disso, informações externas como dados sobre a economia, condições do mercado e inflação, por exemplo, são essenciais para o suporte à estimativa das entradas e saídas dos projetos. Canada *et al.* (1996) vão ao encontro desta afirmação destacando que esta etapa tem particular dificuldade devido a necessidade de previsão de custos e receitas futuras, exigindo o uso de estimativas futuras.

Aliado a isto, nesta fase devem ser coletadas informações não-financeiras, como qualidade da mão-de-obra disponível, estabilidade política de países estrangeiros, possibilidade de entrada de novos competidores no mercado, proteção ambiental, impostos e taxas a serem cobrados e negociados, entre outros (PINCHES, 1982; MACCARRONE, 1996). Todas estas informações servirão de base para a avaliação e comparação dos projetos, que serão realizadas na seqüência.

Maccarrone (1996) ainda destaca que na fase de identificação de projetos, quanto maior for a complexidade ambiental enfrentada pela empresa, mais descentralizadas dentro da organização deverão ser suas atividades. Desta forma, os projetos de investimentos de caráter mais operacional geralmente são identificados por níveis mais baixos da organização, enquanto que os membros de posições mais altas na mesma se envolvem mais em projetos que requerem maior planejamento e desenvolvimento, conforme mostra a Figura 3. Considera-se que os investimentos compulsórios podem ser classificados em algum tipo de investimento mostrado na Figura 3.

Tipo de Investimento	Fontes
Pesquisa e desenvolvimento	Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento / Alta Gestão
Aquisições	Alta Gestão / Equipe Financeira
Novas áreas de negócios	Alta Gestão / Produção / Marketing
Áreas de negócios existentes:	
* Novos produtos	Marketing / Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento
* Qualidade/ serviço	Produção / Marketing / Engenharia
* Redução de custos	Produção / Logística / Engenharia
* Substituição	Produção

Figura 3 Utilização dos recursos em empresa funcional para análise de investimentos

Fonte: adaptado de Maccarrone (1996)

2.1.1.4 Informações históricas

Por último, Xavier (2005) destaca a importância da sistematização do processo de gestão de projetos, no momento em que informações do passado poderão servir como base para a tomada de decisão atual da empresa. Desta forma, na fase inicial do projeto devem ser levadas em consideração experiências de projetos anteriormente realizados pela empresa, para que não se repitam os erros cometidos no passado.

Importante destacar que é dentro deste processo de iniciação que o gerente do projeto deverá ser identificado, assim como suas atribuições, para que, caso o projeto seja selecionado, a implementação do mesmo ocorra da melhor forma possível. Outro destaque dado pelo PMBOK (2004) a este processo é a determinação de restrições e premissas ligadas ao projeto, limitando e determinando, respectivamente, alguns fatores relacionados diretamente aos requisitos do projeto.

No que tange às técnicas utilizadas neste processo de gerenciamento do projeto, destacam-se os métodos de avaliação das alternativas que permitirão a comparação e seleção de um portfólio adequado à estrutura da empresa (PMBOK, 2004; XAVIER, 2005). Entretanto, estes métodos não são discutidos nesta literatura, sendo somente apresentadas algumas técnicas sem maiores considerações. E é exatamente o foco nestas técnicas que será dado nas próximas seções desta revisão, onde elas serão apresentadas, discutindo-se suas aplicabilidades para apoiar a tomada de decisão de investimentos.

2.1.2 Processo de Planejamento

Este processo tem como objetivo principal desenvolver um plano para o gerenciamento do projeto. Para isto, faz-se necessária a agregação de mais dados àqueles que já foram coletados no processo de iniciação, buscando fontes e informações pertinentes. Neste processo ainda são amadurecidos os objetivos e o escopo do projeto, fazendo-se uma análise das atividades que compõem cada fase do projeto. A definição destas atividades é conhecida como Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que é a decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser realizado pela equipe do projeto (Figura 4). Esta decomposição resulta em pacotes de trabalhos, os quais podem gerar informações de custos, prazos e riscos mais confiáveis.

Valeriano (2001) salienta a importância da definição da equipe do projeto, que ocorre neste processo, através de reuniões com a administração da organização que irá executar o projeto.

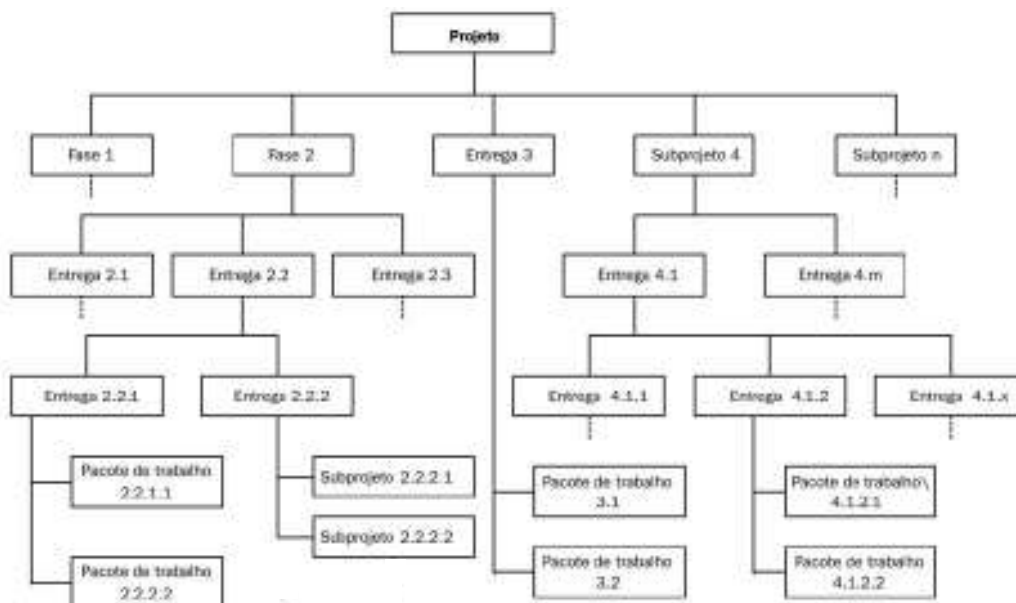


Figura 4 Exemplo de Estrutura Analítica do Projeto

Fonte: PMBOK (2004)

2.1.3 Processo de Execução

Este processo é constituído por outros subprocessos que visam implementar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto, determinado no processo anterior. Isto é, consiste em colocar em prática as tarefas e atividades planejadas anteriormente (VALERIANO, 2001). Entre as responsabilidades deste processo está a implementação de possíveis modificações advindas de mudanças no cronograma, na disponibilidade de recursos ou riscos inesperados, por exemplo. Além disso, neste processo incluem-se atividades como orientar e gerenciar a execução propriamente dita do projeto, assegurar a qualidade do mesmo, contratar equipes de trabalho e fornecedores, distribuir informações, entre outras (PMBOK, 2004).

2.1.4 Processo de Monitoramento e Controle

O processo de monitoramento e controle desenvolve-se em paralelo ao de execução (VALERIANO, 2001), no intuito de observar a implementação do projeto e identificar

possíveis problemas, corrigindo-os na seqüência (PMBOK, 2004). O papel deste processo é controlar, entre outros parâmetros, o cronograma, os custos, a qualidade e a equipe envolvida. O conceito do ciclo PDCA (Figura 5) advindo da abordagem do Controle da Qualidade Total (TQC) encaixa-se bem neste processo, uma vez que o controle nele proposto corresponde a uma revisão do trabalho até então desenvolvido, seguido de sugestões e propostas para correção, caso sejam necessárias.

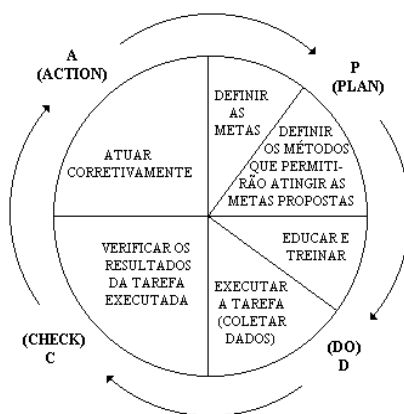


Figura 5 Ciclo PDCA
Fonte: Campos (1992)

Isto vai ao encontro do que é sugerido por Campos (1992, p.31), que afirma que “o ciclo PDCA de controle pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle de um processo”. A partir desta idéia apresentada pelo autor, pode-se perceber o alinhamento do processo de monitoramento e controle do projeto com o ciclo PDCA, pois este processo busca a retroalimentação de todo o sistema, para que as futuras tomadas de decisão sejam aprimoradas, constituindo o aprendizado organizacional.

2.1.5 Processo de Encerramento

Este processo constitui a finalização do projeto que estava sendo desenvolvido, encerrando as atividades e fases do projeto ou até mesmo executando o cancelamento de um determinado projeto. Neste momento, devem ser concluídos os contratos efetuados e ordenadas as devoluções de materiais e espaços utilizados, se for o caso, além de ser realizada uma avaliação geral do que foi desenvolvido, levantando os ensinamentos repassados ao longo de todo o processo de realização do projeto em questão (VALERIANO, 2001).

Dentro do contexto da análise de investimentos faz-se necessário que o projeto de um investimento seja realizado da melhor forma possível, a fim de proporcionar ao gestor uma avaliação correta da economicidade do mesmo. Como foi citado anteriormente, a avaliação do investimento baseia-se em informações que são coletas ao longo do processo de iniciação e se estendem aos processos que dão continuidade ao projeto, caso este seja aceito (PMBOK, 2004). Desta forma, para que a avaliação e a seleção de investimentos sejam feitas corretamente, faz-se necessário que estas sejam baseadas em informações o mais concretas possíveis.

2.1.6 Considerações finais sobre o Gerenciamento de Projetos

Esta seção apresentou brevemente os diferentes processos que compõem o gerenciamento de um projeto, discutidos no PMBOK (2004). O foco do trabalho é a tomada de decisão de investimentos com o uso integrado de técnicas que permitam uma análise de viabilidade multicriterial de projetos. De um modo geral, a realização da análise de viabilidade de projeto deve-se dar ao longo do processo de iniciação do projeto, pois é quando o mesmo está sendo concebido e exige uma análise prévia para que seja aprovado aos processos seguintes. Entretanto, a análise econômico-financeira, ou até multicriterial como está sendo proposta neste estudo, pode ser realizada durante qualquer um dos cinco processos do projeto, permitindo que, ao longo do planejamento, da execução e até mesmo do monitoramento e controle do projeto, a empresa tenha a oportunidade de verificar o resultado projetado e resultante do mesmo.

Destaca-se que o PMBOK (2004), por ser uma publicação que visa a discussão de práticas sobre o gerenciamento de projetos, tem seu foco na gestão de um dado projeto, não abordando ao longo de seu texto uma discussão mais aprofundada sobre portfólio de projetos. Na intenção de um maior entendimento do processo de gestão de portfólio outras literaturas podem ser indicadas, entre elas a discussão de Planejamento e Desenvolvimento de Produto (PDP) trazida por Rozenfeld *et al.* (2005).

Para a avaliação e seleção de investimentos existem diversas técnicas que podem ser empregadas. Casarotto Filho (2002) destaca que nenhuma metodologia deve ser fixa para a avaliação, pois a resposta necessária pode ser diferente para cada situação de projeto. Além disso, diferentes fases do projeto provêm diferentes informações a serem trabalhadas, além de apresentar necessidades diferentes, o que torna a escolha da ferramenta de análise uma variável particular do sistema.

2.2 ENGENHARIA ECONÔMICA

Como foi comentado na seção anterior, dentro do processo de iniciação do gerenciamento de um projeto necessita-se utilizar algumas técnicas e ferramentas para a determinação de um portfólio de projetos que garanta que os objetivos estabelecidos na estratégia da empresa sejam alcançados (MACCARRONE, 1996; XAVIER, 2001; PMBOK, 2004).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), a disciplina de Engenharia Econômica permite que sejam realizadas análises prévias das alternativas de investimentos, com o objetivo de racionalizar a utilização dos recursos de capital. Hess *et al.* (1976, p.2) apresentam definição semelhante para a disciplina de Engenharia Econômica onde afirmam que “[...] são os métodos e técnicas de decisão empregados na escolha entre alternativas de investimento tecnicamente viáveis, nas quais as diferenças futuras foram expressas em termos de dinheiro”.

Para que a tomada de decisão seja realizada da forma mais correta possível, tangenciando a realidade, a Engenharia Econômica sustenta suas bases no conceito do valor do dinheiro no tempo. Para Casarotto Filho e Kopittke (2000), existem cinco fatores de produção que devem ser considerados na economia: (i) o trabalho, remunerado através do salário; (ii) a terra, remunerada através do aluguel; (iii) a capacidade administrativa, remunerada através do lucro; (iv) a técnica, remunerada através do *royalty*; e (v) o capital, remunerado através dos juros.

Galesne *et al.* (1999) afirmam que um real recebido hoje não será equivalente a um real recebido dentro de t anos. Desta forma, faz-se necessário a consideração dos juros, como sendo o custo do capital ou o custo do dinheiro. Mais precisamente, pode-se conceituar os juros como sendo o pagamento pela oportunidade de se poder dispor de um capital em determinado período do tempo (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000).

Conforme Hess *et al.* (1976) e Casarotto Filho e Kopittke (2000), os juros podem ser classificados em simples e compostos. Os juros simples são aqueles onde somente o capital renderá juros, ou seja, os juros irão ser diretamente proporcionais ao capital requerido (Equação (1)). Por sua vez, os juros compostos irão incorporar ao capital os próprios rendimentos dos juros do período anterior. Desta forma, quando compostos, os juros irão render juros também (Equação (2)).

$$J = P \times i \times n \quad (1)$$

$$J = P \times (1 + i)^n - P \quad (2)$$

onde:

J = juros do período;

i = taxa de juros do período;

n = número de períodos de juros;

P = principal ou capital na data atual.

Como se pode observar nas equações 1 e 2, o comportamento dos dois tipos de juros é distinto. Os juros simples crescem de forma linear, enquanto que os juros compostos apresentam um comportamento exponencial. A Figura 6 apresenta o comportamento destes juros, quando solicitado um capital $P = 100,00$ reais, a uma taxa de juros $i = 10\%$ ao ano, por um período $n = 10$ anos.

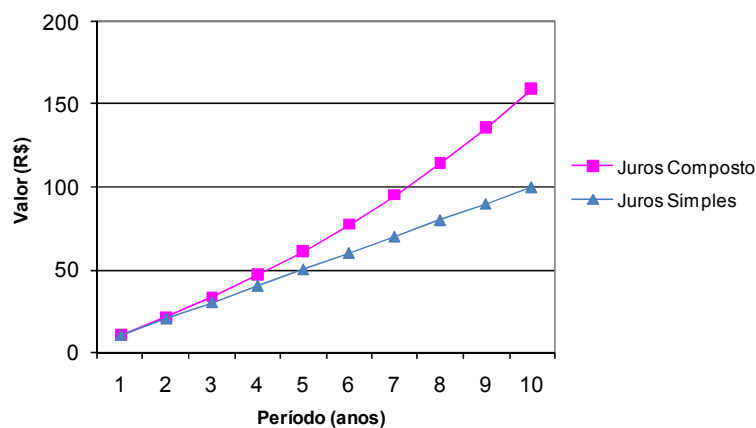


Figura 6 Comparação entre juros simples e juros compostos
Fonte: adaptado de Brealey e Myers (1991)

Conforme salientado por Farragher *et al.* (1999), Galesne *et al.* (1999) e Arnold e Hatzopoulos (2000), a análise de investimento pode utilizar diferentes métodos que podem ou não considerar o valor do dinheiro no tempo. Na seção 2.2.4 estes métodos serão explicitados e discutidos. Entretanto, para que uma análise de investimentos seja feita de forma adequada, faz-se necessário seguir alguns princípios destacados por Casarotto Filho e Kopittke (2000, p.105):

- a) Deve haver alternativas de investimentos, pois não haverá porque avaliar a compra de determinado equipamento se não houver condições de financiar o mesmo;

- b) As alternativas devem ser expressas em dinheiro. Não é possível comparar diretamente, por exemplo, 300 horas/mensais de mão-de-obra com 500 kWh de energia. Busca-se sempre um denominador comum, normalmente em termos monetários;
- c) Serão somente relevantes para a análise as diferenças entre as alternativas. As características idênticas das mesmas deverão ser desconsideradas;
- d) Sempre devem ser considerados os juros sobre o capital empregado, pois sempre existem oportunidades de empregar o dinheiro de maneira que ele renda algum valor;
- e) Em estudos econômicos o passado não é considerado. Interessa apenas o presente e o futuro, pois o que já foi gasto não poderá ser recuperado.

Serão apresentados e discutidos a seguir aspectos introdutórios em uma análise de investimento que são o Custo de Capital e a Taxa Mínima de Atratividade; a incorporação e consideração do risco e da incerteza em análises de investimentos; e a consideração da inflação nas análises. Após serão apresentados os diferentes métodos de análise de investimentos, discutindo-se suas particularidades.

2.2.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Antes de iniciar a análise e comparação das diferentes oportunidades de investimento encontradas, deve-se determinar qual será o custo do capital atribuído à empresa. Este custo refere-se diretamente aos riscos que o investidor irá correr ao optar por determinado investimento e, conseqüentemente, ao retorno que o mesmo irá esperar por tal ação (SILVA *et al.*, 2004).

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) pode ser definida como a taxa de desconto resultante de uma política estabelecida pelos dirigentes da empresa (GRANT *et al.*, 1976; GALESNE *et al.*, 1999). Esta taxa deve refletir o custo de oportunidade dos investidores, que podem escolher entre investir no projeto que está sendo avaliado ou em outro projeto similar empreendido por uma outra empresa. Desta forma, a TMA deve ser suficientemente significativa para que possa compensar os riscos envolvidos no momento em que se opta por implementar o projeto avaliado (SMART *et al.*, 2004).

Grant *et al.* (1976) ainda salientam o cuidado que deve ser tomado pela empresa ao estabelecer a TMA, uma vez que esta será utilizada por diversos profissionais da empresa

como engenheiros, *designers*, gerentes e diretores, por exemplo. Aliado a isto, os autores sugerem que a TMA somente seja estabelecida depois de considerados os diversos fatores que a influenciam, pois as decisões que afetam a vida da empresa serão tomadas a partir de análises de potenciais projetos frente à TMA desejada. Desta forma, no processo de tomada de decisão a TMA ajuda a assegurar que a decisão será baseada em um único e igualitário critério.

Complementando esta idéia, Cooper *et al.* (1991) afirmam que a determinação da taxa de desconto ideal para análise de investimento é um ponto de grande preocupação para as empresas. Muitas vezes elas optam por altas taxas de desconto, ou por escolher um custo de capital muito alto, ou por usar uma alta taxa de retorno como um ajuste para eventuais riscos a serem tomados. O uso de uma taxa de desconto inapropriada acaba produzindo uma alta TMA para a empresa, ou resulta em um VPL muito baixo para o projeto. Ambas ações acabam prejudicando o projeto que está sendo analisado, podendo influenciar na determinação do portfólio da empresa.

Sabendo disto, para que fosse possível avaliar e determinar o risco e o retorno envolvidos em determinado projeto de investimento, frente ao portfólio de mercado, Sharpe (1963, 1964) iniciou o desenvolvimento do Modelo de Precificação de Ativos de Capital ou *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Antes dele, o Prêmio Nobel Harry Markowitz (1952) já havia trabalhado a questão risco *versus* retorno, gerando grande contribuição para a teoria de portfólio, discutindo a alta diversificação do portfólio e a relação entre os retornos esperados frente à variação dos mesmos.

Mais especificamente, no modelo CAPM o risco do ativo é definido em relação ao risco de mercado. Isto é, o CAPM apresenta que as taxas de retorno equilibradas de todas as oportunidades de investimentos, que por sua vez envolvem riscos, são função de suas covariâncias com o portfólio de mercado. Sendo assim, quanto maior o risco envolvido no projeto, maior poderá ser o retorno do mesmo (COPELAND *et al.*, 2005).

Smart *et al.* (2004) destacam a grande utilização do modelo, tanto pelo meio acadêmico quanto pelos empresários, pois ele permite que sejam testadas hipóteses sobre as características de risco e retorno de determinado investimento, através da especificação de como este deverá variar junto ao portfólio de mercado.

Galesne *et al.* (1999) esclarecem que o CAPM procura determinar o custo de oportunidade para os ativos de mercado. Para fazer isto, o modelo pressupõe que a remuneração exigida pelo investimento em um portfólio de títulos deverá ser um valor

adicional pelo risco de mercado que está envolvido na transação, conforme apresenta a Equação (3).

$$r_{rm} = r_m - r_F \quad (3)$$

onde:

r_{rm} = preço do risco de mercado;

r_m = remuneração proporcionada pelo portfólio de mercado;

r_F = remuneração de um ativo sem risco.

Os autores ainda apresentam a medida de risco de um ativo i , que é representado pela letra grega β . Este risco é a medida do quanto os retornos do ativo i em questão variaram em relação à variância dos retornos do portfólio de mercado (Equação (4)). O β é, então, a quantidade de risco do ativo. Caso esse valor seja zero, o ativo não tem risco. Entretanto, se o valor do β for igual a um, o risco envolvido é equivalente ao risco do portfólio de mercado.

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (4)$$

onde:

β_i = risco do ativo i ;

σ_{im} = covariância entre os retornos do ativo i e os do portfólio de mercado;

σ_m^2 = variância dos retornos do portfólio de mercado.

A partir destes conceitos, pode-se determinar o retorno exigido pelo mercado para um ativo i , através da seguinte relação linear (Equação (5)):

$$r_i = r_F + (r_m - r_F) \times \beta_i \quad (5)$$

onde:

r_i = retorno do mercado para ativo i .

A Figura 7 apresenta a representação gráfica desta relação linear. A reta definida pela Equação (5) é chamada de Linha do Mercado de Título ou *Security Market Line* (SML). Pode-se observar que quando β é igual a zero, o retorno esperado será igual ao retorno de um

investimento considerado sem risco algum. Por outro lado, quando o β for igual a 0,5, por exemplo, o retorno será equivalente à metade do retorno do portfólio de mercado (BREALEY; MYERS, 1991).

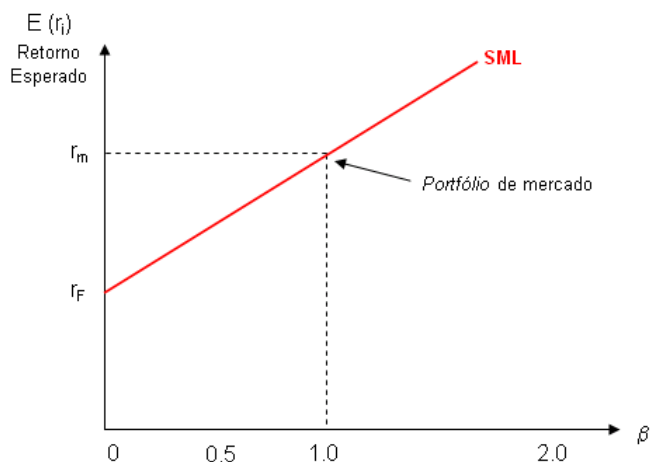


Figura 7 Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM)
Fonte: adaptado de Brealey e Myers (1991)

Além do CAPM, outros modelos foram desenvolvidos para determinar os retornos e riscos do investimento em um ativo i . Um modelo de destaque é o Modelo de Precificação por Arbitragem ou *Arbitrage Pricing Theory* (APT) desenvolvido por Ross (1976). Neste modelo, o preço de qualquer ativo é trabalhado como uma combinação linear de vários fatores, e não apenas de um (β), como é considerado no modelo CAPM (SMART *et al.*, 2004). Galesne *et al.* (1999) afirmam que o APT é um modelo bem mais geral que o CAPM, sendo que este último pode ser considerado como um caso particular do APT. Os autores ainda salientam que o APT é um modelo mais complexo na sua implementação, pois exige uma base de dados disponível mais completa e atualizada.

Os modelos apresentados anteriormente discutem o retorno exigido do capital próprio investido pela empresa frente ao portfólio de mercado. Entretanto, para a determinação de uma TMA real para o uso da mesma em análises de investimentos, faz-se necessário que os custos totais da empresa sejam contabilizados, incluindo seu capital próprio e suas dívidas. Para calcular tal taxa, usa-se o Custo Médio Ponderado do Capital (CMPC), em inglês *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) (GITMAN, 1976; KINCHELOE, 1990; GALESNE *et al.*, 1999; PAGANO; STOUT, 2004; SMART *et al.*, 2004).

Smart *et al.* (2004) conceituam o CMPC como sendo uma média simples ponderada das taxas de retorno requeridas das dívidas e do capital próprio, onde o peso é igual à percentagem de cada tipo de financiamento na estrutura de capital da empresa, conforme Equação (6).

$$CMPC = \left(\frac{D}{D+E} \right) \times (1-T_c) \times r_d + \left(\frac{E}{D+E} \right) \times r_e \quad (6)$$

onde:

$CMPC$ = Custo Médio Ponderado de Capital;

D = valor das dívidas na estrutura de capital;

E = valor do capital próprio na estrutura de capital;

T_c = alíquota de tributação marginal;

r_d = custo do capital de terceiros;

r_e = custo do capital próprio.

Oblak e Helm (1980), em um estudo sobre as práticas das empresas multinacionais no que tange à análise de investimentos, encontraram uma taxa de 54% de utilização do CMPC para determinação da TMA. Outros parâmetros como o custo das dívidas (13%), a experiência do gestor (5%) e o crescimento esperado dos ganhos e dividendos (16%) também foram citados. Na pesquisa, cerca de 9% dos respondentes afirmou utilizar o modelo CAPM para determinação do custo de capital próprio. Um outro ponto interessante destacado pelos autores neste trabalho foi o índice de utilização do CMPC encontrado por empresas cujo orçamento de capital anual é superior a US\$ 500 milhões: em torno de 90%.

No estudo apresentado por Bruner *et al.* (1998), com uma amostra composta por diferentes empresas da indústria americana, incluindo companhias como Gillete, McDonald's e Hewlett-Packard, constatou-se um crescimento significativo na utilização do CMPC para determinar a taxa de desconto a ser utilizada para análise de investimentos. A grande maioria, cerca de 89%, utiliza o custo médio ponderado. Além disso, foi constatado que cerca de 80% das empresas utiliza o modelo CAPM para determinação do custo de capital próprio, representando, também, um aumento considerável. Outros métodos, como o APT, foram mencionados, porém com pouca representatividade.

O trabalho de Pagano e Stout (2004) apresenta uma comparação entre os CMPC calculados com o uso do custo do capital próprio determinado através do modelo CAPM e do

modelo APT. Os CMPC foram calculados para duas empresas, a General Eletric (GE) e a Microsoft. Como resultado, os autores encontraram diferenças nos CMPC, sendo que para a GE estas diferenças foram mais representativas. Este estudo torna-se relevante, pois destaca a importância da escolha correta das técnicas para determinação da TMA, uma vez que esta servirá como ponto crucial para a tomada de decisão do portfólio de investimentos ótimo da empresa.

Além da consideração do risco frente às expectativas de retorno e da ponderação da estrutura de capital utilizada, outros fatores devem ser levados em conta quando da formação da TMA. A inflação, o tipo de investimento, a região onde o investimento será realizado (se é uma região de economia estável ou não) são alguns pontos que influenciam diretamente na determinação da TMA e, sendo assim, devem ser avaliados no momento da decisão (OBLAK; HELM, 1980; GALESNE *et al.*, 1999).

2.2.2 Risco e Incerteza

Na seção anterior foi discutida a determinação de uma taxa de desconto ideal que leve em consideração os riscos que um determinado projeto possa apresentar. Entretanto, somente a consideração do risco na avaliação econômica do projeto é insuficiente para responder às perguntas que muitos gerentes e tomadores de decisão das empresas se fazem (SMART *et al.*, 2004).

Sabe-se que, apesar dos conceitos risco e incerteza serem apresentados e discutidos juntos, ambos significam parâmetros diferentes dentro do aspecto da Engenharia Econômica. Knight¹ (1990, apud Galesne *et al.*, 1999) define risco como sendo uma situação para a qual uma distribuição de probabilidades objetiva pode ser associada aos resultados, isto é, o risco é a possibilidade de que uma decisão possa implicar em diferentes resultados. A incerteza, por sua vez, é conceituada por Knight como uma situação para a qual ou não se pode associar qualquer distribuição de probabilidades, ou somente se pode associar uma distribuição de probabilidades subjetiva. Ou seja, a incerteza significa que uma decisão poderá chegar a vários resultados diferentes, cujas probabilidades são desconhecidas (GITMAN, 1976).

A seguir serão descritos os métodos mais usuais para a incorporação do risco e da incerteza nas análises de projetos, assim como métodos de mensuração do risco em uma análise de viabilidade econômica.

¹KNIGHT, F. H. **Risk, uncertainty and profit**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1990.

2.2.2.1 Métodos de incorporação do risco e da incerteza

Existem diferentes métodos para considerar os riscos e as incertezas envolvidas em um projeto que está sendo analisado (CANADA *et al.*, 1996). Entretanto, alguns destes métodos se destacam por sua facilidade ou por serem mais racionais sendo, assim, preferidos pelos gestores (GRANT, 1976). Entre estes métodos destacam-se: (i) a redução sistemática dos parâmetros do cálculo do investimento, que envolve o ajuste subjetivo das entradas e saídas do projeto, sub-avaliando o mesmo; (ii) a adição de um prêmio de risco à taxa de desconto da empresa, que nada mais é do que inserir na TMA da empresa um fator p de risco, aumentando relativamente a mesma; (iii) o ajuste quantitativo do fluxo de caixa, que pode ser feito através do método equivalente-certeza, que baseia-se na inserção de um valor α_t , que irá ser tão menor quanto maior for o risco do projeto, calculado através da função utilidade; e (iv) a redução do tempo de retorno de recuperação do capital do projeto (GALESNE *et al.*, 1999).

A Tabela 2 apresenta um apanhado geral de alguns trabalhos publicados que analisaram as práticas das empresas frente à inserção do risco e da incerteza na avaliação de seus projetos.

Tabela 2 Métodos utilizados para consideração do risco e da incerteza em um projeto

Publicação	Ano Pesquisa	Aumento da Taxa Mínima de Retorno ou do Custo de Capital	Ajuste quantitativo dos fluxos de caixa do projeto	Ajuste subjetivo do fluxo de caixa	Diminuição do período mínimo de retorno de capital	Outro	Nenhum
FREMGEN, 1973	1971	54%	32%	29%	40%	-	-
GITMAN; FORRESTER, 1977	1977	43%	26%	19%	13%	-	-
KIM; FARRAGHER, 1981	1975	12%	2%	-	11%	1%	-
	1979	19%	3%	-	14%	3%	-
FENSTERSEIFER <i>et al.</i> , 1987	1974	7%	6%	6%	15%	-	-
	1979	11%	8%	7%	18%	-	-
	1987	15%	12%	6%	25%	-	-
SAUL, 1995	1985	26%	16%	13%	29%	2%	26%
	1990	29%	17%	15%	28%	2%	25%
COOPER <i>et al.</i> , 1997	1990	33%	10%	-	10%	12%	35%
BLOCK, 1997	1997	46%	30%	21%	-	-	-
ARNOLD; HATZAPOULOS, 2000	2000	52%	-	46%	20%	37%	1%

Pode-se observar que a utilização da técnica que aumenta a TMA para compensar potenciais riscos do projeto é a preferida pelos gestores. Segundo Gitman e Forrester (1977)

este resultado não é surpreendente, uma vez que o método em questão é um dos mais simples de serem empregados. Uma outra pesquisa realizada por Block (2005), analisando as diferenças existentes na prática de diferentes indústrias americanas, como a energética, a financeira, a de transporte, entre outras, aponta também o uso preferencial pela TMA ajustada. Neste estudo, o maior índice de uso da TMA ajustada foi na indústria de saúde (82,1%), e o menor foi no varejo (65,7%).

Outra técnica usada com menor representatividade, porém quase sempre citada pelos respondentes, é a diminuição do tempo mínimo de retorno do capital. O uso desta técnica se justifica, uma vez que a utilização do método *payback* para avaliação de investimentos ainda é significativa, como será visto adiante (FENSTERSEIFER *et al.*, 1987). A diminuição do período de *payback* fará com que os recursos da empresa sejam investidos em projetos que irão recuperar antes o capital empregado, diminuindo as chances de possíveis imprevistos.

Os métodos de ajuste quantitativo e subjetivo do fluxo de caixa foram menos citados pelos respondentes das amostras analisadas. Entretanto, suas percentagens, especialmente a do método de ajuste subjetivo, que não apresenta nenhum rigor científico, mostram que ainda são utilizados pelos gestores com relativa frequência e significância.

2.2.2.2 Métodos de mensuração dos riscos

Além da consideração dos riscos e da incerteza nos fluxos de caixa, faz-se necessário a mensuração dos riscos envolvidos em cada projeto. Isto é importante à medida que a rentabilidade projetada nem sempre acaba sendo a rentabilidade efetivamente realizada (SMART *et al.*, 2004). Desta forma, alguns métodos para previsão de possíveis erros associados aos fluxos de caixa foram desenvolvidos, e dentre eles destacam-se métodos determinísticos, como a análise de sensibilidade, e métodos probabilísticos, como a avaliação da covariância do projeto com outros projetos da empresa, a distribuição da rentabilidade esperada pelo projeto e o cálculo da probabilidade de prejuízo (FENSTERSEIFER *et al.*, 1987; SAUL, 1995). A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados em dois estudos sobre a utilização destas técnicas em empresas brasileiras.

Tabela 3 Métodos utilizados para mensuração dos riscos em projetos

Publicação	Ano da Pesquisa	Método Determinístico	Métodos Probabilísticos			
		Análise de Sensibilidade	Distribuição da rentabilidade esperada do projeto	Cálculo da probabilidade de prejuízo do projeto	Avaliação da covariância do projeto c/ outros investimentos	Outro método
FENSTERSEIFER et al., 1987	1974	27%	9%	5%	5%	1%
	1979	35%	8%	6%	5%	1%
	1985	46%	12%	8%	6%	1%
SAUL, 1995	1990	81%	11%	11%	9%	2%

A partir da análise da Tabela 3, pode-se perceber a superior preferência pelo uso da análise de sensibilidade frente aos outros métodos disponíveis. Segundo Galesne *et al.* (1999), isto é o reflexo da simplicidade do método de análise de sensibilidade aliada à complexidade dos demais. A análise de sensibilidade serve como ferramenta de apoio à tomada de decisão, pois permite que o gestor explore o papel de cada elemento do fluxo de caixa no mesmo e sua importância para o resultado final. Para isto, diversas análises devem ser feitas variando uma-a-uma das variáveis envolvidas, mantendo as demais fixadas. Fazendo isto, o gestor poderá determinar qual das variáveis tem um efeito maior sobre a rentabilidade do projeto, podendo prever as conseqüências de determinadas mudanças (SMART *et al.*, 2004).

Além da análise de sensibilidade, outros métodos determinísticos semelhantes, porém mais complexos, existem para mensuração do risco. Entre eles destaca-se a Análise de Cenários, que como o nome diz, simula cenários onde as variáveis podem ser alternadas conjuntamente, permitindo uma visão mais realista de como as mesmas interagem entre si e influenciam a rentabilidade do projeto. Outro método interessante, porém mais complexo que os acima descritos, é a Simulação de Monte Carlo. Esta ferramenta especifica uma faixa ou distribuição dos potenciais resultados para cada variável do fluxo. Um programa computacional faz simulações seguidas com estas distribuições, gerando uma grande quantidade de resultados estatísticos, incluindo a distribuição dos fluxos de caixa do projeto (com seus respectivos VPL), assim como a determinação dos elementos mais sensíveis para cada fluxo (SMART *et al.*, 2004).

Tendo sido definidas as variáveis que são mais sensíveis e predispostas a influenciar diretamente no resultado da avaliação do projeto, pode-se utilizar métodos probabilísticos para prever o comportamento de tais variáveis. Estas análises probabilísticas, apesar de mais trabalhosas e complexas, são necessárias, pois permitem ao decisor compreender qual a faixa

de variação possível para determinada variável, e sua influência sobre o investimento a ser realizado (SMART *et al.*, 2004).

Na Tabela 3 estão exemplos dos métodos probabilísticos mais utilizados pelas empresas, segundo Fensterseifer *et al.* (1987) e Saul (1995), incluindo a distribuição da rentabilidade esperada, o cálculo da probabilidade de prejuízo do projeto e avaliação da covariância do projeto com outros projetos. As três técnicas apresentadas baseiam-se no mesmo princípio de uma distribuição normal de probabilidades que permite identificar a faixa de variação das rentabilidades do projeto, possibilitando a comparação entre projetos em função de sua predisposição ao risco.

2.2.3 Inflação

Casarotto Filho e Kopittke (2000) definem a inflação como sendo a perda do poder aquisitivo da moeda, isto é, um aumento do preço de produtos e serviços, que acaba acarretando em perda do poder de compra da moeda. Sendo assim, como esta variação pode influenciar diretamente nos cálculos de Engenharia Econômica durante a análise de investimentos, faz-se necessário que a inflação seja considerada quando a mesma ocorrer.

Se todos os elementos que constituem o fluxo de caixa do projeto que está sendo avaliado são afetados da mesma forma pela inflação, a melhor maneira de considerá-la é justamente ignorando-a. Isto porque a inflação neste caso irá atingir os elementos do fluxo de caixa de forma equivalente, não afetando o valor final da análise. Quando a situação é esta, chama-se a taxa de desconto utilizada de taxa real (GALESNE *et al.*, 1999).

Por outro lado, quando os elementos constituintes do fluxo de caixa são afetados de forma diferenciada pela inflação, isto é, alguns itens variam mais e outros menos, há a necessidade de se considerar os valores correntes dos elementos, ajustando um novo fluxo de caixa. Quando isto acontece, a taxa de desconto a ser utilizada é a taxa nominal (GALESNE *et al.*, 1999).

A relação entre a taxa nominal e a taxa real de um fluxo de caixa pode ser observada na Equação (7). É importante ressaltar a chamada regra número 1 dos casos de inflação: quando um fluxo de caixa é descontado através de uma taxa de desconto nominal, está agregada nesta taxa uma estimativa da inflação esperada. Desta forma, torna-se necessário empregar a mesma inflação suposta anteriormente, no momento de projetar os fluxos de caixa (SMART *et al.*, 2004).

$$(1 + i_n) = (1 + i_r) \times (1 + i_{inf}) \quad (7)$$

onde:

i_n = taxa nominal;

i_r = taxa real;

i_{inf} = taxa da inflação do período.

No estudo realizado por Fensterseifer *et al.* (1987), foram encontrados índices relativamente baixos quanto à consideração da inflação diferenciada nos elementos constituintes do fluxo de caixa de um projeto. No ano de 1974, apenas 23% das empresas analisadas consideravam a inflação, enquanto que no ano de 1985 houve um pequeno aumento nesta taxa, representando cerca de 35% dos respondentes.

Uma pesquisa mais recente realizada por Arnold e Hatzopoulos (2000) apresentou novos índices para este assunto, analisando empresas do Reino Unido. De acordo com os autores, cerca de 75% das empresas acompanhadas fazem o ajuste da inflação, seja ela constante para os elementos do fluxo de caixa, neste caso usando a taxa real de desconto, ou diferenciada, fazendo, assim, uso da taxa nominal e realizando a correção do fluxo de caixa.

2.2.4 Métodos Usuais de Avaliação Econômico-Financeira dos Projetos

De acordo com Copeland *et al.* (2005), três grandes problemas são enfrentados pelos gestores no momento da tomada de decisão. Primeiro, há a necessidade de se procurar novas oportunidades no mercado para investir, conforme já fora discutido em seções anteriores. Segundo, os fluxos de caixa dos projetos que irão concorrer pelos recursos de capital da empresa devem ser estimados. E, por último, estes projetos concorrentes devem ser avaliados de acordo com as regras do processo de tomada de decisão. Estas chamadas regras do processo são também conhecidas como técnicas de análise de investimentos.

Desta forma, em um ambiente altamente competitivo e de recursos limitados, torna-se indispensável a aplicação adequada dos recursos da empresa, uma vez que isto aumenta seu valor, transformando-se em um fator decisivo para sua sobrevivência (ALBERTON *et al.* 2004). Para que isto seja feito da melhor maneira possível, serão discutidas algumas técnicas de avaliação econômica de investimentos, apresentando suas aplicações. É importante ressaltar a importância do conhecimento das diferentes técnicas, uma vez que cada empresa poderá optar por trabalhar com uma ou mais técnicas, de acordo com sua estrutura e

necessidade. Por exemplo, num estudo de Cooper *et al.* (1997) sobre investimentos em empresas de pequeno porte, os autores ressaltam as características especiais de tais empresas, que acabam utilizando técnicas que mais se adaptam às suas condições.

A seguir serão apresentados os cinco métodos mais tradicionais para a avaliação da economicidade de um investimento, entre eles métodos que levam em conta o dinheiro no tempo, baseados assim em fluxos de caixa descontados, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Índice de Lucratividade (IL), além de outros dois critérios de rentabilidade mais simples, porém muito utilizados pelos gestores das empresas que são o Período de Retorno do Capital (*payback*) e a Taxa Média de Retorno. Estes métodos foram selecionados por serem bastante difundidos e terem suas aplicações discutidas por autores como Grant *et al.* (1976), Galesne *et al.* (1999), Smart *et al.* (2004), Copeland *et al.* (2005), entre outros.

2.2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL calcula o valor presente líquido de um projeto através da diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa do projeto e o investimento inicial requerido para iniciar o mesmo. Como este método é baseado em fluxos de caixa descontados, faz-se uso da TMA determinada pela empresa para o cálculo do valor presente das entradas (GALESNE *et al.*, 1999).

A Equação (8) apresenta a fórmula para calcular o VPL de um projeto de investimento. De acordo com este método, poderão ser implementados projetos que apresentem VPL maior que zero. O valor do VPL representa o aumento do valor dos acionistas derivado do resultado do projeto, o que quer dizer que, quando o VPL é maior que zero, os retornos conseguiram superar as expectativas dos acionistas (COPELAND *et al.*, 2005).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} + FC_0 \quad (8)$$

onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

FC_t = fluxo de caixa do período t (receitas – despesas);

k = taxa de desconto (TMA estabelecida pela empresa);

FC_0 = investimento inicial no projeto;

$t(1; n)$ = período abrangido pelo projeto.

Smart *et al.* (2004) destacam alguns pontos positivos deste método que fazem com que ele seja um dos mais recomendados pela teoria financeira:

- É um método baseado no fluxo de caixa dos investimentos e não apenas em ganhos contábeis, como é feito por outros métodos que serão apresentados na seqüência;
- Faz uso do conceito do valor do dinheiro no tempo, através do uso de uma taxa de desconto;
- A decisão de investir ou não em um investimento reflete exatamente as necessidades da empresa, e não depende do julgamento arbitrário do gestor;
- A abordagem do método VPL fornece um meio direto para o controle entre as diferenças dos riscos envolvidos nas diferentes alternativas;
- Incorpora no seu cálculo todo o fluxo de caixa do projeto, com todos os períodos envolvidos;
- Fornece uma estimativa direta das mudanças na riqueza do acionista, derivadas do investimento realizado.

Entretanto, estes mesmos autores destacam o ponto fraco deste método: ele aparenta ser menos palpável para os envolvidos no processo de decisão. Isto é, quando a informação do VPL vem à tona, a interpretação deste dado é mais difícil, fazendo com que muitos gestores optem por trabalhar com métodos como TIR e *payback*, que fornecem dados mais fáceis de serem compreendidos e interpretados.

Além disso, outro ponto fraco do método paira sobre a consideração da taxa de reaplicação dos fluxos de caixa envolvidos no projeto. O VPL considera que todos os fluxos de caixa serão reinvestidos a uma taxa de desconto equivalente à TMA usada para calculá-lo. Esta suposição muitas vezes pode ser equivocada, levando o investidor a tomar uma decisão errônea. Ao supor que todo o fluxo de caixa será reinvestido à TMA, o investidor ignora o fato de ter a oportunidade de investir em um fundo que lhe garanta um rendimento maior, ou acaba prevendo um ganho (baseado na TMA) que não se realizará, pois o investidor não

necessariamente conseguirá aplicar seus rendimentos a uma taxa igual à prevista (GALESNE *et al.*, 1999; SMART *et al.*, 2004).

2.2.4.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) requer o cálculo de uma taxa que zera o VPL dos fluxos de caixa do projeto de investimento avaliado, conforme apresenta a Equação (9) (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000; COPELAND *et al.*, 2005). Para o gestor determinar se o projeto é rentável ou não para a empresa, deverão ser comparadas a TIR resultante do projeto e a TMA desejada pela empresa. Quando a TIR for superior à TMA, significa que os retornos proporcionados pelo investimento serão superiores aos esperados pela empresa. Desta forma, o projeto poderá ser implementado (GALESNE *et al.*, 1999).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r^*)^t} + FC_0 = 0 \quad (9)$$

onde:

r^* = Taxa interna de retorno (TIR).

Como pode ser visto na Equação (9), o cálculo da TIR não é facilmente resolvido, exigindo um certo esforço matemático. Entretanto, hoje em dia existem diversos aplicativos computacionais, como as planilhas do *Microsoft Excel*, por exemplo, que resolvem esta equação matemática de forma simples e rápida.

Ao contrário do que prega a teoria, que aponta o VPL como o método mais utilizado pelas empresas (SMART *et al.*, 2004), a TIR aparece como a técnica mais popular no meio empresarial. Esta sua popularidade é reflexo do apelo psicológico e intuitivo que a mesma proporciona. KIM *et al.* (1986) realizaram um estudo com 367 empresas americanas. Ao constatarem a preferência pelo método da TIR para seleção de investimentos, indagaram aos respondentes o motivo de tal escolha. A grande maioria afirmou que este é o método escolhido pela empresa, pois ele pode ser mais facilmente visualizado e interpretado, justamente por não exigir previamente o cálculo do custo de capital da empresa e pelo fato dos executivos estarem mais à vontade com o seu desenvolvimento. Além disso, o método da TIR leva em consideração o valor do dinheiro no tempo e proporciona a eliminação da decisão subjetiva e baseada em opiniões arbitrárias de gestores, pois compara seu resultado à TMA, e esta por sua vez pode ser determinada a partir retorno de mercado obtido para

investimentos similares. Outra vantagem do método é que ele, assim como o VPL, se baseia nos fluxos de caixa do projeto e não apenas em resultados contábeis do mesmo (SMART *et al.*, 2004).

Entretanto, o método da TIR possui algumas peculiaridades que o tornam um pouco frágil em determinadas situações. A primeira delas é quando o projeto necessita de algum empréstimo de recurso como, por exemplo, um tipo de financiamento. Neste caso, como se pode observar na Figura 8, somente levar em consideração a TIR resultante frente à TMA não bastará, fazendo-se necessário analisar também os valores do VPL do projeto para tomar a decisão. O comportamento do projeto se justifica, pelo fato de a empresa receber um valor inicial para implementar o projeto e, logo após, no primeiro período, já reembolsar o financiador, como se tivesse emprestado dinheiro no período 1 e recuperado no período 2 (BREALEY; MYERS, 1991). Desta forma, nestes casos a regra de aceitação do projeto deve ser modificada, pois quanto menor for a TIR frente à TMA, mais aceitável se torna o projeto (SMART *et al.*, 2004).

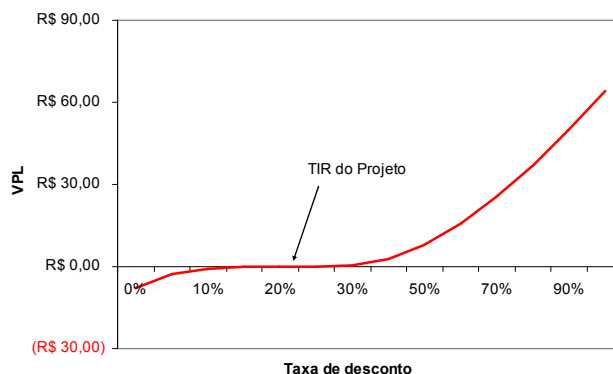


Figura 8 Projeto com financiamento inicial
Fonte: adaptado de Brealey e Myers (1991)

Outro problema enfrentado pelo método ocorre quando o projeto que está sendo avaliado possui múltiplas taxas internas de retorno. Conforme destacam Copeland *et al.* (2005), a equação matemática que origina o valor da TIR (Equação (9)) advém da regra de Descartes, o que implica dizer que cada vez que há uma mudança de sinal no fluxo de caixa avaliado, isto é, alterna uma entrada e uma saída, potencialmente poderá haver também uma nova raiz para o problema, gerando outra solução viável. A Figura 9 está representado um exemplo de projeto com múltiplas taxas de retorno. Neste exemplo, o investidor desembolsa uma quantia I_0 igual à R\$ 1.600,00, recebe no período 1 uma entrada de R\$ 10.000, porém no

período seguinte há um novo desembolso de R\$ 10.000. Esta última mudança de sinal, acarreta em duas TIR viáveis para o mesmo projeto, 25% e 400%.

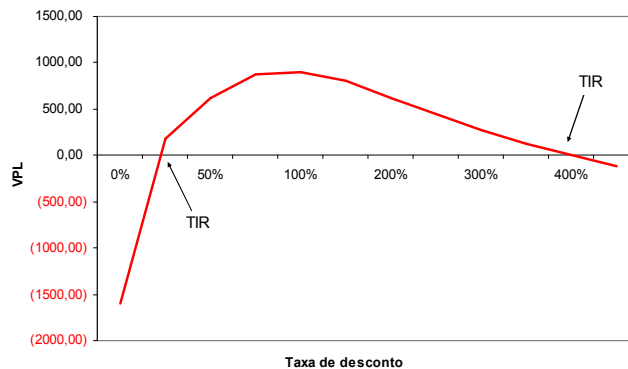


Figura 9 Projeto com múltiplas taxas de retorno

Fonte: adaptado de Galesne *et al.* (1999)

Um terceiro problema pode ser identificado neste método e diz respeito novamente à taxa de reaplicação dos fluxos de caixa do projeto. Enquanto o VPL possui todos seus fluxos de caixa reaplicados a uma taxa externa (TMA), dada pelo gestor, o TIR apresenta os fluxos de caixa reinvestidos à própria taxa encontrada internamente pelo projeto. Em função disto, o método TIR também pode apresentar alguns resultados distorcidos (SMART *et al.*, 2004).

Tanto a questão das taxas múltiplas de retorno como a da taxa de reinvestimento fazem com que alguns autores sugiram o uso do método VPL ao invés da TIR, para avaliação de investimentos (BREALEY; MYERS, 1991). Entretanto, Galesne *et al.* (1999) e Casarotto Filho e Kopittke (2000) apontam como solução viável uma adaptação do método TIR conhecido como TIRI ou TIRM – TIR Integrada ou Modificada. Esta nova taxa possui algumas características superiores à TIR, pois torna mais fácil a comparação das rentabilidades dos diversos projetos concorrentes. A grande diferença entre os métodos é que a TIR considera que os fluxos de caixa líquidos obtidos pelo projeto serão reinvestidos à mesma TIR, específica para cada projeto, enquanto que a TIRI trabalha com fluxos de caixa reinvestidos a uma taxa determinada que é idêntica para todos os projetos concorrentes, resultando em uma melhor avaliação da rentabilidade individual de cada projeto (GALESNE *et al.*, 1999). Seguindo raciocínio semelhante, o método da TIRM destaca que muitas vezes as saídas e as entradas de caixa não podem ser reinvestidas à mesma taxa, uma vez que a primeira exige uma taxa de reinvestimento de capital específica e a segunda exige a definição de uma taxa de captação de recursos no mercado, por exemplo. Sendo assim, a TIRM sugere

trabalhar com duas taxas, permitindo que o método forneça informações mais próximas à realidade do caixa da empresa (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000). Faz-se importante destacar que a empresa pode escolher com qual método modificado prefere trabalhar, porém para comparação de projetos é importante que ela sempre utilize o método escolhido para tornar a comparação possível. Tanto a TIRI como a TIRM, então, podem ser descritas como métodos que possuem características semelhantes ao VPL, pois utilizam uma taxa de desconto determinada externamente e apresentam os resultados de forma clara e objetiva, como a TIR.

Outra questão importante que deve ser discutida acerca da potencial escolha do método da TIR para avaliação de investimentos é o seu desempenho frente a projetos mutuamente exclusivos, isto é, quando há mais de uma alternativa para a solução de um determinado problema e apenas uma destas deve ser selecionada. Quando isto acontece, o uso exclusivo do método da TIR poderá levar o tomador de decisão a escolher o projeto de forma inadequada. O exemplo da Tabela 4, apresentado por Brealey e Myers (1991), mostra como a TIR pode fornecer informações distorcidas, quando comparada com os resultados apresentados pelo método do VPL. Esta distorção ocorre também como resultado do problema da taxa de reinvestimento, já discutida nos dois métodos, pois o método do VPL e da TIR consideram taxas de reaplicação diferenciadas.

Aliado a isto, o método da TIR também não é bem empregado na análise de projetos que apresentam padrões de fluxo de caixa diferentes ao longo dos períodos. Nestes casos, o uso do método do VPL auxilia e fornece informações que apóiam melhor a decisão.

Tabela 4 Projetos mutuamente exclusivos

Projeto	I_0	C1	TIR	VPL (TMA=10%)
A	-10.000,00	20.000,00	100%	8.182,00
B	-20.000,00	35.000,00	75%	11.818,00

Fonte: adaptado de Brealey e Myers (1991)

Observando os resultados na Tabela 4, percebe-se que pelo método da TIR o projeto a ser escolhido é o projeto A. Entretanto, pelo método do VPL o projeto a ser priorizado é o B. Através da análise do comportamento destes dois fluxos de caixa plotados em um gráfico (Figura 10), é possível fazer uma comparação mais precisa dos potenciais investimentos. O ponto de cruzamento das duas curvas é denominado Ponto de Fischer. Neste caso, este ponto equivale a uma taxa de 50%. A interpretação deste gráfico é simples: até a taxa de 50%, o

projeto mais interessante para a empresa é o B. A partir desta taxa, deve-se priorizar o projeto A até o atingimento da taxa de 100%, quando seu VPL torna-se zero.

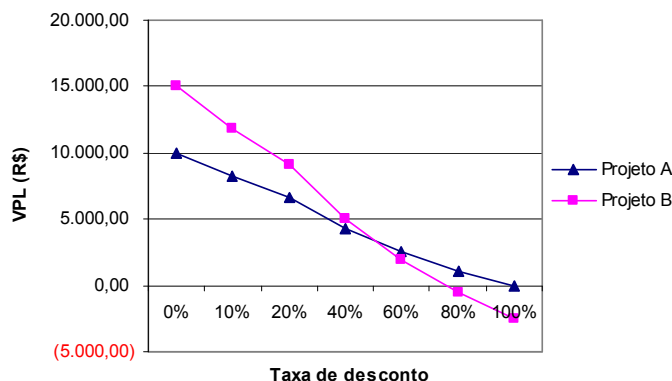


Figura 10 Gráfico do Ponto de Fischer

O Ponto de Fischer é definido como a taxa de reavaliação das diferenças financeiras existentes entre os fluxos de caixa dos dois projetos. Desta forma, o Ponto de Fischer é a TIR de um projeto incremental entre os projetos A e B (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2000). Ao encontrar este ponto, o gestor poderá tomar a decisão com maior segurança, ficando a decisão a cargo do método do VPL, conforme ilustrado na Figura 10.

2.2.4.3 Índice de Lucratividade (IL)

O Índice de Lucratividade, ou método de Relação Benefício - Custo (B/C) como também é chamado, estabelece a razão entre o valor presente das entradas líquidas de caixa do projeto e o investimento inicial. Como este também é um método que leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, as entradas líquidas deverão ser descontadas ao período inicial através de TMA estabelecida pela empresa. O valor específico resultante no IL representa o valor monetário ganho para cada \$1 investido (GITMAN, 1976; GALESNE *et al.*, 1999; SMART *et al.*, 2004).

Quando o IL for maior ou igual a 1, sabe-se que o projeto é viável, e sendo assim poderá ser aceito. Caso contrário, se o IL for inferior a 1, o projeto deve ser rejeitado. Uma relação interessante trazida por Gitman (1976) é o fato de que quando o IL for maior ou igual a 1, o VPL deste projeto será necessariamente maior ou igual a zero. Desta forma, pode-se considerar que na avaliação de um determinado projeto, tanto o VPL quanto o IL resultarão nas mesmas conclusões quanto a aceitar ou rejeitar o projeto.

Smart *et al.* (2004) destacam que em uma situação de racionamento de capital, em que a empresa deve selecionar apenas alguns dos investimentos para serem implementados, o IL servirá como norteador da decisão. Isto é, caso todos os projetos concorrentes apresentem um VPL positivo, o IL dos respectivos projetos podem ser ranqueados e selecionados conforme sua colocação.

2.2.4.4 Período de Retorno do Capital (*Payback*)

O método do Período de Retorno de Capital, ou o método *payback*, como é mais conhecido, é uma das ferramentas mais simples para avaliação de investimentos. O período de *payback* é o tempo necessário para que o valor dos fluxos de caixa previstos e acumulados seja igual ao valor inicialmente investido. Ou seja, é o tempo que um projeto leva para se pagar (COPELAND *et al.*, 2005). A escolha de um projeto está ligada diretamente ao período de retorno do capital mínimo exigido pela empresa, isto é, o ponto de corte.

Uma das características deste método que faz com que ele seja muito utilizado pelos gestores é o fato de ele incorporar na sua aplicação o risco envolvido no projeto. Ou seja, quando o investimento apresenta fatores que o tornam arriscado, o ponto de corte pode ser diminuído, fazendo com que o capital deva ser recuperado antes, diminuindo as chances da empresa sofrer uma perda de capital.

Um exemplo do uso deste método está ilustrado na Tabela 5, onde estão demonstrados os fluxos de caixa de dois projetos concorrentes, com os desembolsos iniciais e as receitas geradas ao longo dos períodos que seguem.

Tabela 5 Fluxos de caixa associados aos projetos concorrentes

Períodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<i>Payback</i>
Projeto A	(10.000,00)	3.333	3.333	3.334	-	-	-	-	-	-	-	3 anos
Projeto B	(10.000,00)	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	4 anos

Fonte: adaptado de Galesne *et al.* (1999)

De acordo com os dados da Tabela 5, o projeto que recupera o capital investido antes é o projeto A. Desta forma, caso a empresa utilize o *payback* como forma principal de avaliação de investimentos, ela decidirá pela implementação do projeto A. Além disso, a tabela 5 também elucida algumas questões, discutidas por diversos autores como Gitman (1976), Galesne *et al.* (1999), Casarotto Filho e Kopittke (2000), Smart *et al.* (2004), Copeland *et al.* (2005), entre outros. Pode-se perceber que o método *payback* não leva em

consideração o valor do dinheiro no tempo. Ou seja, todas as entradas e saídas ao longo dos períodos são consideradas de forma igual, aplicando uma taxa de desconto equivalente a zero.

Entretanto, este primeiro problema pode ser facilmente corrigido através do uso de uma derivação do método, chamado de *Payback* Descontado. Este método é muito parecido com o anterior, porém corrige na sua aplicação o fato de não considerar o valor do dinheiro no tempo (BREALEY; MYERS, 1991). Neste formato, as entradas líquidas do projeto são descontadas à TMA e, assim, é calculado o novo período de recuperação de capital. Exceto esta diferença, as outras características que serão discutidas na seqüência permanecem praticamente iguais entre ambos os métodos.

A Tabela 5 demonstra outro problema presente no *payback*, considerado mais grave, que é o fato deste não levar em consideração os fluxos de caixa que vêm depois do período de retorno do investimento. Observa-se na Tabela 5 que há uma relativa diferença entre os ganhos totais de cada projeto. O projeto B é mais rentável que o projeto A, uma vez que retorna valores bem superiores aos do projeto A, entretanto, pelo método apresentado ele é preterido.

Outra deficiência do *payback* paira na subjetividade que ele apresenta, pois a escolha dos projetos está ligada diretamente ao ponto de corte, que por sua vez é estabelecido pela empresa. Esta característica torna o método frágil e pouco confiável. Entretanto, Smart *et al.* (2004) apresentam alguns pontos positivos sobre o método, incluindo a sua simplicidade e seu apelo intuitivo, ou seja, a identificação que muitos gestores têm com esta técnica.

Segundo Galesne *et al.* (1999), a simplicidade do método é que faz com que tantas empresas ainda o utilizem, inclusive algumas vezes como sendo o único critério para seleção de investimentos. Block (1997) acrescenta afirmando que a ênfase na liquidez e as pressões externas, como de órgãos financiadores, por exemplo, tornam o método preferido por algumas companhias. Estas afirmações são sustentadas por diversos outros estudos que apontam uma preferência de muitos gestores pelo método *payback*. A Tabela 1, apresentada no primeiro capítulo desta dissertação, demonstra um panorama geral das últimas décadas no que tange às técnicas de análise de investimentos. Nela nota-se que o método do *payback*, apesar de ter reduzido a sua participação como primeiro e único critério de avaliação nas empresas, ainda permanece como critério norteador relevante para a seleção de projetos. Esta constatação vai de encontro com o que foi sugerido por Fremgen (1973), que destaca que o *payback* não é um método de medição da rentabilidade do investimento, e assim, não deveria ser utilizado sozinho como um critério para a seleção de investimentos. Entretanto, em conjunto com outros métodos, ele pode servir como norteador ou até influenciar na decisão final.

2.2.4.5 Taxa de Retorno Contábil

A taxa de retorno contábil, ou taxa média de retorno, como também é conhecida esta técnica, baseia-se na divisão do valor médio dos lucros projetados, depois da retirada dos impostos e da depreciação, pelo investimento inicial realizado no projeto (GITMAN, 1976; GALESNE *et al.*, 1999; COPELAND *et al.*, 2005).

De acordo com Brealey e Myers (1991), este método é afetado por diversos defeitos, dentre eles o fato de levar em conta valores médios que não consideram o valor do dinheiro no tempo, além de depender de informações contábeis, ao invés de ser baseado em fluxos de caixa.

Smart *et al.* (2004) acrescentam a esta discussão o fato da Taxa de Retorno Contábil não fazer qualquer ajuste para considerar o risco envolvido no projeto. Aliado a isto, o método a ser utilizado para inserir a depreciação nesta taxa acaba tendo grande impacto tanto no numerador quanto no denominador da fórmula, podendo, então, influenciar nos resultados. Por último os autores contribuem afirmando que esta técnica é essencialmente subjetiva, dependendo muito do julgamento do tomador de decisão. Para finalizar, Brealey e Myers (1991) afirmam que, se a técnica de *payback* pode ser considerada ruim para avaliação de investimentos, então a técnica da taxa média de retorno deve ser considerada pior ainda.

2.2.4.6 Considerações finais sobre os métodos apresentados

De acordo Kim *et al.* (1986), o VPL é o método mais indicado para avaliação de investimentos, superando inclusive a TIR. Algumas explicações são apontadas por eles: (i) VPL é mais fácil de ser computado do que a TIR; (ii) se a meta principal da empresa é maximizar seu valor, o VPL leva a decisões corretas, enquanto que a TIR pode levar a decisões incorretas; (iii) um único projeto tem apenas um VPL estimado para uma determinada taxa de desconto; por outro lado, o mesmo projeto pode ter diferentes taxas internas de retorno; (iv) uma vez calculada, a TIR permanece sendo a mesma ao longo de todo o projeto. Por outro lado, taxas de retorno desiguais não apresentam problemas quando o método utilizado é VPL; e (v) a taxa de reinvestimento subentendida no VPL se aproxima do custo de oportunidade para reinvestimento, enquanto a taxa de reinvestimento subentendida na TIR não.

Porém, a Tabela 1 mostra uma grande preferência das empresas pelo método da TIR, como já fora comentado antes. Além disso, o método do *payback* aparece como sendo a

segunda técnica mais utilizada. A explicação dos autores dos estudos para isto é a simplicidade de interpretação de ambos os métodos e a familiaridade que os gestores já possuem com os mesmos.

O Índice de Lucratividade aparece nos estudos com baixo percentual de utilização, apesar de ser um método que considera o valor do dinheiro no tempo, fornecendo valores confiáveis. Por sua vez, a Taxa de Retorno Contábil, que aparece com índice relativamente alto no início dos anos 70, foi perdendo importância dentro do processo de seleção das empresas, e ultimamente é pouco utilizado.

A Figura 11 apresenta uma consolidação das principais características dos métodos abordados, e ajudará na identificação de qual o melhor método para cada situação de projeto.

CRITÉRIOS/ MÉTODOS	VPL	TIR	IL	Payback	Taxa de Retorno Contábil
Fácil de ser computado	sim	não	sim	sim	sim
Baseado no fluxo de caixa do projeto	sim	sim	sim	sim	não
Palpável e simples de ser interpretado	não	sim	não	sim	sim
Leva em conta riscos envolvidos no projeto	sim	não	sim	sim	não
Leva em conta o valor do dinheiro no tempo	sim	sim	sim	não/ sim	não
Apresenta apenas uma resposta para o problema	sim	não	sim	sim	sim
Apresenta problemas com a taxa de reinvestimento	sim	sim	sim	não/ sim	não
Incorpora no cálculo todo o fluxo de caixa do projeto	sim	sim	sim	não	não
Envolve julgamento arbitrário do gestor/ subjetividade	não	não	não	sim	sim

Figura 11 Comparação entre os métodos apresentados

Além do uso de métodos para avaliação econômica dos projetos, faz-se necessária a incorporação de fatores qualitativos na análise, e isso pode ser feito através do uso de técnicas de análise multicriterial, que serão apresentadas na sequência.

2.3 ANÁLISE MULTICRITERIAL

Conforme Casarotto Filho (2002, p.186), em análises de investimentos, especialmente naquelas que envolvem altos valores de capital e longos prazos de execução, os tipos de decisão acabam se tornando mais complexos, pois envolvem:

- a) Racionalidade limitada: não há curso predeterminado para a escolha da alternativa; existirão limites de conhecimento, e ocorrerá uma forte base de caráter qualitativo como critério;
- b) Multidecisor: de modo geral, as empresas apresentarão mais de um decisor envolvido no processo, sendo muitas vezes utilizado um conselho para a tomada de decisão;
- c) Incerteza: as variáveis envolvidas relacionam-se aos ambientes cultural, político, econômico e tecnológico, praticamente descartando-se até a possibilidade de se trabalhar com riscos, para se trabalhar com incertezas;
- d) Multicritério: uma grande quantidade de objetivos e políticas que terão caráter tanto qualitativo como quantitativo nortearão a decisão da empresa.

Esta última característica tem sido bastante discutida em estudos acadêmicos (FARRAGHER *et al.*, 1999; KIMURA; SUEN, 2003), sendo considerada essencial para que a seleção de investimentos seja feita da forma mais realista possível, levando em consideração aspectos qualitativos dos projetos, e não somente os quantitativos. Hastings (1996) salienta que os acadêmicos têm criticado bastante o uso de técnicas meramente econômicas, que acabam avaliando um projeto somente pelos seus retornos financeiros, sem considerar, por exemplo, a contribuição deste para que a empresa atinja sua missão.

Na área de Pesquisa Operacional, muitos métodos que incluem estes aspectos qualitativos no seu desenvolvimento vêm sendo implementados. Estes métodos, que apóiam a tomada de decisão através de múltiplos critérios, também conhecidos como *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM), possuem características particulares e trazem ao decisor uma nova discussão: qual deles é mais recomendado para determinada situação (GUGLIELMETTI *et al.*, 2003). A escolha do método muitas vezes paira na familiaridade do tomador de decisão com o mesmo, porém faz-se necessário destacar que eles servem para auxiliar a estruturação e composição de uma decisão, e não para induzir o gestor. Desta forma, devem ser escolhidos por suas características e pela adequação à decisão a ser adotada (GUGLIELMETTI *et al.*, 2003).

De acordo com Wernke e Bornia (2001, p.61), os métodos de análise multicriteriais estabelecem uma forma estruturada de julgamento acerca de diversos atributos de decisão, isto é, eles permitem ordenar alternativas segundo determinados critérios de decisão,

permitindo a incorporação da subjetividade na mesma. Os autores reafirmam a importância da realização da análise com a incorporação de atributos qualitativos uma vez que:

As decisões ótimas são aquelas que elevam o valor da empresa e o administrador necessita conhecer o impacto de cada decisão sobre o valor da empresa, ainda que de maneira subjetiva, pois este representa a ‘verdade relativa’ do instante da decisão.

Serão apresentados e discutidos a seguir três métodos de análise multicriterial, focando em suas utilizações práticas, entre eles o *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), o *Analytical Hierarchy Process* (AHP) e o *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC).

2.3.1 *Multiattribute Utility Theory* (MAUT)

Uma abordagem analítica muito usada para auxiliar a tomada de decisão envolvendo múltiplos critérios é o MAUT – *Multiattribute Utility Theory*. Este método permite que o decisor estruture um problema complexo em forma de uma simples hierarquia e avalie subjetivamente um número grande de aspectos, tanto qualitativos como quantitativos, podendo inclusive envolver a análise de risco e incerteza (MIN, 1994).

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2000), esta metodologia é uma das mais simples se comparada a outros métodos de análise multicriterial existentes, como o próprio AHP, que será posteriormente apresentado, e o Promethee, por exemplo.

Min (1994) esclarece que o primeiro passo para aplicar a metodologia MAUT é identificar os objetivos e as metas da decisão, assim como definir o escopo do problema. Logo após, o autor destaca a importância de ser definido um conjunto de atributos relevantes que afetam a decisão e estruturar estes em forma de uma hierarquia, chamada de árvore de valor. Casarotto Filho e Kopittke (2000) complementam a aplicação afirmando que deve ser realizada então a atribuição de pesos aos diversos atributos inseridos na hierarquia do problema e, logo após, deve-se dar notas ao desempenho das próprias alternativas frente a estes atributos. Feito isto, será considerada a melhor alternativa aquela que apresentar o maior somatório da relação peso \times notas, conforme Figura 12.

Objetivo	Atributos		Pesos dos Atributos	Notas das Alternativas		
				Alt. A	Alt. B	Alt. C
Escolha de um novo equipamento	Econômicos	Investimento Inicial	0,20	20	15	10
		Valor de Revenda	0,20	20	15	10
	Ambientais	Poluição Ambiental	0,30	5	12	20
	Desempenho	Velocidade de Produção	0,15	10	15	20
		Consumo de Energia Elétrica	0,15	20	10	8
TOTAL				14	13,35	14,2

Figura 12 Exemplo de análise da árvore de valor do método MAUT

Pode-se perceber que, através da multiplicação dos pesos dos critérios pelas notas das alternativas, a melhor alternativa do exemplo da Figura 12 é a C, que apesar de ter um desempenho pior quanto ao consumo de energia, apresenta um excelente desempenho no atributo Ambiental, que é justamente o atributo de maior peso para o tomador de decisão.

Os autores Min (1994) e Casarotto Filho e Kopittke (2000) ainda destacam que o método permite que seja realizada uma análise de sensibilidade após o desenvolvimento do método por completo. Nesta análise é possível variar valores como pesos e notas e, assim, observar o impacto destas mudanças no resultado final da análise.

A vantagem do MAUT frente aos outros métodos existentes para o fato de que este proporciona uma avaliação mais abrangente, onde inúmeras alternativas podem ser comparadas, chegando a avaliar cerca de 500 alternativas, número muito superior ao método AHP, por exemplo (MIN, 1994). Além disso, ele é considerado um método transparente, de fácil aplicação, pois o próprio decisor pode operar seu modelo, conferindo os pesos e as notas atribuídas, e envolve operações matemáticas simples, como adição e multiplicação, fazendo dele uma técnica de análise multicriterial de amplo entendimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000).

Entre suas desvantagens, o MAUT pode ser descrito como um método que não confronta diretamente as diversas alternativas de solução do problema. Aliado a isto, o somatório da relação pesos \times notas pode fugir à sensibilidade do decisor e uma modificação sutil nos pesos dos atributos pode escapar da percepção do decisor (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000).

Outra deficiência do método para sobre a questão da meta mínima estabelecida para os critérios. Isto é, o MAUT não apresenta a possibilidade de se estipular uma nota mínima exigida para um determinado critério, fazendo com que uma alternativa somente possa ser considerada ótima caso apresente uma nota igual ou superior à meta estabelecida para o critério avaliado. Esta deficiência faz com que o método possa indicar como solução uma

alternativa que, apesar de possuir bom desempenho na maioria dos critérios, sacrifique por demais determinado quesito (FINGER, 2002). Tal situação poderá comprometer o tomador de decisão em uma situação futura.

Entretanto, esta última característica pode ser amenizada caso o resultado do MAUT fosse calculado a partir da média geométrica do produto dos pesos e notas atribuídos a cada alternativa. Fazendo isto, retomando o exemplo apresentado na Figura 12, a decisão final passaria da escolha da alternativa C para a alternativa B, penalizando as alternativas com escores muito baixos em algum dos atributos.

2.3.2 *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

O método conhecido como *Analytical Hierarchy Process* (AHP) foi desenvolvido por Thomas Saaty, no início dos anos 70, sendo aperfeiçoado ao longo de suas aplicações. Este método é uma importante ferramenta para o auxílio à tomada de decisão, pois consegue envolver em sua modelagem aspectos tanto quantitativos como qualitativos (SAATY, 1991; VAIDYA; KUMAR, 2006).

O AHP trabalha a partir de comparações paritárias, onde os diferentes aspectos são confrontados entre si, resultando em uma priorização dos mesmos. Para isto, faz-se necessário a hierarquização dos critérios para tornar possível a comparação da influência de cada um no resultado final. De acordo com Saaty (1991), a vantagem da utilização de uma estrutura hierárquica paira sobre a possibilidade do entendimento dos níveis mais altos a partir das interações dos diversos níveis da hierarquia. Além disso, esta estrutura pode ser considerada estável, pois pequenas modificações não surtem efeito grande na hierarquia, e flexível, pois quando bem estruturada, a hierarquia não é perturbada por possíveis adições.

O autor do método ainda salienta que não existe uma técnica específica para definição da hierarquia. A forma de fazê-la é realizar uma sessão livre de *brainstorming*, onde devem ser listados os aspectos relevantes para a realização de um investimento na empresa, conforme apresenta a Figura 13, onde estão discriminados os quesitos que influenciam na satisfação dos alunos com a escola. É possível perceber que as três alternativas A, B e C são comparadas seguindo seus desempenhos frente aos quesitos estabelecidos como pontos-chave para que a satisfação do aluno seja atingida da melhor forma possível.

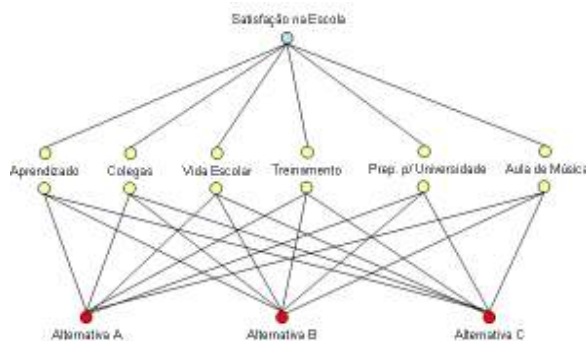


Figura 13 Hierarquia para tomada de decisão da melhor escola
Fonte: adaptado de Saaty (1991)

Para realizar tal comparação, faz-se necessário, primeiro, comparar par-a-par os critérios considerados importantes para a satisfação do aluno, como aprendizado, treinamento, etc. O método AHP trabalha com uma escala para determinar a intensidade de importância que um critério tem frente a outro. De acordo com esta escala, quando dois critérios, por exemplo, Aprendizado e Colegas, forem iguais em importância, será atribuído a este par o valor 1. Caso o critério Colegas seja pouco mais importante que Aprendizado o valor dado será 3. Se Colegas for muito mais importante, fortemente importante ou absolutamente mais importante que Aprendizado, os valores devem ser, respectivamente, 5, 7 e 9. Os números 2, 4, 6 e 8 são usados para associar ao par um julgamento levemente diferente. Na Figura 14 pode-se perceber que o tomador de decisão considera o aprendizado pouco mais importante que a preparação para a universidade e considera os colegas como sendo fortemente mais importantes que a vida escolar, por exemplo.

Quesitos	Aprendizado	Colegas	Vida Escolar	Treinamento	Prep. p/ Universid.	Aula de Música
Aprendizado	1	4	3	1	3	4
Colegas	1/4	1	7	3	1/5	1
Vida Escolar	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/6
Treinamento	1	1/3	5	1	1	1/3
Prep. p/ Universid.	1/3	5	5	1	1	3
Aula de Música	1/4	1	6	3	1/3	1

Figura 14 Matriz de comparação das características do método AHP
Fonte: adaptado de Saaty (1991)

Feito isto, o segundo passo do método é analisar as alternativas frente aos quesitos acima trabalhados, comparando novamente par-a-par as alternativas no que tange seus desempenhos, conforme mostra a Figura 15. De acordo com o tomador de decisão, a alternativa A é inferior às outras escolas no quesito Aprendizado e a escola C é inferior a B no

mesmo quesito. Por sua vez, ao analisar o critério Colegas nas três opções de escola, percebe-se que o tomador de decisão considera que todas as escolas apresentam igualdade de desempenho (SAATY, 1991).

Quesitos Alternativas	Aprendizado			Colegas		
	A	B	C	A	B	C
A	1	1/3	1/2	1	1	1
B	3	1	3	1	1	1
C	2	1/3	1	1	1	1

Figura 15 Matriz de comparação das alternativas do método AHP
Fonte: Saaty (1991)

Tendo todas as matrizes preenchidas, sendo uma matriz para a comparação paritária entre critérios e outras n matrizes para a comparação paritária das alternativas frente aos n critérios, estas devem ser diagonalizadas e como resultado destas diagonalizações surgirá um vetor de prioridades dos critérios e outros vetores de prioridades das alternativas. A partir do cruzamento destes vetores será possível encontrar o peso de cada alternativa e definir a escolha baseada no melhor desempenho das mesmas (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2000).

Um ponto importante a ser observado neste método é a consistência existente entre as relações paritárias analisadas. Saaty (1991) define inconsistência como sendo uma violação de proporcionalidade que pode ou não significar violação de transitividade de preferência. O autor ainda salienta que o importante não é a presença ou não da inconsistência, mas sim sua representatividade numérica. O método AHP considera um índice de até 0,10 para a razão da inconsistência aceitável.

Segundo o autor do método, para que se possa determinar o valor desta razão de consistência (RC), faz-se necessário primeiro calcular o valor do autovalor máximo ou principal, conhecido como λ_{\max} . Este autovalor é calculado através da diagonalização da matriz de comparação. Quanto mais próximo λ_{\max} for de n (número de itens considerados na matriz), mais consistente será o resultado. A partir do resultado deste autovalor máximo, pode-se estimar o Índice de Consistência (IC) da matriz, conforme Equação (10), e a Razão de Consistência da mesma, segundo a Equação (11) (SAATY, 1991).

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (10)$$

onde:

IC = índice de consistência da matriz;

λ_{\max} = autovalor máximo;

n = número de itens considerados na matriz.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (11)$$

onde:

RC = razão de consistência da matriz;

IR = índice randômico, correspondendo a um valor tabelado, que depende do número de itens comparados na matriz, conforme Tabela 6.

Tabela 6 Índice Randômico para matrizes de 1-15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1991)

Segundo Vaidya e Kumar (2006), o AHP é um dos métodos de apoio à decisão mais disseminados e utilizados pelos gerentes das empresas. Os autores realizaram um estudo sobre as aplicações do AHP publicadas até o ano de 2004 e encontraram a utilização do método para os seguintes fins: (i) seleção; (ii) avaliação; (iii) análise benefício/custo; (iv) alocação de recursos; (v) planejamento e desenvolvimento; (vi) priorização e ranqueamento; (vii) tomada de decisão; (viii) *forecasting*; e (ix) medicina.

Entretanto, para a utilização do método AHP em problemas de alocação de recursos precisa-se agregar ao método mais uma etapa, onde se deve computar a razão entre o benefício avaliado através do método e o custo dos projetos. A decisão sobre qual investimento selecionar será tomada para aquele projeto que apresentar o valor de razão mais elevado (SAATY, 1991).

Entre as vantagens do AHP destaca-se sua flexibilidade, pois o método pode ser empregado juntamente com outras ferramentas, tornando-se adequado à estrutura de cada empresa. Hastings (1996) apresenta o *Strategy Evaluation Model*, que é constituído de três técnicas diferentes para avaliação da empresa: a programação tabular, o AHP e medidas quantitativas convencionais. A partir deste modelo híbrido, o autor consegue avaliar o alinhamento da empresa com seus objetivos traçados na estratégia, através da consideração de

aspectos quantitativos, qualitativos, assim como restrições financeiras e temporais, por exemplo.

Outro modelo híbrido, desenvolvido para a análise de investimentos, foi apresentado por Rabbani *et al.* (2005). Os autores desenvolveram um modelo utilizando o AHP e o DEA (*Data Envelopment Analysis*) conjuntamente, com o objetivo de desenvolver uma técnica de fácil aplicação. Rabbani *et al.* (2005) sustentam a escolha do AHP para fazer parte do modelo, pois este método permite ao decisor incorporar à análise sua experiência e seu conhecimento de uma forma intuitiva e natural, através do ranqueamento dos atributos e das alternativas. Já o método DEA foi escolhido pelos autores por fornecer uma análise de eficiência de cada projeto, permitindo que atributos quantitativos e qualitativos pudessem ser considerados durante a avaliação. Um maior aprofundamento sobre o DEA pode ser encontrado nos trabalhos de Adler *et al.* (2002) e Barros e Garcia (2006).

Salomon *et al.* (1999) também avaliaram, através de estudos já publicados, as vantagens de utilização do AHP frente a outros métodos existentes, como o MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), o TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) e o FDA (*Fuzzy Decision Approach*). De acordo com os autores, o método AHP não perde em resultado para nenhum dos métodos citados, sendo consideradas entre suas maiores vantagens o fato de forçar o decisor a pensar na decisão de uma maneira lógica (através da hierarquia) e o fato de permitir a verificação de inconsistências nos seus julgamentos. Entre as desvantagens destacadas pelo estudo está o limite máximo aconselhado de 9 elementos para comparação em uma matriz.

Além destas vantagens, os pesquisadores Beltron e Gear (1982) elucidam uma discussão sobre um pequeno grau de imprecisão presente no AHP no momento da especificação de quais fatores devem ser levados em conta ao determinar os pesos relativos. De acordo com os autores, o método AHP possui uma deficiência na sua formulação ao considerar os pesos paritários, uma vez que, em alguns casos, a priorização das alternativas pode variar de ordem, sem que os critérios sejam alterados. Esta deficiência é conhecida no ramo da Pesquisa Operacional como **rank reversal**. A anomalia detectada paira no conceito, algumas vezes ambíguo, do termo ‘peso’, quando este é alocado às diferentes alternativas. O vetor normalizado resultante das matrizes pode causar distorções nos resultados, dependendo de como o decisor age no momento de determinar a relação de importância das alternativas frente aos critérios. Eles concluem que ao utilizar o método deve-se tomar cuidado ao analisar e atribuir pesos às comparações, prevendo que possíveis modificações nas alternativas podem requerer uma nova avaliação nos pesos paritários. Complementando esta discussão, Boucher

et al. (1997) afirmam que os pesos no AHP devem ser uma porção do nível médio do valor das alternativas em cada critério e que nenhuma outra suposição diferente desta fará sentido sob a perspectiva econômica.

Entretanto, Gass (2005) afirma que a ocorrência do *rank reversal*, que é função de como o problema de decisão é formulado, pode ser contornada através de uma boa modelagem inicial e que o uso do método AHP é extremamente recomendado para diversas situações de tomada de decisão que exigem a consideração de múltiplos critérios.

O que comprova esta afirmação é o fato de que o AHP vem sendo efetivamente utilizado por diversos autores para solução de problemas variados. Matos e Moura (2003) utilizaram esta metodologia para refinar o cálculo do custo de capital próprio de uma empresa. De acordo com os autores, o AHP permitiu que novos aspectos fossem incorporados à análise, e que não somente aspectos econômico-financeiros do risco fossem considerados. Desta forma, foi possível avaliar a influência de fatores sistemáticos, operacionais, financeiros, estratégicos, de recursos humanos e administrativos no custo de capital da empresa, assim como a contribuição de cada um para a formação do índice final.

Da mesma maneira, outros estudos podem ser destacados pelo uso do AHP para a solução de problemas variados, como Fogliatto e Guimarães (2004) que aplicaram um método híbrido de AHP e QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para a seleção da melhor alternativa para componentes de postos de trabalhos em empresas. Outros exemplos vêm do estudo de Chen *et al.* (2006), que aplicaram o AHP para determinação de um *mix* de novos produtos que levasse a empresa a um acréscimo de desempenho no mercado, e Hemaida e Schmitz (2006), que utilizaram esta ferramenta para a seleção de vendedores em uma empresa fabricante de tanques.

2.3.3 *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC)

Boucher e MacStravic (1991) desenvolveram um método de análise multicritério para a tomada de decisão de investimentos, baseado no método AHP apresentado anteriormente. Este método, chamado *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC), foi desenvolvido no intuito de ser outra opção de metodologia, uma vez que o AHP pode muitas vezes não ser ideal para este tipo de análise. Kimura e Suen (2003) destacam que o NCIC é uma ferramenta apropriada para decisões financeiras, uma vez que incorpora a análise multicritério em termos de valores monetários, fazendo uso do conceito de VPL, muito utilizado pelas empresas para a tomada de decisões financeiras.

Boucher *et al.* (1997) apresentam esta nova metodologia, salientando algumas de suas diferenças frente ao AHP, apesar de destacarem a grande semelhança entre ambas as técnicas. Em primeiro lugar, o NCIC não é um método modelado através de uma hierarquia, pois seus níveis de análise são dispostos de forma diferenciada, sendo o segundo nível especificamente formado pelas alternativas e o terceiro nível sendo, então, desdobrado em categorias contendo critérios, que compõem o último nível da árvore, conforme Figura 16.

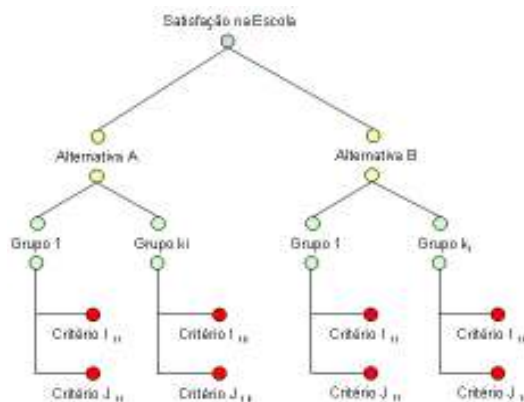


Figura 16 Estrutura e níveis da análise pelo método do NCIC
Fonte: adaptado de Boucher *et al.* (1997)

Outra característica interessante é o fato de que este método não demanda que custos e benefícios sejam trabalhados em matrizes separadas, como especifica o AHP. Gogus e Boucher (1998) ainda destacam que o NCIC preserva a análise de consistência presente no método AHP, o que é uma vantagem interessante frente a outros métodos de análise multicriterial, uma vez que permite ao decisor verificar a qualidade das comparações paritárias realizadas.

Da mesma forma que o AHP, os dados a serem trabalhados surgem de comparações paritárias de um nível da estrutura com o seu nível diretamente acima, utilizando a mesma escala de Saaty (1991). Entretanto, estas comparações são realizadas de outra forma, pois são feitas apenas entre critérios dentro de cada categoria e o critério Benefício Anual (ou VPL) é incorporado em cada matriz de comparação paritária. Fazendo isto, os atributos poderão ser interpretados de forma monetária, permitindo ao gestor justificar o resultado final da análise (Boucher *et al.*, 1997). Ou seja, percebe-se que o NCIC é um método que busca encontrar o valor agregado dos critérios qualitativos dentro de cada alternativa de investimento.

Kimura e Suen (2003) destacam que, para ser feita a comparação paritária em termos monetários, pode-se estabelecer um chamado caso-base. Este caso-base seria a representação

fictícia de uma alternativa envolvendo os mesmos critérios, porém em condições muito diferentes, considerando a ocorrência da pior hipótese em cada critério. Segundo os autores, esta é uma forma de se incorporar à análise somente os atributos que agregam valor ao projeto, isto é, que são positivos à empresa, desconsiderando-se os atributos negativos. Entretanto, existem critérios negativos que influenciam diretamente o desempenho de uma alternativa, e como tal é muito importante suas incorporações à análise multicriterial.

Com as matrizes semelhantes às do método AHP determinadas pelos gestores, e o peso de cada critério já normalizado, gerando o vetor final, pode-se associar a importância relativa do VPL frente aos outros critérios que agregam ou não valor à alternativa estudada. Para isto, deve-se calcular o chamado Valor Presente Total (VPT) da alternativa, dividindo o VPL resultante da análise econômica pelo peso gerado a partir das comparações paritárias deste com os critérios qualitativos, conforme mostra a Equação (12) (BOUCHER; MACSTRAVIC, 1991).

$$VPT = \frac{VPL}{w_{VPL}} \quad (12)$$

onde:

VPT = valor presente total da alternativa;

VPL = valor presente líquido da alternativa;

w_{VPL} = peso do critério financeiro (no caso VPL).

O valor VPT para cada alternativa será utilizado para transformar os pesos não-financeiros, resultantes das comparações paritárias, em valores financeiros, quantificáveis, conforme a Equação (13).

$$VA_i = w_i^* \times VPT \quad (13)$$

onde:

VA_i = valor agregado do critério i na alternativa estudada;

w_i^* = peso do critério i na alternativa estudada.

Assim, a seleção do investimento será por aquela alternativa que gerar maior valor para a empresa. Este valor é computado através da soma do VPL gerado pelo projeto e os

valores dos seus critérios não-financeiros (calculados pela Equação (13)), resultando no VPL agregado do projeto (VPL_A), conforme segue na Equação (14).

$$VPL_A = \sum_{i=1}^n VA_i + VPL \quad (14)$$

onde:

VPL_A = valor presente líquido agregado da alternativa;

n = número de critérios comparados em cada alternativa.

Em caso da ocorrência de atributos qualitativos com impactos negativos, seus VAs deverão ser valores negativos, proporcionando uma queda no resultado final do projeto.

O detalhamento acrescido de um exemplo da aplicação do método NCIC seguem apresentados no Apêndice A.

2.3.4 Considerações finais sobre os métodos apresentados

A Figura 17 apresenta uma consolidação das características discutidas no que tange às técnicas de análise multicriterial abordadas. Percebe-se que as características do método AHP e do NCIC são bastante semelhantes, pois o último método pode ser considerado uma derivação do AHP, especialmente aplicado para a tomada de decisão econômica. Desta forma, algumas críticas feitas ao método AHP cabem também ao NCIC.

Crítérios / Métodos	MAUT	AHP	NCIC
Simple aplicação	sim	não	não
Possui flexibilidade	sim	sim	sim
Possui estrutura hierárquica	sim	sim	não
Apresenta subjetividade na solução	sim	não	não
Envolve análise de risco e incerteza	sim	sim	sim
Apresenta a ocorrência do <i>rank reversal</i>	não	sim	não
Verifica a consistência das comparações	não	sim	sim
Apresenta problemas com a meta mínima	sim	sim	sim
Possui escala fixa para avaliação dos critérios	não	sim	sim
Específico para tomada de decisão em investimentos	não	não	sim
Confronta as alternativa partir de comparações paritárias	não	sim	não
Confronta os critérios a partir de comparações paritárias	não	sim	sim
A relação benefício e custo é trabalhada na mesma matriz	sim	não	sim
Permite o envolvimento de um grande número de alternativas	sim	não	não
Exige recursos computacionais para problemas mais complexos	não	depende	depende

Figura 17 Comparação entre os métodos multicriteriais apresentados

Para que a análise e a avaliação de investimentos dentro de uma empresa sejam feitas da maneira mais realista possível, faz-se necessário acrescentar à discussão a possibilidade de racionamento de capital por parte dos recursos da empresa. Fremgen (1973) define racionamento de capital como a situação em que a empresa não tem e não pode obter capital suficiente para realizar todos os investimentos disponíveis para ela. Isto é, o racionamento de capital exige que o gestor rejeite alguns projetos de investimento, mesmo que eles atinjam suas metas de rentabilidade. Desta forma, para negar alguns investimentos, o gestor deve encontrar algum meio razoável para realizar a comparação entre as várias alternativas. Um meio possível para isto é a utilização de modelos matemáticos, que proporcionam a quantificação dos critérios importantes para a empresa em termos numéricos, permitindo a modelagem do problema e, conseqüentemente, a determinação de um portfólio ótimo de investimentos, o que será discutido a seguir.

2.4 PROGRAMAÇÃO LINEAR

A Pesquisa Operacional (PO) pode ser considerada uma disciplina relativamente nova, sob o ponto de vista histórico. Isto porque o surgimento da PO ocorreu na época da Segunda Guerra Mundial, quando britânicos solicitaram a estudiosos do seu país, como físicos, biólogos e matemáticos, que desenvolvessem soluções para determinados problemas de alocação de recursos, por exemplo.

A criação de uma ferramenta como a PO permitiu, naquela época, que armamentos novos sem suficiente testagem fossem utilizados de forma otimizada, maximizando sua eficiência. Este e outros trabalhos de cunho militar foram conduzidos pelo professor P. M. S. Blackett, da Universidade de Manchester, Prêmio Nobel de Física, e sua equipe, formada por profissionais multidisciplinares (VON ELLENRIEDER, 1971).

Sabendo disto, o termo Pesquisa Operacional, muitas vezes pouco compreendido, parece fazer mais sentido, visando o contexto de seu surgimento. Entretanto, alguns autores como Wagner (1986) discutem a apropriação deste título com o que é desenvolvido atualmente, alegando que a PO hoje em dia é aplicada em áreas mais diversas do que antigamente, fazendo com que o nome Pesquisa Operacional não seja tão representativo.

A Pesquisa Operacional, então, é definida por Wagner (1986) como “[...] uma abordagem científica à resolução de problemas para administração executiva”. Desta maneira, o autor ressalta que a PO envolve a construção de descrições ou modelos matemáticos, econômicos e estatísticos para auxiliar à tomada de decisão em situações complexas e

incertas, e a análise das relações que determinam as conseqüências prováveis de ações futuras, visando calcular o mérito de cada uma destas ações.

Ravindran *et al.* (1986, p.3) apresentam outra definição semelhante para PO, estabelecida pela Sociedade de Pesquisa Operacional da Inglaterra:

A Pesquisa Operacional consiste na aplicação de métodos científicos em problemas complexos indicando a direção e a gestão de grandes sistemas de homens, máquinas, materiais e recursos em indústrias, empresas, governos e defesa. A abordagem particular é desenvolver um modelo científico de um sistema, incorporando medidas de fatores como chance e risco, com o qual se possa prever e comparar resultados de decisões alternativas, estratégias e controles. A proposta é ajudar o gerenciamento a determinar suas políticas e ações cientificamente.

A partir destas definições percebe-se que a Pesquisa Operacional também pode ser descrita como uma ciência de apoio à decisão. Isto, é, pode-se dizer que a tomada de decisão é um ponto central em todos os problemas de PO e que o objetivo definido em todos os problemas a serem resolvidos envolve uma decisão final (WINSTON, 1991). Esta definição justifica o uso intenso da PO em diversas áreas, assim como a escolha da utilização desta disciplina para a análise e seleção de um portfólio de investimentos que maximize os ganhos da empresa.

Para que um problema possa ser classificado como um problema típico de Pesquisa Operacional, este deve conter as seguintes características (WAGNER, 1986, p.3):

- a) Foco primário na tomada de decisão: os resultados da análise devem ter implicações diretas e inequívocas para a ação executiva;
- b) Uma avaliação baseada em critérios de eficácia econômica: uma comparação das várias ações possíveis deve ser baseada em valores mensuráveis, que reflitam inequivocamente o futuro bem-estar da organização. Estas medidas podem ser custos variáveis, fluxos de caixa, rendimentos, entre outros;
- c) Confiança em um modelo matemático formal: os procedimentos para manipular os dados devem ser explícitos, para que outro analista tenha a capacidade de entendê-los e encontrar os mesmos resultados;
- d) Dependência de um computador eletrônico: de acordo com o autor, esta característica não é essencialmente necessária; entretanto, muitos problemas de PO exigem grandes cálculos matemáticos, com grande volume de dados, o que faz com que aplicativos computacionais sejam de grande ajuda para a sua resolução.

A solução de um problema de Pesquisa Operacional, de modo geral, envolve o desenvolvimento de um modelo matemático, que se chama de programação matemática. Um problema de programação matemática é um problema de otimização no qual o objetivo e as restrições são expressas como funções matemáticas (BRONSON, 1985). Esta programação matemática, por sua vez, não é destinada a resolver todos os problemas, pois suas limitações surgem diretamente das hipóteses básicas que o modelo apresenta (VON ELLENRIEDER, 1971).

Um caso específico da programação matemática que será utilizado neste trabalho de pesquisa é a Programação Linear. Esta é muito utilizada na solução de problemas baseados em otimizações lineares, fazendo uso equações lineares para traduzir um problema físico específico em linguagem matemática (WAGNER, 1986; WINSTON, 1991).

De acordo com Ravidran *et al.* (1986), a técnica de programação linear é vastamente utilizada para resolver problemas econômicos, industriais, militares e até sociais. Isto se deve a três razões basicamente: (i) uma grande variedade de problemas em diversos campos de atuação pode ser representada, ou ao menos aproximada, em forma de modelos de programação linear; (ii) está à disposição dos gestores uma série de técnicas que permitem resolver problemas de programação linear com grande eficiência; e (iii) modelos de programação linear permitem certa facilidade de variação dos dados, proporcionando realizar análises de sensibilidade do modelo estudado.

Segundo Ackoff e Sasieni (1971), para a resolução de um problema envolvendo a programação linear, cinco fases são necessárias: (i) formulação do problema; (ii) construção do modelo; (iii) obtenção da solução; (iv) teste do modelo e avaliação da solução; e (v) implantação e acompanhamento da solução. A formulação do problema, por sua vez, é uma das fases mais decisivas para sua posterior resolução, pois toda a análise de possibilidades que será realizada, será baseada na mesma. Ravindran *et al.* (1986) e Winston (1991) apresentam os três passos necessários para dar início à formulação:

- a) Identificação das variáveis desconhecidas a serem determinadas (chamadas de variáveis de decisão) e representação das mesmas em termos algébricos: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.
- b) Identificação do objetivo do problema e representação do mesmo como forma de uma função linear das variáveis de decisão, chamada de função objetivo. Esta função poderá ser maximizada ou minimizada, conforme apresentam as Equações (15) e (16).

$$\text{Max } Z = c_1 \times x_1 + c_2 \times x_2 + \dots + c_n \times x_n \quad (15)$$

$$\text{Min } Z = c_1 \times x_1 + c_2 \times x_2 + \dots + c_n \times x_n \quad (16)$$

- c) Identificação de todas as restrições do problema e representação destas como forma de equações e inequações lineares, sendo todas em função das variáveis de decisão descritas anteriormente, conforme as Equações (17), (18) e (19).

$$a_{11} \times x_1 + a_{12} \times x_2 + \dots + a_{1n} \times x_n \leq b_1 \quad (17)$$

$$a_{21} \times x_1 + a_{22} \times x_2 + \dots + a_{2n} \times x_n \geq b_2 \quad (18)$$

$$a_{m1} \times x_1 + a_{m2} \times x_2 + \dots + a_{mn} \times x_n = b_m \quad (19)$$

2.4.1 Programação linear para auxílio à tomada de decisão em investimentos

Quando o problema a resolver se trata de uma decisão de investimentos, a modelagem linear deve buscar a maximização da função objetivo que, por sua vez, é expressa através do Valor Presente Líquido dos futuros fluxos de caixa correspondentes a qualquer combinação dos projetos de investimentos selecionados (BAUMOL; QUANDT, 1965; WAGNER, 1986). Esta maximização é limitada por restrições, que muitas vezes envolvem o racionamento de capital, pois de um modo geral há mais projetos do que recursos disponíveis para executá-los.

Lorie e Savage (1955) e Weingartner (1963) foram três dos primeiros autores a discutirem a formulação de problemas de tomada de decisão em investimentos, na forma de um problema de programação linear. Em seus estudos eles apresentaram a estrutura que até hoje é muito utilizada para modelar problemas envolvendo aplicação de capitais.

Esta estrutura apresenta a função objetivo do problema como sendo a maximização dos VPLs proporcionados pelos investimentos que concorrem entre si (Equação (20)). As restrições envolvidas em um problema de decisão financeira são referentes ao uso do capital, que pode ser limitado, como já fora discutido anteriormente (Equação (21)), e as restrições de não-negatividade (Equação (22)).

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n \sum_{t=0}^h \left[\frac{a_{jt}}{(1+i)^t} \right] \times x_j \quad (20)$$

s.a:

$$\sum_{j=1}^n b_{jt} \times x_j \leq M_t \quad (21)$$

$$x_j \geq 0 \quad (22)$$

onde:

a_{jt} = fluxo de caixa de uma unidade do projeto j durante o período t ;

x_j = número de vezes que o projeto j poderá ser realizado;

b_{jt} = quantia usada por uma unidade do projeto j , durante período t ;

M_t = capital disponível para o período t .

Logo após o surgimento desta modelagem específica, algumas críticas ao modelo foram surgindo, através de trabalhos publicados por Baumol e Quandt (1965) e por Carleton (1969). As críticas dizem respeito a deficiências do modelo inicial, que não discute a interdependência ou exclusividade dos projetos e não apresenta a possibilidade que recursos não utilizados em um período possam ser resgatados em períodos posteriores. Aliado a isto, a modelagem de Weingartner (1963) desconsidera a possibilidade da empresa requerer algum tipo de financiamento, o que acaba gerando um problema considerado pelos críticos ainda maior, pois não é discutida a taxa de desconto correta a ser utilizada no modelo, uma vez que a entrada de possíveis financiamentos pode influenciar diretamente neste quesito.

Sendo assim, Baumol e Quandt (1965) sugeriram um modelo diferente do proposto por Weingartner, fazendo uso também da programação linear, que busca maximizar os ganhos dos acionistas, provendo ao investidor a otimização dos dividendos da empresa. Para isto, a função objetivo deste novo modelo implica na divisão dos pagamentos dos dividendos devidamente descontados, usando a utilidade marginal como o fator de desconto apropriado. As restrições deste novo modelo ficam por conta da disponibilidade de capital existente na empresa.

Weingartner (1966), por sua vez, sustenta sua modelagem rebatendo aos autores suas críticas, apoiando seu modelo, que apesar de algumas deficiências, proporciona auxílio à tomada de decisão dos gestores e permite que muitas das críticas feitas sejam consideradas em sua modelagem, através das restrições.

Entretanto, apesar do modelo sugerido por Baumol e Quandt incorporar o conceito da função utilidade na formulação do problema, Myers (1972) destaca que param por aí as

diferenças entre os modelos destes autores e de Weingartner, destacando que são modelos que proporcionam abordagens diferentes e resultados semelhantes.

Baumol e Quandt (1965) discutem ainda situações onde as variáveis independentes não podem assumir valores quebrados, ou seja, não inteiros. Isto faz com que a Programação Inteira também seja recomendada e amplamente utilizada para a solução de problemas que envolvem a decisão de investimentos.

Canada *et al.* (1996), Casarotto Filho e Kopittke (2000) e Kliemann (2006) demonstram a possibilidade de incorporação de outras restrições que não somente a orçamentária e a de não-negatividade. A modelagem de restrições, como a relação de interdependência entre projetos, por exemplo, se faz necessária principalmente quando o objeto de decisão trata-se de um portfólio de investimentos. A Equação (23) apresenta uma sugestão para modelagem, com variáveis de decisão binárias, da relação de mútua exclusividade de projetos, que ocorre quando um projeto i somente poderá ser selecionado caso outro projeto j não seja selecionado (CANADA *et al.*, 1996).

$$x_i + x_j \leq 1 \quad (23)$$

onde:

x_i = variável relativa à realização do projeto i ;

x_j = variável relativa à realização do projeto j .

A Equação (24) apresenta a modelagem, com variáveis de decisão binárias, da relação de interdependência, ou contingência, entre projetos, onde um projeto i só poderá ser selecionado caso o projeto j também seja eleito (KLIEMANN, 2006).

$$x_i - x_j \leq 0 \quad (24)$$

onde:

x_i = variável relativa à realização do projeto i ;

x_j = variável relativa à realização do projeto j .

Outro ponto destacado por Chateau (1973) é que, apesar do objetivo principal de um problema que envolve decisões financeiras ser a maximização dos lucros e do retorno ao investidor, não necessariamente pode-se generalizar afirmando que um problema financeiro é

unidirecional e possui somente um objetivo. Sabendo disto, Charnes e Cooper (1961) introduziram à Pesquisa Operacional a utilização de uma nova forma de resolver problemas que envolvem mais de um objetivo, chamada de Programação por Objetivos (PPO), ou *Goal Programming*.

Assim como um problema que envolve a programação linear, a programação por objetivos também busca otimizar um problema sujeito a algumas restrições. Entretanto, esta última programação apresenta uma função objetivo multidimensional, que busca minimizar o desvio de determinadas metas estabelecidas (CHARNES; COOPER, 1961). Wernke e Bornia (2001) destacam que a PPO distingue-se da PL, uma vez que a segunda busca uma solução ótima, enquanto que a primeira busca uma solução satisfatória, reconhecida como a melhor solução possível, dentro de certas circunstâncias. Desta forma, a função objetivo em um problema solucionado por programação por objetivos apresenta a formulação mostrada na Equação (25) (HAWKINS; ADAMS, 1974).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n (d_i^+ + d_i^-) \quad (25)$$

onde:

d_i^+ = desvio acima dos objetivos;

d_i^- = desvio abaixo dos objetivos;

n = número de objetivos no modelo.

De acordo com Hawkins e Adams (1974), este modelo permite que o gestor faça um ranqueamento dos objetivos de acordo com a sua importância relativa para a organização, ou de acordo com uma necessidade específica. Este ranqueamento é dado a partir de um peso associado a cada desvio na função objetivo. Como o objetivo será minimizar o desvio, quanto maior o peso, mais importante será sua priorização.

2.4.2 Programação linear e fatores multicriteriais

Segundo Ghodsypour e O'Brien (1998), existem duas formas de utilizar a programação linear para resolver problemas que envolvem a tomada de decisão. A primeira forma é desenvolver uma programação com objetivo singular, onde a programação realizada é a linear ou a inteira. Neste caso, apenas um critério é considerado na função objetivo, sendo

os outros critérios utilizados nas restrições do problema, como visto anteriormente. A outra forma é desenvolver uma programação de múltiplos objetivos, neste caso utilizando a própria programação por objetivos, onde demais critérios podem ser inseridos na função objetivo. Entretanto, ambos os tipos de programação apresentam uma falha, pois não levam em consideração aspectos qualitativos envolvidos nos problemas.

Uma solução para este problema é a utilização conjunta de métodos de análise multicriterial e de programação matemática. Conforme Stannard e Zahir (2006), desde da década de 80 já se encontram registros de estudos que utilizaram a programação linear, em específico, juntamente com métodos multicriteriais, como o AHP, para a solução de diversos tipos de problemas.

Um exemplo destes estudos pode ser encontrado no trabalho desenvolvido por Ghodsypour e O'Brien (1998), que buscou aplicar conjuntamente a metodologia do AHP, que trabalha com critérios qualitativos do problema, e a programação linear, para a seleção dos fornecedores de uma empresa. Para isto, foram levantados primeiramente os critérios que a empresa considerava importantes no momento da escolha de um fornecedor, assim como quais eram as opções de fornecedores da mesma. A partir daí, foi aplicado o AHP para os critérios e as alternativas, resultando em um ranqueamento final de fornecedores. Este valor priorizado serviu como coeficiente da função objetivo, sendo acrescentadas ao modelo restrições como capacidade de fornecimento de cada alternativa, demanda de mercado, qualidade, entre outras.

Segundo estes autores, entre as vantagens da utilização do método AHP de análise multicriterial em conjunto com a programação linear estão:

- a) Tanto aspectos tangíveis quanto intangíveis podem ser incluídos na análise;
- b) As estratégias da empresa podem refletir nas atividades desenvolvidas, como no caso deste estudo, nas atividades de compra;
- c) Usando dados reais, o cálculo é simplificado e a consistência do sistema é cada vez mais aprimorada;
- d) Usando comparações paritárias, há redução da dependência do sistema pelo julgamento humano;
- e) Tanto o peso dos critérios como a priorização dos fornecedores, neste caso, são determinados por uma abordagem sistemática; e

- f) Análises de cenários ‘e se’ são facilitadas, uma vez que se torna possível a realização de análises de sensibilidade, por exemplo.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Ramanathan e Ganesh (1995) apresentam uma discussão sobre a utilização do AHP em conjunto com a programação linear, desta vez para a decisão sobre a alocação de recursos de uma empresa. Conforme os autores, duas metodologias são passíveis de utilização nestes casos. A primeira delas utiliza o resultado da priorização resultante do AHP como coeficientes da função objetivo. Este método é chamado de método da Prioridade Esperada (PE), onde se deseja maximizar o valor da empresa, conforme Equação (26).

$$\text{Max } Z = \sum p_i \times x_i \quad (26)$$

onde:

p_i = prioridade da alternativa;

x_i = número de vezes que uma alternativa pode ser realizada.

A outra metodologia baseia-se na relação benefício/custo das alternativas (B/C), onde os benefícios e os custos são trabalhados em duas matrizes independentes no método AHP e depois inseridos na função objetivo da programação linear, conforme Equação (27).

$$\text{Max } Z = \sum \frac{b_i}{c_i} \times x_i \quad (27)$$

onde:

b_i = prioridades representando os benefícios;

c_i = prioridades representando os custos.

De acordo com os autores, ambos os métodos apresentam resultados considerados suficientes para apoiar à decisão dos gestores. Entretanto, quando estas metodologias são testadas para problemas de minimização, a resposta aparenta não ser tão eficiente. Algumas adaptações são sugeridas por Ramanathan e Ganesh (1995), entre elas a utilização de uma função objetivo que leve em seus coeficientes o inverso das prioridades encontradas pelo método AHP, como mostra a Equação (28).

$$\text{Min } Z = \sum p_i' \times x_i \quad (28)$$

onde:

p_i' = prioridades inversas.

Desta forma, em um caso mais geral, onde se tem o objetivo de otimizar funções com diversos objetivos, alguns que devem ser maximizados e outros minimizados, os autores sugerem a utilização de uma abordagem mista, onde os critérios diretos devem ser considerados separadamente dos critérios indiretos. Assim, o problema deverá apresentar duas funções objetivo diferentes, conforme as Equações (26) e (27). Para solucionar o problema, sugere-se a utilização de programas computacionais associadas à programação por objetivos.

2.5 CONCLUSÕES SOBRE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM PROJETOS

Juntamente às modificações ambientais e sociais que vêm ocorrendo nos últimos anos, há um crescimento na complexidade das decisões sobre as necessidades de recursos das empresas. O uso individual de técnicas que avaliem somente a economicidade dos projetos que uma empresa pretende selecionar torna-se insuficiente. O crescimento de dados disponíveis para a tomada de decisão permite que novos critérios possam ser incorporados à análise dos projetos, proporcionando uma maior profundidade na análise e, conseqüentemente, resultados mais condizentes com a realidade que as empresas enfrentam.

Foi visto durante a composição do referencial teórico deste trabalho que fatores antes ditos qualitativos e imensuráveis quantitativamente, atualmente já podem ser incorporados à análise de investimentos através do uso de ferramentas de análise multicriteriais. Estas ferramentas buscam acrescentar à avaliação tais fatores que, através da avaliação apenas econômica, eram impossíveis de serem considerados. Existem diversos métodos de análise multicriterial, e neste capítulo foram discutidos apenas três deles por apresentarem características condizentes com o tema de análise de investimentos. Tanto o MAUT como o AHP são métodos que podem ser utilizados para a resolução de diversos problemas e apresentam também resultados satisfatórios. Neste trabalho, ainda foi apresentado o método NCIC que, apesar de ser derivado e muito semelhante ao AHP, apresenta características exclusivas para a resolução de problemas envolvendo decisões de investimento.

Por último, discutiu-se a relação entre o racionamento de capital, que muitas vezes aflige as empresas, e a seleção de um portfólio ótimo que ajude a empresa a atingir seus objetivos e metas traçados. A programação linear foi apontada como uma possibilidade para a incorporação do racionamento e demais restrições da corporação à avaliação de investimentos. Além disso, foi discutida a complementaridade entre a avaliação econômico-financeira dos projetos, a incorporação de aspectos qualitativos na análise e o uso de programação linear para seleção de investimentos. A utilização destas três ferramentas provou ser possível e, através de estudos analisados, mostrou-se eficiente e eficaz no auxílio à tomada de decisão.

No contexto de seleção de investimentos, mostrou-se que o processo decisório deve ser algo sistêmico dentro da organização, além de ser baseado em informações confiáveis. A necessidade de uma sistemática que forneça à empresa uma seqüência organizada de etapas que a leve ao encontro de um portfólio que maximize o valor da empresa mostrou-se necessária e importante. Para isso, além de técnicas de avaliação adequadas, sugere-se a estruturação de etapas que garantam a correta alocação de informações, pessoas e recursos no processo de tomada de decisão. Entretanto, a revisão de literatura não apontou a existência de estudos que buscassem organizar uma sistemática para análise de investimentos que integre numa mesma base aspectos tangíveis, qualitativos e de racionamento de capital, entre outras restrições.

Alguns trabalhos realizados por pesquisadores que discutiam as práticas de seleção de investimento das empresas foram apresentados. Entretanto, faz-se necessário, neste estágio da pesquisa, uma nova busca por elementos que auxiliem à tomada de decisão, através de entrevistas com empresas localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Esta etapa do trabalho virá a acrescentar o que já foi discutido neste referencial teórico, e apresentará novas informações pertinentes à metodologia que será desenvolvida na seqüência. Sendo assim, a próxima seção apresenta a compilação dos resultados obtidos com estas entrevistas.

2.6 ESTUDO DE CAMPO

Ao longo dos meses de fevereiro e março de 2007 foi realizada uma seqüência de entrevistas, através de um questionário estruturado, em empresas localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Este questionário foi desenvolvido a partir do referencial teórico apresentado neste trabalho, onde foi possível identificar quatro fases (identificação, avaliação, priorização e seleção, e acompanhamento) e nove etapas existentes no processo de análise de

investimento, conforme Apêndice B. Para cada etapa deste processo, perguntas foram criadas no intuito de captar das empresas participantes metodologias e conceitos utilizados em cada uma delas (Apêndice C).

O questionário foi aplicado em 11 empresas, todas participantes da cadeia produtiva automotiva. Esta escolha se deu, porque essas empresas são fornecedoras da mesma montadora de veículos, o que faz com que todas atuem no mesmo segmento industrial e estejam submetidas à mesma problemática de suprimentos, além de permitir que fossem entrevistadas empresas de diferente porte, estrutura de capital, administração e *mix* de produtos.

Das 11 empresas entrevistadas, 10 delas conseguiram concluir o questionário, mesmo muitas vezes precisando de respostas vindas de outra sede da empresa, responsável pela tomada de decisão. A única empresa excluída da amostra não terminou de responder ao questionário, deixando importantes respostas em aberto. Desta forma, a Tabela 7 apresenta um resumo sobre as empresas componentes da amostra, destacando os principais produtos fabricados pelas mesmas e seu faturamento médio anual. Os nomes das empresas serão mantidos em sigilo, pois algumas respostas são de cunho estratégico e devem ser tratadas com discrição. Os respondentes dos questionários fazem parte do corpo gerencial das empresas, sendo gerentes industriais de suas respectivas plantas, uma vez que as perguntas exigiam conhecimento do processo de tomada de decisão da empresa.

Tabela 7 Composição da amostra para entrevista semi-estruturada

Empresa	Principais Produtos Fabricados:	Faturamento anual 2006 (R\$ milhões)
1	Cockpit	240
2	Componentes acústicos/isolamento acústico e térmico	15
3	Logística	400
4	Sistemas de exaustão	24
5	Montagem de suspensão	50
6	Bancos, forros de teto e montagem de portas	115
7	Injeção/soprados para tanque de combustível	30
8	Estampados metálicos e conjuntos soldados	40
9	Faróis e lanternas	30
10	Sistemas de aspiração, filtro para óleo de combustível, barra estabilizadora e cânter	05

2.6.1 Respostas relativas à fase de Identificação

No que tange à fase inicial do processo de análise de investimentos, representado pela busca por oportunidades de investimentos, pode-se destacar que a maioria das empresas o faz a partir de necessidades constatada pela empresa (8) e pelo posicionamento estratégico

(8). Algumas empresas ainda destacaram o surgimento de projetos a partir de sugestões das áreas (6) e uma política de investimentos implantada na empresa (5).

Foi indagado às empresas se as mesmas têm alguma classificação dos projetos levantados na etapa anterior, para posterior avaliação. Seis empresas responderam que classificam os projetos por valor, sendo que existem nas empresas faixas onde o projeto deve ou não ser submetido a uma avaliação econômica mais rigorosa. As outras quatro empresas destacaram que classificam o projeto por tipo, como por exemplo, projeto de infra-estrutura, manutenção, estratégico, novos negócios, saúde e segurança, entre outros.

Quanto à avaliação econômica dos projetos, três empresas afirmam avaliar todos os projetos da mesma forma, ou seja, eles são submetidos ao mesmo tipo de análise. Uma empresa afirmou realizar avaliação econômica somente para projetos classificados como novos negócios, isto é, somente para investimentos caracterizados por serem de grande porte e de expansão. As outras seis empresas afirmaram realizar avaliação econômica para todos os projetos, porém de forma diferenciada. Isto é, de modo geral as empresas pesquisadas fazem para projetos de pequeno valor uma avaliação mais simples, sem tanto detalhamento, e para projetos de maior porte uma avaliação mais completa.

2.6.2 Respostas relativas à fase de Avaliação

Na terceira etapa do processo, chamada de estimativa do fluxo de caixa dos projetos e coleta de informações pertinentes, indagou-se às empresas quem é o responsável pela montagem dos fluxos de caixa dos projetos a serem avaliados. Duas empresas afirmaram que este processo é realizado pela área financeira (controladoria), outras duas afirmaram ser o responsável do projeto, ou seja, uma pessoa da área de alocação do projeto, a responsável pela coleta das informações sobre o projeto, e seis empresas afirmaram ser uma equipe multifuncional quem coleta e trata as informações dos projetos. Esta equipe caracteriza-se por ser composta por pessoas de diferentes áreas que buscam informações relativas às suas especialidades, fornecendo, assim, informações mais confiáveis. Interessante destacar que, das seis empresas que afirmam utilizar equipes multifuncionais para a coleta de dados, quatro são as de maior faturamento e maior número de funcionários da amostra.

No que tange à avaliação econômica dos investimentos, foi solicitado aos respondentes que ordenassem as técnicas de avaliação utilizadas nas suas respectivas empresas. Como muitos dos gerentes não sabiam colocar em ordem de importância estas técnicas, foi possível somente marcar quais destas são utilizadas pelas empresas. Na amostra

analisada, o método mais citado foi o *payback*, elencado por nove das dez empresas entrevistadas. Neste caso, o *payback* utilizado por seis empresas é o descontado, que leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Três empresas utilizam o *payback* puro, sem desconto. Duas destas empresas afirmaram utilizar também o método da taxa média de retorno. O método da TIR foi citado por cinco empresas, enquanto que o método do VPL foi citado por quatro firmas. Apenas uma empresa afirmou utilizar o método do IL. Sete empresas afirmaram utilizar mais de um método para realizar a avaliação econômica de seus projetos. É importante destacar que a preferência destas pela utilização do método do *payback* pode ser decorrente do fato destas priorizarem e darem mais importância ao prazo de retorno do investimento do que propriamente à sua rentabilidade. Além disso, como os gerentes entrevistados trabalham em plantas de caráter bem operacional, este resultado pode refletir a realidade destes gestores, e não da empresa como um todo, priorizando investimentos operacionais, com pequenos prazos de retorno do investimento em detrimento de investimentos estratégicos de maior rentabilidade a longo prazo.

Quanto à definição da TMA utilizada nas análises, todas as empresas, sem exceção, afirmam que esta é definida pela alta diretoria da empresa, localizada fora do Rio Grande do Sul, e os respondentes ainda afirmam não saber ou não ter acesso ao cálculo desta taxa. A Tabela 8 mostra o resultado encontrado para a TMA das empresas pesquisadas.

Tabela 8 TMA utilizada pelas empresas da amostra

Determinação da TMA da empresa	Quantidade
Mesma taxa do CDI	1
Em torno de 13% a.a.	1
10% - 20% a.a.	2
> 15% a.a.	1
Em torno de 25% a.a.	1
Em torno de 50% a.a.	1
Não pode informar	1
Não calcula ou não sabe	2

Verificou-se, também, que três empresas, apesar de não conhecerem os detalhes do cálculo do custo de capital próprio da empresa, afirmam que a mesma utiliza o CMPC para definição da TMA. Estas mesmas três empresas afirmam que a TMA definida varia de acordo com a região onde será realizado o investimento, o que representa uma incorporação do risco na análise. A Tabela 8 ainda mostra que duas empresas não conhecem ou não calculam sua TMA; dessas, uma afirmou não ter informações sobre a taxa utilizada pela empresa, mostrando uma defasagem entre a alta diretoria e a gerência da companhia. A outra empresa

afirmou que a mesma não tinha definido uma TMA, o que pode refletir, também, que o respondente não estava ciente da existência desta taxa. Estas empresas são as mesmas que afirmaram utilizar o *payback* puro e a taxa média de retorno como técnicas de avaliação, destacando-se que estas técnicas realmente não exigem a definição de uma TMA para serem aplicadas.

A questão do tratamento da inflação nas análises de investimentos ainda é um pouco polêmica nas empresas. Cinco delas afirmaram incorporar a inflação a partir de previsões de inflações para os períodos na análise. Isto quer dizer que a inflação é incorporada de forma homogênea no fluxo de caixa, porém os respondentes não sabiam afirmar exatamente como. Outras duas empresas responderam que convertem seus projetos para a moeda norte-americana (dólar), fazendo com que o fluxo seja indexado. Isto pode ser correto se a taxa de câmbio da moeda estrangeira variar conforme a inflação do Brasil; entretanto, caso isto não ocorra (como é a realidade atual), a indexação do fluxo de caixa pode não funcionar tão bem para a incorporação da inflação. As outras três empresas afirmaram não incorporar a inflação na análise de nenhuma forma.

Quanto à consideração do risco e da incerteza na análise, destacaram-se nas empresas os métodos de diminuição do período de retorno do investimento (6) e o aumento da TMA (5). Isto está de acordo com os métodos utilizados pelas empresas da amostra. Métodos como ajuste subjetivo (2) e quantitativo do fluxo de caixa (1) são menos utilizados. Apenas uma empresa afirmou não utilizar qualquer método de incorporação de riscos na análise. Quanto à mensuração destes riscos, percebeu-se menor preocupação das empresas, pois apenas quatro delas afirmaram fazer análise de sensibilidade e uma mesma empresa afirmou utilizar tanto análise de sensibilidade quanto distribuição da rentabilidade esperada e cálculo da probabilidade de prejuízo esperada do projeto, mas somente para projetos classificados como novos negócios. Outras cinco empresas afirmaram não realizar a mensuração dos riscos nas análises de investimentos.

2.6.3 Respostas relativas à fase de Priorização e Seleção

Avançando para uma fase de priorização e seleção dos investimentos, perguntou-se aos representantes das empresas como eram incorporados nas análises os atributos qualitativos, ou seja, aqueles critérios que não são quantitativamente mensuráveis, porém dependendo do projeto, podem ser determinantes para o sucesso ou não de sua implementação. Todas as empresas, sem exceção, afirmaram considerar em suas avaliações

aspectos ditos não-econômicos. Entretanto, elas afirmaram fazê-lo de forma intuitiva, sem qualquer método ou metodologia previamente estabelecidos. Na maioria das vezes as empresas realizam uma reunião para fechamento de seus orçamentos anuais, na qual participam os gerentes de diversos setores com o resultado da análise econômica de seus potenciais projetos. Nesta reunião é feita uma espécie de defesa de cada projeto, onde são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada um deles, procurando levar em consideração, assim, os aspectos mais subjetivos, como melhoria do meio ambiente, por exemplo. Desta forma, a decisão final acaba levando em consideração tais aspectos, porém de maneira informal. Entre os critérios qualitativos que as empresas citaram como importantes na avaliação de um projeto estão: (i) impacto na qualidade; (ii) localização do fornecedor/parceiro; (iii) sistema de financiamento; (iv) histórico do mercado; (v) riscos sindicais; (vi) saúde e segurança; (vii) meio ambiente; (viii) produtividade, (ix) impacto na imagem da empresa; e (x) desenvolvimento tecnológico.

Quanto à definição de um portfólio de investimentos para o período de análise dos projetos e a consideração de restrições que circundam este portfólio, como a orçamentária, todas as empresas também afirmaram não utilizar qualquer metodologia formal. Isto é, a formação do portfólio de projetos a serem desenvolvidos na empresa é definida em reuniões, a partir do confronto do resultado econômico dos projetos concorrentes, visando o orçamento disponível no período.

Foi solicitado também aos respondentes que definissem a forma como a empresa prioriza e seleciona seus projetos. Seis empresas afirmaram que os projetos de maior rentabilidade são os escolhidos, dentro daquilo que permite o orçamento. Uma empresa destacou que a ligação com a estratégia da empresa é um fator determinante para a corporação, e que projetos que provam sua ligação são os primeiros a serem aprovados, seguidos daqueles que apresentam maior rentabilidade. Uma outra empresa afirmou que questões de meio ambiente e segurança são prioritárias e projetos que envolvem melhorias nestes quesitos são aprovados primeiramente. Outras duas empresas da amostra destacaram que a empresa possui uma política de aprovar inicialmente os projetos chamados mandatórios, ou seja, projetos obrigatórios por lei que deverão necessariamente ser implementados, e somente depois aqueles de maior rentabilidade.

2.6.4 Respostas relativas à fase de Acompanhamento

Uma vez definido o portfólio de investimentos da empresa, foram questionados aos participantes se havia algum plano de implementação padrão dos projetos, e se havia um responsável para cada projeto e metas e indicadores de acompanhamento. Metade da amostra afirmou ter um plano de implementação padrão estruturado, contra outras cinco empresas que afirmaram não ter nada estruturado. Entretanto, todas as empresas afirmaram ter um dono de projeto para cada investimento, sendo este uma pessoa ligada diretamente à área onde projeto será implementado. Entre as funções destacadas pelos respondentes para este dono de projeto está o controle do projeto propriamente dito, envolvendo o andamento de sua execução, o acompanhamento de indicadores e a apresentação dos resultados à diretoria. Entre as metas de acompanhamento destaca-se o uso de um indicador chamado de ‘sinaleira’ por uma empresa, que busca relatar o andamento do projeto e acompanhar se o que foi previsto está sendo realizado. Além deste, oito empresas afirmaram que controlam o indicador ‘prazo’ do projeto, oito apontaram o indicador de controle de ‘orçamento/custos’ do projeto, duas controlam a ‘qualidade’ do projeto e uma apresenta um indicador de ‘resultado econômico’. Quanto à prestação de contas para a diretoria da empresa, quatro empresas o fazem semanalmente e seis apresentam resultados sobre o projeto mensalmente em reuniões.

A última parte do questionário preocupou-se em entender se as empresas realizavam alguma auditoria final após a implementação dos projetos na empresa, fazendo uma revisão do previsto *versus* realizado, e qual a preocupação com a retroalimentação do processo de análise de investimentos. Das dez empresas, sete afirmaram não fazer uma auditoria formal ao término de implantação de um projeto. Apenas três empresas utilizam auditorias finais pra checar o projeto, porém está é feita internamente pelo próprio pessoal da planta operacional. Quanto à retroalimentação do processo, duas afirmaram fazer isto a partir de um banco de dados chamado ‘*Lessons Learned*’, onde todo o aprendizado adquirido ao longo do projeto fica registrado e disponível na intranet da empresa. Assim, qualquer pessoa da empresa pode visualizar os erros e acertos do projeto, assim como a memória do mesmo. Oito empresas afirmaram não ter qualquer retroalimentação formal, sendo que o aprendizado adquirido ao longo do processo de definição de um portfólio de investimento fica com as pessoas que nele participaram.

2.6.5 Considerações finais sobre o Estudo de Campo

A partir destas entrevistas, pode-se perceber que as empresas de modo geral não apresentam uma sistemática formalizada para avaliação dos seus investimentos. Elas possuem alguns passos estruturados, porém focando sempre na avaliação econômica propriamente dita, deixando de lado pontos importantes que vêm antes e depois desta avaliação. A incorporação de atributos qualitativos e a definição de um portfólio são claramente deficientes, uma vez que são realizadas de forma intuitiva, permitindo possíveis desvios e parcialidades no momento da decisão. Constatou-se, também, que muitas vezes os gerentes das empresas não têm acesso a informações importantes de cunho decisório da empresa e que também não estão muito cientes de como o processo de escolha dos investimentos se dá dentro da mesma. Isto faz com que os gerentes estejam apenas preocupados com a operação da empresa, sem enxergar o processo macro de tomada de decisão.

O estudo prático apresentado mostrou-se coerente em seus resultados com a revisão bibliográfica realizada. O cruzamento das informações teóricas coletadas ao longo deste capítulo com as informações advindas da aplicação do questionário vem a corroborar com a problemática do estudo em questão. Atualmente ainda há uma carência por parte das empresas de uma sistemática integrada e de fácil utilização que permita que sejam feitas análises econômico-financeiras dos projetos de forma correta e completa, considerando aspectos qualitativos e restrições que circundem o ambiente de decisão.

Este estudo de campo, aliado às informações coletas ao longo do referencial teórico, permitiu que uma nova proposta fosse desenvolvida, na busca de um processo de avaliação de investimentos mais sistematizado e estruturado. O próximo capítulo focará na apresentação desta proposta, apresentando cada etapa individualmente.

3 SISTEMÁTICA PROPOSTA

Com base na revisão bibliográfica desenvolvida no capítulo 2 e através da contribuição das empresas que responderam às entrevistas semi-estruturadas, foi possível desenvolver a sistemática que será proposta e validada no presente trabalho (Figura 18). Desta forma, este capítulo tem como objetivo principal apresentar a sistemática final proposta para a realização de uma análise multicriterial de investimentos de capital em empresas, e envolverá tanto aspectos quantitativos como qualitativos dos projetos analisados.

Pode-se observar na Figura 18 que a sistemática proposta para avaliação de investimentos é constituída de quatro (4) fases, classificadas como: (i) identificação; (ii) avaliação; (iii) priorização e seleção; e (iv) acompanhamento. Estas fases representam estágios do processo de avaliação de investimentos e são, por sua vez, subdivididas em oito (8) etapas.

Estas etapas geram oito (8) produtos diferentes para a empresa, que proporcionarão à mesma auxílio à tomada de decisão. O principal objetivo da sistemática proposta, entretanto, é definir um portfólio de investimentos que seja adequado à empresa, uma vez que esta possui um orçamento restrito e projetos de diferentes áreas concorrendo pela sua realização. Desta forma, ela propõe um conjunto de passos que levará a empresa a repensar sua estrutura e escolher projetos a serem implementados dentro do período pré-definido de análise.

O fato de a sistemática ser dividida em fases, estas em etapas, e as últimas em atividades, faz com que a metodologia seja modularizada. Isto se deve ao fato de que algumas atividades da proposta exigem um certo grau de maturidade das empresas para que sejam corretamente executadas. Desta forma, a metodologia proposta tem como objetivo secundário permitir que uma empresa implemente suas diferentes etapas de forma dosada, ao longo de um período de crescimento e desenvolvimento. Torna-se possível, por exemplo, que uma empresa realize a avaliação econômica do projeto seguida da seleção do portfólio pela utilização de programação linear, sem necessariamente passar pela fase de análise multicriterial, que exige parâmetros qualitativos bem definidos por parte da empresa. A seguir, serão descritas todas as fases e etapas da sistemática.

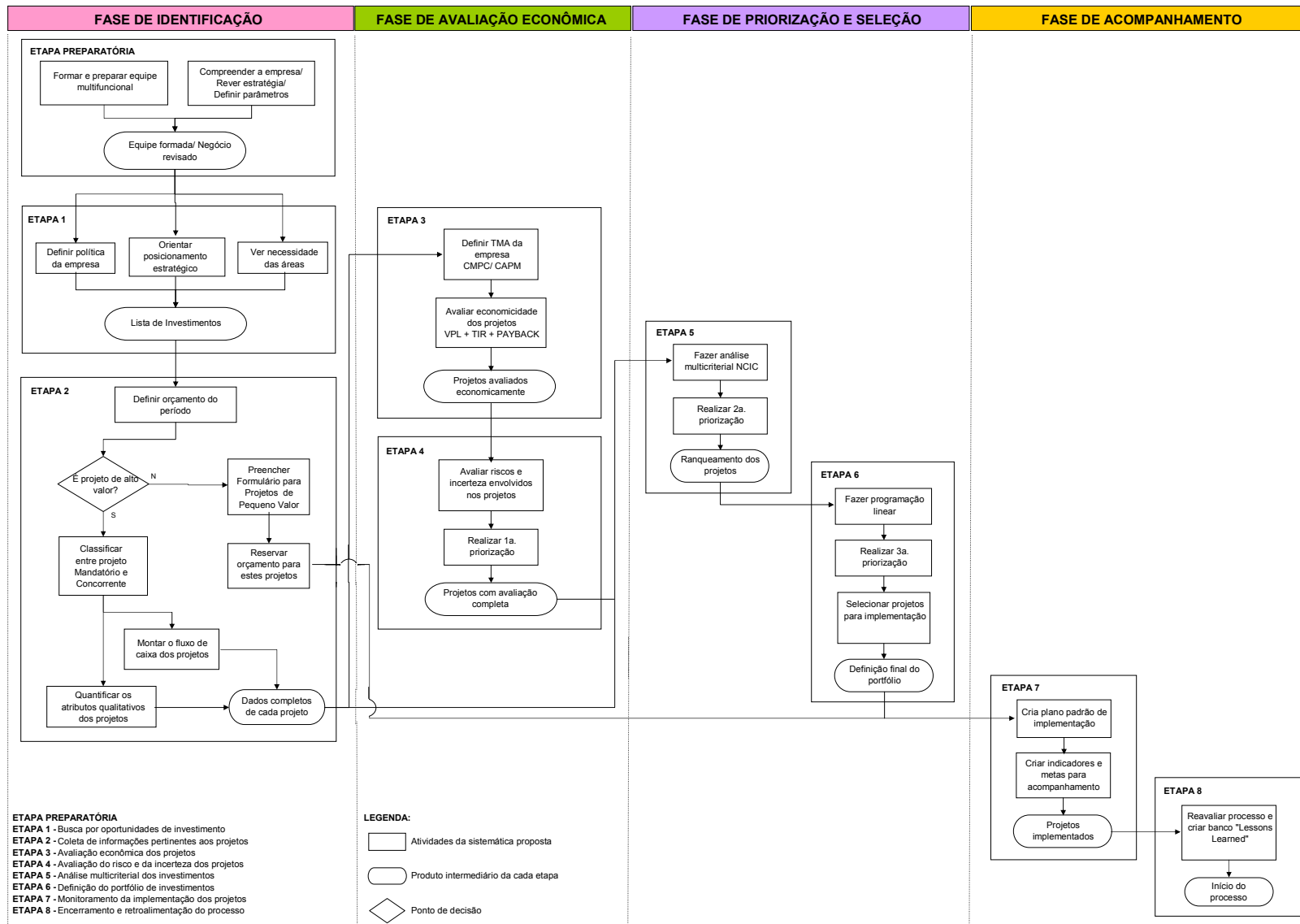


Figura 18

Sistemática para apoiar a análise multicriterial de investimentos em empresas

3.1 FASE DE IDENTIFICAÇÃO

Esta fase tem como principal objetivo proporcionar a estruturação das etapas que serão posteriormente desenvolvidas, buscando definir bem o foco de atuação da empresa e alocar pessoas responsáveis para cada tipo de atividade desenvolvida dentro do processo de análise de investimentos. Ela possui fundamental importância, pois será neste momento que se realizará a coleta de informações que irão alimentar todo o processo.

3.1.1 Etapa Preparatória

Como produto desta etapa do processo a empresa terá seu negócio revisado ou estruturado, conforme a situação atual da mesma, além de ter uma equipe multifuncional pré-definida que participará ativamente no processo tanto no momento de buscar oportunidades de investimentos quanto no momento de coletar informações de cada oportunidade identificada para posterior avaliação e seleção. Segundo Crawford *et al.* (2006), esta primeira etapa pode ser determinante para o sucesso e crescimento da empresa, uma vez que busca vincular os projetos a serem potencialmente desenvolvidos à sua estratégia. Para que isto possa ser feito, duas atividades principais deverão ocorrer, conforme seguem.

A primeira atividade básica que deve ser desenvolvida neste momento é a formação e preparação de uma equipe multifuncional que irá trabalhar ativamente no processo de definição do portfólio de investimentos. A constituição de uma equipe com estas características permite que pessoas de diferentes áreas estejam envolvidas no processo de decisão, fazendo com que outras opiniões e pontos de vista sejam incorporados à análise (CAMPOS, 2002).

No caso de tomada de decisão de investimentos, sugere-se que a equipe multifuncional seja composta por: (i) um funcionário do corpo gerencial da empresa, para acompanhar as tarefas em desenvolvimento; (ii) um funcionário da área financeira e/ou contábil da empresa, para fornecer informações como depreciação, legislação tributária, entre outras; (iii) um funcionário da área de recursos humanos, que fornecerá informações de pessoal; (iv) um funcionário da área de manutenção da empresa, para fornecer informações sobre os equipamentos; (v) uma pessoa da área do projeto de investimento (ou seja, uma pessoa para cada alternativa de investimento levantada), que irá agregar informações da área técnica e centralizar os dados referentes ao projeto, sendo esta definida como o dono do

projeto; (vi) outros profissionais que venham a contribuir para compilação destes dados. A preparação da equipe terá como objetivo nivelar os conhecimentos sobre o processo de análise de investimentos de cada membro da equipe, envolvendo a revisão de conceitos explicitados no capítulo 2 deste trabalho, como conceito de juros, métodos de avaliação econômica de investimentos, TMA da empresa, análise multicriterial, entre outros.

A segunda atividade desta etapa preparatória é a compreensão da empresa, incluindo a revisão de seus objetivos estratégicos (ou desenvolvimento dos mesmos, caso a empresa não tenha um planejamento estratégico implementado). Isto permitirá que a empresa se prepare para busca de investimentos que deverão conduzir a mesma até o atingimento destes objetivos. Ainda nesta etapa será importante que a empresa compreenda a sua estrutura organizacional, para poder dimensionar seu orçamento e definir outros parâmetros que serão necessários para as atividades subseqüentes. Entre estes parâmetros está a definição de quais atributos qualitativos são relevantes para a empresa no momento de decidir por um investimento de capital.

A partir das entrevistas semi-estruturadas desenvolvidas no capítulo 3, foi possível elencar 10 famílias de atributos qualitativos importantes para as empresas: (i) impacto na qualidade; (ii) localização do fornecedor/parceiro; (iii) sistema de financiamento; (iv) histórico do mercado; (v) riscos sindicais; (vi) saúde e segurança; (vii) meio ambiente; (viii) produtividade, (ix) impacto na imagem da empresa; e (x) desenvolvimento tecnológico. Desta forma, busca-se, nesta etapa, a realização de um *brainstorming* com a equipe multifuncional formada para determinar, a partir destas famílias, atributos importantes que deverão ser levados em consideração no momento da avaliação das alternativas.

3.1.2 Etapa 1 - Busca por oportunidades de investimento

O produto desta etapa 1 deverá ser uma lista completa das oportunidades de investimentos elencadas pela empresa, sejam elas de caráter operacional ou estratégico. Estas oportunidades, então, deverão ser avaliadas para que possam ser escolhidas aquelas que apresentarem maior potencial contributivo para a organização.

Esta etapa refere-se à busca de projetos que possam ser investidos na empresa e que, preferencialmente, contribuam diretamente para o atingimento das estratégias da mesma. Para isto, alguns autores como Farragher *et al.* (1999, 2001) sugerem que as companhias desenvolvam métodos e atividades para tornar o processo de encontro de oportunidades de investimentos algo contínuo, dinâmico, sistêmico e inerente ao dia-a-dia da empresa.

Algumas formas de buscar estas oportunidades foram anteriormente elencadas neste trabalho para a realização do estudo de campo. Lá, estas formas foram validadas frente às empresas respondentes, sendo algumas delas destacadas por serem mais utilizadas pelas empresas.

Esta sistemática propõe três formas para as empresas identificarem as variadas oportunidades de investimentos. A primeira delas é a partir do posicionamento estratégico da companhia. Isto é, a empresa define seu foco de atuação e, baseado nele, deve buscar opções de mercados que permitam investir em projetos que contribuirão diretamente para a concretização deste posicionamento. A partir desta forma de identificação geralmente surgem investimentos de grande porte, como expansão de linhas de produção, incorporação de uma nova empresa, crescimento de mercado, entre outras.

Outra forma de busca de oportunidades vem diretamente das necessidades que a própria organização constata, sejam essas necessidades advindas das áreas internas da empresa, como departamentos e setores operacionais, ou uma necessidade encontrada pela alta direção. Geralmente, a partir destas sugestões surgem investimentos mais operacionais e de curto prazo, como projetos de melhoria do ambiente e dos processos internos da empresa ou projetos de manutenção, por exemplo.

Uma terceira forma de encontrar oportunidades de investimentos adequadas à organização é através da definição de uma política de investimento. Esta política de investimentos tem como principal característica ser uma medida de longo prazo, onde interesses da empresa podem ser alcançados através de projetos de investimentos. A empresa deve determinar uma política de busca de investimentos constante dentro da empresa, o que, de acordo com Farragher *et al.* (1999), irá fazer com que o processo de busca seja constantemente efetuado, incentivando a criatividade e recompensando colaboradores por suas boas sugestões. Um exemplo de projetos advindos da política da empresa são projetos de adequação a normas e legislações de segurança e saúde, por exemplo.

3.1.3 Etapa 2 - Coleta de informações pertinentes aos projetos

Esta etapa somente terá início após a definição completa de quais serão os projetos que irão concorrer por parte do orçamento estipulado para o período de análise. Desta forma, após a realização desta etapa, a empresa terá à sua disposição um conjunto de informações completas sobre cada uma das alternativas de investimentos identificadas na etapa 1, com as quais poderá dar início à avaliação propriamente dita das mesmas. Para isto, está prevista a realização de algumas atividades descritas a seguir.

A primeira atividade estipulada para esta etapa é a definição do orçamento a ser disponibilizado para a empresa. Isto é, a empresa deve definir o orçamento que será disponibilizado para a execução dos projetos e deverá também definir se parte deste orçamento deverá ser disponibilizada para as áreas, para a execução do que se chama de projetos de pequeno valor. Foi constatada a partir da aplicação da entrevista semi-estruturada que é uma prática comum das empresas a reserva de uma parte do orçamento para cada área da empresa, para que projetos de menor valor e muitas vezes de urgência maior possam ser agilmente executados. Sendo assim, é neste momento do processo que a empresa deve definir se implantará o uso deste orçamento para as áreas e, em caso positivo, qual será o valor a ser comprometido com as mesmas, ou seja, o que a empresa classificará como um projeto de **pequeno valor**. Conseqüentemente, estes projetos de pequeno valor não deverão passar pelo processo de avaliação a ser descrito na seqüência, uma vez que não precisarão entrar na concorrência pelo orçamento do período.

Feito isto, reserva-se do orçamento inicial esta parte que não estará disponível para os projetos ditos de **alto valor**, e define-se então o orçamento real disponível para projetos de investimento. Este orçamento real ainda poderá ser dividido em outros dois orçamentos, classificados como orçamento para projetos **mandatários** e para projetos **concorrentes**. Ou seja, algumas vezes, e dependendo do negócio da empresa, a mesma deverá investir em projetos que deverão obrigatoriamente existir dentro da organização. Durante a realização das entrevistas do capítulo 2, muitas empresas destacaram o fato de anualmente terem que investir em projetos que o governo ou uma própria demanda técnica do processo exigiam que fossem implementados. Algumas vezes, estes projetos podem até representar prejuízo ou nenhuma rentabilidade para a organização, mas isto não está em discussão quando um projeto é mandatório, ou seja, ele deverá ser implementado mesmo assim. Por outro lado, os projetos classificados como concorrentes serão aqueles que realmente entraram na ‘disputa’ pelo orçamento disponível para tal, podendo, então, serem implementados ou não. Esta sistemática propõe que tanto os projetos mandatórios quanto os projetos concorrentes sejam avaliados perante seus atributos quantitativos e qualitativos, pois é importante que seja conhecido o impacto de cada um deles dentro da estrutura da empresa.

Feita a classificação do orçamento, o gestor de cada área da empresa deve separar os projetos classificados como pequeno valor e preencher o Formulário correspondente (Apêndice D), que é uma planilha desenvolvida com o intuito de padronizar e documentar os investimentos realizados pelas áreas, justificando os mesmos em futuras prestações de contas.

Para os investimentos classificados como projetos de alto valor deve-se então iniciar a coleta de informações econômicas, no intuito de formar o fluxo de caixa do projeto, e a coleta de informações qualitativas, isto é, os atributos qualitativos do projeto que serão relevantes para a tomada de decisão da empresa. Nesta atividade de montagem dos fluxos de caixa, destaca-se o trabalho em equipe que deve ser desenvolvido, onde a equipe multifuncional definida na Etapa Preparatória deverá atuar na busca de valores de custos, receitas e investimentos de cada projeto concorrente, sempre centralizando as informações no chamado dono do projeto, ou seja, uma pessoa que deverá responder pelo projeto individualmente e que deverá ser da área de especificação do mesmo.

Conforme destacam Farragher *et al.* (1999), ainda nesta etapa deve ser realizada a quantificação dos atributos qualitativos de cada projeto, pois é neste momento que a equipe está engajada na determinação dos critérios que atingem o projeto e, assim, apta a determinar quais serão os outros atributos que serão influenciados pela implementação do projeto, como impacto no meio ambiente, na imagem da empresa, entre outros. Para esta atividade, a equipe multifuncional já terá à sua disposição um banco de atributos qualitativos relevantes para a empresa, os quais foram previamente definidos na Etapa Preparatória, facilitando, assim, a realização desta atividade.

3.2 FASE DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

O objetivo principal desta fase é a avaliação econômica dos projetos classificados como mandatórios e concorrentes. Dentro desta fase deverão ser realizadas, além das avaliações propriamente ditas, considerações sobre os riscos envolvidos nos projetos e uma discussão sobre as taxas a serem utilizadas pela empresa ao longo da avaliação. Para que isso seja possível esta fase é composta por duas etapas, conforme segue.

3.2.1 Etapa 3 – Avaliação econômica dos projetos

O produto desta etapa 3 será a relação de projetos de investimento devidamente avaliados economicamente. Para isto, duas atividades deverão ser realizadas. A primeira delas é a definição de qual é a taxa mínima de atratividade (TMA) que a empresa utilizará. Conforme discutido no capítulo 2, esta taxa é formada pelo custo de capital da empresa (próprio) e pelo custo financeiro, caso a empresa utilize também recursos de terceiros. Para a definição desta taxa deve-se utilizar o custo médio ponderado de capital (CMPC), conforme a

Equação (6), da página 37. Este método é composto tanto pelo custo das dívidas, que é incorporado à fórmula diretamente a partir dos financiamentos, quanto pelo custo do capital próprio, que pode ser definido pelos diretores da empresa, a partir do custo de oportunidade do capital, ou pode ser calculado de forma neutra a partir do método CAPM, apresentado na seção 2.2.1 deste trabalho.

Uma vez definida a TMA da empresa, deve-se partir para a avaliação econômica dos projetos. Para isto, foi desenvolvida uma planilha no aplicativo *Microsoft Excel*, denominada PAMP – Planilha de Avaliação Multicriterial de Projetos (arquivo ‘PAM_Original’ no CD do Apêndice E). Esta planilha tem o objetivo de padronizar e realizar os cálculos econômicos do projeto, mesmo que o operador da mesma, que será o dono de cada projeto de investimento, não possua o conhecimento exato dos cálculos envolvidos. Isto ocorre porque os dados de entrada da planilha PAMP são as informações do projeto analisado levantadas na fase de identificação, mais precisamente ao longo da etapa 2. Além disso, outro objetivo da planilha é a centralização de informações do projeto que deverão ser utilizadas em etapas posteriores, como na análise multicriterial e na definição do portfólio de investimentos. A seguir serão detalhadas as particularidades da PAMP, abordando conceitos e premissas utilizados na mesma.

3.2.1.1 Dados de entrada da PAMP

Ao iniciar (Figura 19), a planilha solicita ao dono do projeto que preencha dados como nome do projeto, justificativa para sua inclusão no orçamento da empresa, vantagens e desvantagens associadas à execução do projeto, entre outras. Este cabeçalho foi montado com o intuito de proporcionar ao dono do projeto um momento para refletir sobre a importância e a contextualização do projeto na estrutura da empresa, bem como fornecer informações para a equipe que posteriormente será responsável pela tomada de decisão.

Logo após, a planilha solicita ao respondente que classifique o projeto como mandatório ou concorrente e induz o mesmo a indicar quais atributos qualitativos o projeto afeta, e com qual impacto. Para isto, já está definido na planilha um banco de atributos qualitativos dos quais o dono do projeto poderá escolher no mínimo 4 e no máximo 10. A seguir, o dono do projeto deve priorizar os atributos (caso haja mais de quatro atributos selecionados na planilha), indicando os quatro atributos mais importantes que deverão ser incorporados à análise multicriterial, que ocorrerá em uma etapa posterior, mais precisamente na Etapa 5. Para estes quatro atributos considerados mais importantes, solicita-se que seja

definido o impacto do projeto em cada um, classificando-o como **pouco representativo**, **representativo**, **muito representativo** e **altamente representativo**.

A planilha também solicita que o respondente aponte a relação deste projeto frente a outros projetos. O projeto pode ser classificado como independente dos outros projetos, quando sua realização não causa impacto em outros projetos do portfólio; mutuamente exclusivo a outro(s) projeto(s), que significa que ele só será realizado caso este(s) projeto(s) não seja(m) executado(s); ou contingente a outro(s) projeto(s), ou seja, se o(s) projeto(s) indicado(s) for(em) realizado(s), necessariamente o projeto em questão também deverá ser feito. Estas informações também serão utilizadas em uma etapa posterior, Etapa 6, onde se dará a definição do portfólio de investimentos, na qual a programação linear será a ferramenta principal.

PAMP - PLANILHA PARA AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL DE PROJETOS

Nome do Projeto: Número do Projeto:

Área de alocação do projeto: Gerente do Projeto:

Descrição do projeto (justificativa):

Vantagens e desvantagens associadas ao projeto

Outras alternativas foram levantadas como solução para o problema inicial?

Classificação do Projeto:
 Mandatório
 Concorrente

Determinar os atributos qualitativos envolvidos neste projeto: Priorizar e classificar o impacto no atributo selecionado:

<input type="text" value="3 - localização próxima do fornecedor"/>	G1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="13 - inovação tecnológica"/>	G2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="14 - ganho de produtividade"/>	G2	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="Muito representativo"/>
<input type="text" value="19 - melhoria da manutenibilidade"/>	G2	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="Altamente representativo"/>
<input type="text" value="26 - adequação a leis e normas"/>	G2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="31 - aumento da confiabilidade"/>	G2	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="Representativo"/>
<input type="text" value="38 - aumento do ruído ambiental"/>	G3	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Muito representativo"/>
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	

Classifique a relação do projeto, frente a outros projetos:
 Mutuamente exclusivo
 Contingente ao(s) projeto(s):
 Independente

Figura 19 Dados iniciais de entrada da planilha PAMP

A partir deste momento, a planilha solicitará ao dono do projeto que preencha os investimentos, as receitas e os custos envolvidos em cada período de execução do projeto, conforme a Figura 20. Estas informações já foram levantadas na Etapa 2; sendo assim, o preenchimento se dará de forma simples e objetiva. Neste caso, a PAMP trabalha como um *check list*, onde o respondente será lembrado de diversos itens formadores de receitas e custos, os quais poderão ser ou não preenchidos, dependendo de suas ocorrências no projeto.

A maior vantagem do uso desta planilha é o fato dela proporcionar a correta montagem do fluxo de caixa do projeto, uma vez que ela estrutura e sistematiza passos que obrigatoriamente devem ser feitos ao longo do processo de avaliação de investimentos. Após o preenchimento do módulo de entrada de dados, a PAMP automaticamente irá calcular, através de métodos de análise econômica previamente determinados, os resultados do projeto em questão. O detalhamento dos métodos e dos cálculos utilizados será descrito a seguir.

3.2.1.2 Cálculos dos resultados econômicos dos projetos de investimento

A PAMP baseia-se em conceitos da engenharia econômica, apresentados e discutidos anteriormente no Capítulo 2, que norteiam toda a avaliação dos projetos. As técnicas utilizadas para o cálculo dos resultados do projeto foram selecionadas a partir das considerações feitas no capítulo de revisão bibliográfica, sendo elas: (i) o VPL, por ser um método confiável e que fornece uma informação bastante rica para o tomador de decisão; (ii) a TIR, por ser um método que explora a questão de rentabilidade do projeto e é uma técnica palpável e de grande preferência por parte dos gestores; (iii) a TIRM, por ser uma técnica que apresenta estrutura semelhante ao VPL, porém permite uma melhor interpretação da realidade financeira da empresa frente às suas possibilidades de investimentos; e (iv) o *Payback* com e sem atualização (descontado e simples), por fornecer ao tomador de decisão uma informação importante sobre retorno de capital, permitindo uma análise mais aprofundada sobre o giro de capital da empresa (SMART *et al.*, 2004).

Para o cálculo destes métodos, foi desenvolvida uma estrutura de interação simples, com a montagem final do fluxo de caixa, incluindo o impacto da depreciação e do imposto de renda. Para que seja possível calcular o resultado econômico de cada projeto, a PAMP possui algumas premissas básicas que serão discutidas a seguir.

O fluxo de caixa do projeto é montado a partir dos dados de investimentos, receitas e custos do projeto. A depreciação dos investimentos é incorporada ao cálculo somente para reduzir o resultado dos períodos nos quais a mesma pode ser considerada. Isto é, se um determinado equipamento deve ser adquirido no período 0 do projeto por um preço de R\$ 100.000,00, e este é depreciado a uma taxa de 10% a.a., significa que poderá ser reduzido do resultado final do projeto R\$ 10.000,00 por ano, durante dez anos. Esta redução do resultado final terá um impacto direto no imposto de renda a pagar por parte da empresa, que se beneficiará com a redução do montante final de impostos a serem pagos. De acordo com Galesne *et al.* (1999, p.107), o tratamento da depreciação desta forma “[...] é efetivamente a

regra utilizada pelas empresas quando do cálculo dos resultados”. Segundo os autores, esta suposição parte do pressuposto que o déficit fiscal de um projeto implicará em realizar uma economia de imposto, que se realizará sobre o lucro de um outro projeto. Esta prática é chamada pelos autores de compensação interprojetos.

Outra premissa considerada nos cálculos da planilha é a consideração da inflação do período sobre os componentes do fluxo de caixa. No caso da PAMP, a inflação considerada a priori é homogênea, ou seja, é igual para todos os componentes do fluxo. Desta forma, utilizou-se uma taxa de inflação homogênea, projetada a partir do Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M) de períodos passados. Para incorporação desta inflação no fluxo de caixa, necessita-se realizar a descapitalização da depreciação, uma vez que esta, conforme a legislação, não pode ser atualizada ou reajustada de acordo com a inflação do período. Sendo assim, como todos os fluxos de caixa devem ser inflacionados de acordo com a inflação do período e posteriormente, ao calcular o VPL, são deflacionados à mesma taxa de inflação, percebe-se (conforme Equação (29)) que o efeito de inflação se dará na depreciação.

$$VPL = FC_0 + \sum_{n=1}^t \left[\frac{FC_n \times (1 + i_{INFL})^n}{(1 + TMA)^n \times (1 + i_{INFL})^n} - \left(\frac{FC_n \times (1 + i_{INFL})^n - D_0}{(1 + TMA)^n \times (1 + i_{INFL})^n} \right) \times IR \right] \quad (29)$$

Cortando os numeradores e denominadores em comum, tem-se a Equação (30).

$$VPL = FC_0 + \sum_{n=1}^t \left[\frac{FC_n}{(1 + TMA)^n} - \left(\frac{FC_n}{(1 + TMA)^n} - \frac{D_0}{(1 + TMA)^n \times (1 + i_{INFL})^n} \right) \times IR \right] \quad (30)$$

onde:

FC_0 = investimento inicial;

FC_n = fluxo de caixa do projeto no período n (receitas – custos);

i_{INFL} = taxa de inflação estimada para o período n ;

TMA = taxa mínima de atratividade da empresa;

D_0 = depreciação do período ($FC_0 \times$ taxa de depreciação);

IR = taxa do imposto de renda;

n = período do fluxo de caixa (1, 2, 3, ..., t).

Para ilustrar o uso desta equação, suponha-se um projeto onde se tenha um investimento de R\$ 20.000,00, com taxa de depreciação de 50% a.a., e receitas de R\$ 50.000,00 ao longo de 2 anos. Considere uma TMA de 10% a.a., inflação de 4% a.a, e taxa do imposto de renda de 34% a.a. O resultado deste projeto seria:

$$VPL = -20.000 + \left[\left(\frac{50.000}{(1+10\%)} \right) - \left(\frac{50.000}{(1+10\%)} - \frac{10.000}{(1+10\%)\times(1+4\%)} \right) \times 34\% \right] + \left[\left(\frac{50.000}{(1+10\%)^2} \right) - \left(\frac{50.000}{(1+10\%)^2} - \frac{10.000}{(1+10\%)^2 \times (1+4\%)^2} \right) \times 34\% \right]$$

$$VPL = 42.842,68 \text{ reais}$$

A incorporação de uma inflação heterogênea, onde cada componente do fluxo de caixa é afetado por uma inflação específica, torna-se mais complexa, uma vez que cada dono de projeto deveria buscar uma inflação para cada tipo de componente do seu fluxo e calcular uma taxa nominal ponderada de desconto a ser utilizada para determinar o resultado econômico de seu projeto. A planilha PAMP número 2, localizada no CD do Apêndice E (arquivo 'PAMP2_Original'), permite que uma análise de investimento utilizando o conceito de inflação heterogênea seja realizada. No Apêndice F um exemplo foi estruturado no intuito de comparar o impacto diferenciado das inflações homogênea e heterogênea no resultado do projeto, discutindo suas diferenças e concluindo que a sofisticação feita na PAMP2, muitas vezes faz-se necessária para que a análise seja aderente à realidade do projeto.

Outra premissa básica da planilha é a consideração do valor residual dos bens adquiridos para a execução do projeto. A PAMP solicita que o dono do projeto insira o valor residual (caso este exista) no último período de análise do fluxo de caixa, ou seja, ao final do último período. Isto faz com que o valor residual considerado nas análises seja o valor do bem totalmente depreciado, incidindo o imposto de renda sobre todo o valor de venda declarado. Caso isso não fosse verdadeiro, deveria constar nos cálculos um outro item chamado 'ônus do imposto de renda', isto é, o valor que a empresa deveria pagar de impostos sobre a venda final do bem, descontando a parte até então depreciada (valor contábil) e a inflação do período, conforme mostra a Equação (31).

$$\hat{\text{Ônus do IR}}_n = (\text{Valor Residual} - \text{Valor Contábil}_n) \times \text{IR} \quad (31)$$

onde:

Ônus do IR = valor a ser pago de impostos referente à venda do bem;

Valor Residual = valor de revenda do bem;

IR = taxa do imposto de renda;

n = número de períodos em que o bem foi usado.

O Valor Contábil do bem representa o quanto ele ainda vale, sob o ponto de vista contábil. Desta forma, este valor é representado pelo valor de compra do bem subtraído do valor que já fora depreciado do mesmo, conforme mostra a Equação (32).

$$\text{Valor Contábil}_n = \frac{\text{Compra} - \sum_{i=1}^n \text{Deprec}}{(1 + i_{INF})^n} \quad (32)$$

onde:

Valor Contábil _{n} = valor do bem, sob o ponto de vista contábil;

Compra = valor de compra do bem;

$\sum_{i=1}^n \text{Deprec}$ = somatório do valor depreciado até o período n ;

i_{INF} = taxa de inflação.

A última premissa estabelecida para formação da planilha é a consideração dos prazos dos projetos. Casarotto Filho e Kopittke (2000) afirmam que projetos com tempo de vidas diferentes não poderiam ser comparados diretamente. Ou seja, a comparação entre um projeto com duração de 10 anos e outro com duração de 5 anos não se torna satisfatória caso a avaliação seja feita a partir de métodos como VPL, TIR e *Payback*. Desta forma, como a planilha desenvolvida para este trabalho tem o intuito de avaliar diferentes projetos, com diferentes tempos de vida, optou-se pela construção do fluxo de caixa de tal forma que permita aos colaboradores da empresa inserirem projetos com até quinze anos de vida. Além disso, os dois primeiros anos do fluxo de caixa estão detalhados em meses, caso o dono do projeto necessite de um maior detalhamento sobre o início do projeto. Para permitir a comparabilidade dos projetos, para a definição de um portfólio ótimo, a planilha transforma os fluxos de caixa de todos os projetos em fluxos com duração de 5 anos. Para isto, todos os valores a partir do 6º ano do projeto original são trazidos para o 5º ano do fluxo reduzido, como se fosse um valor residual gerado pela execução deste projeto. A taxa utilizada para trazer estes valores até o 5º ano do novo fluxo de caixa deve ser uma taxa igual à TMA utilizada pela empresa. Para os projetos que têm duração inferior a 5 anos, considera-se fluxos

iguais a zero para os períodos maiores que a vida do projeto. Implicitamente, os valores desses projetos estão sendo reaplicados à TMA. Esta suposição de reaplicação ou redução de prazos à TMA é válido numa lógica de identificação de portfólio de investimentos. Caso o objetivo fosse a comparação paritária de projetos, eles deveriam ter vidas comuns, porque as diferenças financeiras dos fluxos não necessariamente seriam reaplicados à TMA.

Considerando esta mesma restrição que envolve a comparação de projetos com vidas diferentes, optou-se por calcular o *payback* simples e descontado em função da percentagem de vida que o projeto leva para retornar o dinheiro à empresa. Por exemplo, se um projeto tem duração de 10 anos e um *payback* de 3,67 anos, considera-se um *payback* de 36,7%. Desta forma, para outro projeto com duração de 7 anos e *payback* de 3 anos, considera-se um *payback* relativo de 42,86%. O uso do percentual de vida comprometido permite uma comparação direta em termos de retorno mais fiel à realidade do portfólio.

3.2.2 Etapa 4 - Avaliação do risco e da incerteza envolvidos nos projetos

A segunda etapa da fase de avaliação econômica dos potenciais investimentos levantados corresponde a uma avaliação do risco e da incerteza envolvidos nos projetos. Como resultado desta etapa, os tomadores de decisão terão à sua disposição uma avaliação da sensibilidade de algumas variáveis envolvidas nos projetos e também disporão de uma primeira priorização, que fornecerá informações para a tomada de decisão, caso a empresa não tenha a maturidade ou a intenção de seguir nas etapas posteriores a esta.

Para obter estes produtos, a metodologia sugere que seja realizada uma avaliação dos riscos e da incerteza envolvidos em cada projeto. Visando facilitar a incorporação de algumas práticas e conceitos no ambiente da empresa, foi programado na própria planilha PAMP um campo para a realização de análises de sensibilidade, conforme exemplifica a Figura 21.

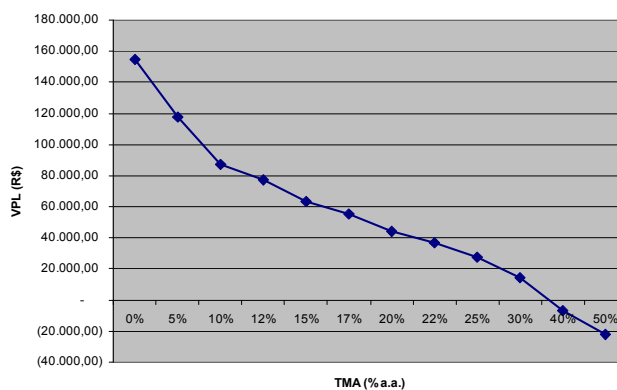


Figura 21

Gráfico para análise de sensibilidade do VPL frente à variação da TMA

Além da análise de sensibilidade do VPL frente à TMA, a planilha realiza automaticamente um gráfico com o impacto da variação da TMA frente ao resultado do *payback* descontado do projeto e um gráfico da variação dos custos do projeto frente ao resultado do seu VPL. Fica a critério do dono do projeto ou dos tomadores de decisão a realização de outras análises, como projeções de cenários ou até análises probabilísticas de algumas variáveis consideradas determinantes ou mais sensíveis a variações no projeto. É importante salientar que a PAMP fornece informações organizadas para que se torne possível a realização de análises mais profundas sobre o projeto.

3.3 FASE DE PRIORIZAÇÃO E SELEÇÃO

O objetivo principal desta fase é a avaliação dos atributos qualitativos dos projetos de investimento e a realização da seleção final dos mesmos, definindo o portfólio de investimentos para o próximo período. Dentro desta fase deverá ser realizada, além da análise multicriterial, a estruturação de um problema de pesquisa operacional, que permitirá a incorporação de restrições da empresa e de cada projeto. Uma característica importante desta nova fase é o fato dela envolver não somente os donos dos projetos e a equipe multifuncional, mas também uma equipe que neste trabalho será chamada de Equipe de Decisão. Esta última deve ser formada por pessoas responsáveis pela tomada de decisão da empresa, ligadas ao corpo gerencial da mesma. Para que seja possível a realização destas atividades, a fase de priorização e seleção foi dividida em duas etapas, conforme segue.

3.3.1 Etapa 5 - Análise multicriterial dos investimentos

Como produto desta Etapa 5 os tomadores de decisão terão em mãos um novo ranqueamento dos projetos de investimentos, só que desta vez com uma ordenação que também leva em consideração os aspectos qualitativos de cada projeto. A análise multicriterial será feita a partir do método *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC), apresentado no capítulo 2, precisamente na seção 2.3.3. Este método foi escolhido por ser apropriado à tomada de decisões de investimentos de capital, proporcionando a quantificação dos atributos qualitativos em termos monetários. Além disso, o método permite a comparação paritária dos atributos, sem exigir que as alternativas sejam comparadas entre si. Isto permite que os atributos associados a cada alternativa sejam independentes.

Para a realização desta atividade foi desenvolvida uma planilha de apoio chamada Análise Multicriterial, inserida dentro do arquivo da planilha PAMP (Figura 22). A função desta planilha é buscar as informações sobre o projeto avaliado (resultados econômicos e os quatro atributos qualitativos mais representativos, conforme explicitado na Etapa 3) e, a partir destas informações, solicitar à Equipe de Decisão que faça as comparações paritárias.

AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL DO PROJETO

Nome do projeto:	Projeto Teste
Dono do projeto:	Joana Souza
Atributos e seus impactos no projeto:	
VPL	R\$ 13.806,86
14 - ganho de produtividade	Altamente representativo
35 - melhoria na condição ergonômica	Muito representativo
13 - inovação tecnológica	Representativo
43 - aumento na satisfação do colaborador	Muito representativo

Para esta alternativa, qual a importância relativa entre:

<u>este critério</u>	<u>e</u>	<u>este outro critério</u>
VPL	-5	14 - ganho de produtividade
VPL	-3	35 - melhoria na condição ergonômica
VPL	1	13 - inovação tecnológica
VPL	5	43 - aumento na satisfação do colaborador
14 - ganho de produtividade	1	35 - melhoria na condição ergonômica
14 - ganho de produtividade	3	13 - inovação tecnológica
14 - ganho de produtividade	5	43 - aumento na satisfação do colaborador
35 - melhoria na condição ergonômica	5	13 - inovação tecnológica
35 - melhoria na condição ergonômica	7	43 - aumento na satisfação do colaborador
13 - inovação tecnológica	3	43 - aumento na satisfação do colaborador

VPL agregado =	R\$ 109.467,981
Consistência =	OK!

Figura 22 Planilha Multicriterial para avaliação de investimentos

Na Figura 22 pode-se observar que, ao preencher a PAMP, a planilha Multicriterial buscará os dados necessários para que as comparações paritárias possam ser sequencialmente realizadas. Desta forma, para a avaliação multicriterial, a Equipe de Decisão precisará somente entrar em consenso sobre a importância relativa de cada critério.

Faz-se importante destacar que a utilização de apenas quatro critérios qualitativos foi definida a partir de uma restrição do próprio método NCIC, pois quanto maior a quantidade de atributos comparados, maior é a dificuldade para que esta comparação tenha uma consistência mínima (SAATY, 1991). Outro destaque da planilha paira sobre a escolha em apresentar as comparações dois-a-dois dos critérios fora da estrutura matricial. Este formato definido na planilha facilita a interação da Equipe de Decisão, sem apresentar resultados prévios, evitando possíveis influências sobre as decisões do grupo.

Conforme destacado anteriormente, este método utiliza a escala de Saaty para realizar suas comparações, porém na PAMP esta escala é demonstrada de forma diferente para facilitar a compreensão dos decisores. Por exemplo, quando se define que um VPL de R\$

11.484,08 é menos importante que um prazo de entrega curto altamente representativo para o projeto, ao invés de apresentar-se a escala da forma '1/5' para os decisores, optou-se por apresentar '-5', por ser mais palpável para os mesmos. Assim, toda a escala de menor importância é apresentada sob a forma de sinal negativo.

Feito o preenchimento dos campos em branco apresentados na Figura 22, o cálculo da razão de consistência das comparações realizadas é feito automaticamente. Caso este índice resulte em um valor acima de 0,10, então algumas comparações deverão ser novamente estimadas. O resultado final da análise também é gerado automaticamente pela planilha, levando em consideração que os atributos qualitativos com impacto negativo para a empresa possuem seus Valores Agregados (VA_i) com sinal negativo, enquanto que os atributos positivo, recebem sinal positivo. A soma dos valores agregados de cada atributo dentro de uma alternativa resultará no VPL agregado do projeto analisado.

Terminada a análise multicriterial, novamente a empresa terá à sua disposição um ranqueamento, desta vez também levando em consideração os atributos qualitativos. Sendo assim, a empresa poderá optar entre tomar a decisão neste instante ou seguir adiante na metodologia proposta. Caso a opção da empresa seja seguir para a etapa subsequente, a sistemática propõe que os projetos classificados como **mandatários** e **concorrentes** sejam submetidos a uma modelagem matemática, na busca da melhor alocação de recursos no portfólio de projetos do próximo período.

3.3.2 Etapa 6 - Definição do portfólio de investimentos

O produto principal desta etapa é a definição final do portfólio de projetos que deverá ser implementado ao longo do período de análise. Para fornecer esta terceira priorização de projetos, está prevista a utilização de uma ferramenta de Pesquisa Operacional, denominada Programação Linear, também já discutida ao longo do capítulo 2, na seção 2.4.

Conforme apresentada na seção 2.4.1, quando se utiliza a Programação Linear para tomada de decisão de investimentos de capital em empresas, a função objetivo do problema é, geralmente, determinada pelo somatório do VPL de cada projeto. Ou seja, a lógica do problema seria a maximização dos retornos dos projetos, sendo estes representados pelo resultado do VPL de cada projeto. Por outro lado, a seção 2.4.2 discute a relação entre os fatores multicriteriais e a programação linear, salientando que neste caso pode-se utilizar como coeficientes da função objetivo os resultados da priorização advinda da análise multicriterial, neste caso do método NCIC.

Sendo assim, para a modelagem do problema de portfólio de uma empresa será considerada a seguinte estrutura:

- Função Objetivo

$$\text{Max } Z = VPL_{A1} \times x_1 + VPL_{A2} \times x_2 + \dots + VPL_{Ai} \times x_i$$

- Variáveis

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$: número de vezes que um projeto concorrente i pode ser feito;

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$: folga de recursos financeiros no período n .

- Restrições

$$-\left[\sum_{i=1}^m b_{in} \times x_i \right] + f_n - f_{n-1} \times (1 + TMA) = M_n : \text{ racionamento de capital,}$$

considerando a possibilidade de utilização de recursos de um período para outro;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i \geq 0$ e $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n \geq 0$: não-negatividade;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i \leq 1$: número de vezes que um projeto pode ser realizado;

$x_{m1}, x_{m2}, x_{m3}, \dots, x_{mj} = 1$: projetos mandatórios devem ser selecionados;

$x_t + x_k \leq 1$: relação de mútua exclusividade (projeto t não é realizado se k for);

$x_t - x_k \leq 0$: relação de contingência (projeto t só é feito se k for selecionado).

onde:

$VPL_{A1}, VPL_{A2}, \dots, VPL_{Ai}$ = retorno de cada projeto, com atributos qualitativos;

n = número de períodos do fluxo de caixa (a PAMP trabalha com até 15 anos);

b_{in} = fluxo de caixa do projeto i durante período n ;

M_n = capital disponível no período n ;

x_{mj} = projetos mandatórios.

As restrições a serem utilizadas no problema poderão ser diversas, desde restrições orçamentárias em determinados períodos, até restrições de quantidade de vezes que podem ser executados cada projeto, possibilidade de financiamentos, período máximo de recuperação de capital, entre outras. As restrições somente serão definidas a partir da validação da sistemática, quando a empresa e suas características forem totalmente conhecidas. De antemão, e a partir da classificação definida para os projetos da empresa, percebe-se que uma

das restrições a serem modeladas é a necessidade de que x_{mj} para todos os projetos mandatórios seja no mínimo igual a 1, ou seja, a programação necessariamente deverá incorporar ao portfólio aqueles projetos classificados anteriormente como mandatórios (dentro dos limites do orçamento disponível). Além disso, destaca-se que a programação a ser modelada deverá ser inteira, ou seja, as variáveis x_i não poderão ser fracionadas uma vez que não é possível implementar meio projeto, por exemplo.

A programação linear também será rodada no aplicativo *Microsoft Excel*, através da ferramenta *Solver*. O uso deste aplicativo permitirá que a empresa perpetue a sistemática na mesma sem necessidade de aquisição de outros *softwares*, como o *software Lindo*, por exemplo. Entretanto, nesta etapa uma pessoa da Equipe de Decisão deverá ser treinada com os conceitos de PO, para que esta atividade não fique sem continuidade ao longo de outros períodos de análise.

A partir da utilização da programação linear, os tomadores de decisão terão à sua disposição uma terceira priorização dos investimentos, desta vez com a incorporação não somente dos aspectos qualitativos, mas também de diversas restrições que limitam a decisão final. Com estas informações em mãos, torna-se possível definir o portfólio de investimentos da empresa, que será composto pelos projetos indicados pela programação linear, os projetos mandatórios, que irão ser implementados de qualquer maneira, e os projetos de pequeno valor, definidos ao longo da etapa 2.

3.4 FASE DE ACOMPANHAMENTO

Esta fase final tem como objetivo principal padronizar a implementação dos projetos selecionados, estipulando metas e indicadores para fazer um acompanhamento dos mesmos. Além disso, busca-se nesta fase construir um pensamento sistêmico na empresa, chamando atenção para as lições aprendidas ao longo de todo o processo de avaliação de investimentos. Para atingir estes objetivos, duas etapas foram definidas, baseadas nos três últimos processos que compõem as fases de um projeto, apresentadas pelo PMBOK (2004), conforme segue.

3.4.1 Etapa 7 – Monitoramento da implementação dos projetos

Esta etapa estará completa quando os projetos do portfólio de investimentos da empresa estiverem implementados. A principal função desta etapa é fornecer aos gestores informações individuais sobre o andamento da execução de cada projeto, respeitando o porte

de cada um. Para isto, duas atividades foram modeladas. A primeira delas é a criação de um plano de implementação padrão de projetos. Sugere-se que a empresa desenvolva um planejamento para que todos os projetos sejam executados da mesma forma, seguindo determinadas regras da empresa. Este planejamento deve ser controlado com a ajuda de algum aplicativo específico, como, por exemplo, o *MS Project*.

A segunda atividade desta etapa é criação de indicadores e metas de acompanhamento, para que possa ser monitorado o desenvolvimento de cada projeto, focando na relação ‘previsto *versus* realizado’. Esta segunda atividade tem ligação direta com a primeira, uma vez que o controle de execução padrão realizado fornecerá as informações que abastecerão os indicadores formulados. Entre os principais indicadores a serem definidos devem estar:

- Prazo de execução; e
- Custos e receitas realizados.

3.4.2 **Etapa 8 - Encerramento e retroalimentação do processo**

A segunda etapa da fase de acompanhamento do processo de avaliação de investimentos tem como produto final um banco de dados criado para abastecer os envolvidos neste processo com informações sobre projetos já executados e perpetuar na empresa o aprendizado adquirido. Para isto, propõe-se a criação de um chamado banco de ‘Lições Aprendidas’, onde todas as informações pertinentes de cada etapa da definição do portfólio de investimentos feito na empresa deverão ser inseridas e disponibilizadas para consultas. Ao disponibilizar tais informações no banco de dados, o dono do projeto estará automaticamente fazendo o encerramento oficial do seu projeto, dando início à atividade de retroalimentação da sistemática proposta.

Esta retroalimentação tem como objetivo reiniciar o processo de avaliação de investimentos, desta vez focando em acertos realizados e erros cometidos, buscando, respectivamente, repetir e descartar os mesmos das práticas da empresa. Smith (1994) destaca a importância desta etapa, uma vez que os gestores gastam muito tempo discutindo técnicas e pouco tempo focando na avaliação do previsto × realizado e no aprendizado organizacional.

No próximo capítulo do trabalho será descrita a validação parcial da sistemática proposta, no intuito de avaliar a sua aplicabilidade em um ambiente empresarial real, focando na sua aderência à estrutura gerencial da empresa.

4 VALIDAÇÃO PARCIAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a validação da sistemática de análise multicriterial de investimentos proposta. Esta validação se dará em uma empresa do ramo automotivo, que será descrita a seguir. Na seqüência será apresentada a implementação de cada uma das etapas da sistemática, focando nas customizações feitas em cada uma para melhorar a aderência da sistemática à realidade particular da empresa.

4.1 A EMPRESA

A empresa em estudo neste trabalho possui seu grupo controlador localizado na Alemanha e conta com um quadro de mais de 50 mil colaboradores, dos quais 1.800 estão no Brasil. Uma das prioridades da organização é a área de Pesquisa & Desenvolvimento. Em 2005, ela investiu US\$ 1,075 bilhão (€ 913 milhões), o equivalente a 9,5% de suas vendas nesse mesmo ano.

Capacitada para atender às diversas necessidades da indústria automobilística, o portfólio da empresa é composto por aproximadamente dois mil produtos. Suas áreas de especialização compreendem motor, sistema de tração, sistema completo de gerenciamento de ar e combustível, sistemas avançados de navegação e orientação para o motorista, diversos sensores para uma vasta gama de aplicações no veículo, produtos para otimizar o controle de emissão de poluentes, tecnologias para sistemas de segurança e contenção, sistemas de informação e navegação para veículos de passageiros e comerciais, além de módulos e sistemas instalados no compartimento do motorista.

A aplicação da sistemática proposta neste trabalho se dará em uma filial da empresa, localizada em Gravataí – RS, responsável pela montagem dos *cockpits* de dois tipos de automóveis específicos, conforme exemplifica a Figura 23.



Figura 23 *Cockpit* montado pela empresa estudada

Esta planta da empresa trabalha em um sistema *Just in Time (JIT)*, ou seja, ela opera a partir de demanda puxada, onde a montadora (cliente) repassa à empresa a sua programação diária, a qual irá determinar o ritmo de trabalho da linha. Esta, por sua vez, possui 12 postos de trabalho, todos equipados com *poka-yoke*², para o controle total, resultando em uma montagem de alta qualidade, com poucos registros de falhas (Figura 24). A empresa destaca que, além da montagem propriamente dita do *cockpit* do automóvel, ela busca constantemente soluções que otimizem de forma ergonômica, atraente e confortável a interface do produto com o usuário final, sempre procurando ofertar um custo competitivo ao mercado.

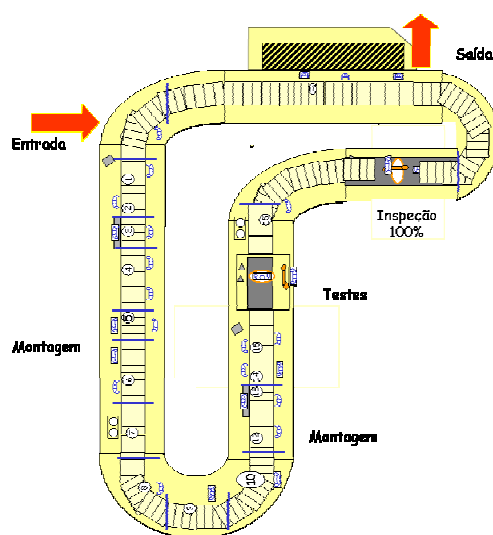


Figura 24 Layout da planta operacional da empresa estudada

A planta possui nove anos de existência e conta com a participação de 48 funcionários, dos quais 15 no setor administrativo e 33 no operacional, conforme mostra o organograma da empresa na Figura 25, que apresenta sua estrutura hierárquica, com os cargos e o número de funcionários alocados. O faturamento anual da filial é de cerca de 240 milhões de reais e o perfil da alta administração caracteriza-se por ser profissional. Atualmente, a produção diária vem atingindo novos recordes, ficando em torno de 800 *cockpits* montados ao dia. Qualidade e Meio Ambiente são valores prioritários e de destaque dentro da política da empresa, que possui certificações como ISO TS 16.949 e ISO 14.001.

²*Poka-Yoke* é um mecanismo de detecção de anormalidades que, quando acoplado a uma operação, impede a sua execução de maneira irregular. O *poka-yoke* é uma forma de bloquear as principais interferências na execução de uma atividade e para isto trabalha na detecção da causa-raiz dos defeitos, fazendo um regime de inspeção 100% (GHINATO, 2000).

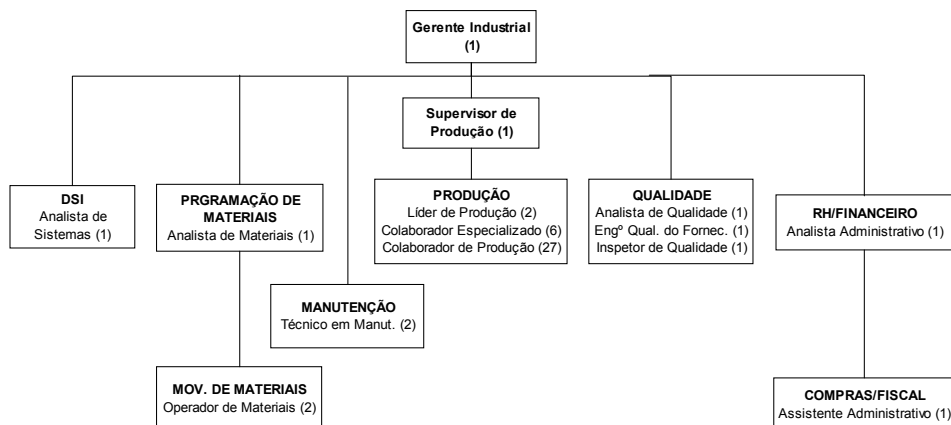


Figura 25 Organograma da empresa estudada

4.1.1 Estratégia da empresa estudada

Apesar da empresa possuir um planejamento estratégico definido, por questões de sigilo empresarial, sua divulgação neste trabalho não é autorizada. Entretanto, a empresa permite que sua missão seja divulgada e sirva de norteadora para as discussões a serem feitas ao longo do desenvolvimento da sistemática proposta. A missão da empresa é composta por 6 mandamentos, que regem suas ações, permitindo sua perpetuidade no mercado:

- Assegurar e remunerar de forma justa e atrativa o capital que nossos acionistas nos confiaram;
- Desenvolver, fabricar e vender instrumentos e sistemas para veículos automotores “em harmonia com as empresas do Grupo ... e aproveitando as sinergias existentes no grupo”;
- Garantir a continuidade do nosso negócio a longo prazo ao atender de forma exemplar os nossos clientes, despertando o seu entusiasmo e a sua fidelidade;
- Assegurar a continuidade do nosso negócio através da entrega ao mercado de produtos de extraordinária qualidade;
- Cuidar da saúde e da continuidade dos negócios, criando um ambiente de trabalho com respeito, alta motivação e satisfação profissional para os nossos funcionários;
- Respeitar a sociedade e suas leis zelando pelo meio-ambiente.

A partir da missão, pode-se perceber que quesitos como meio-ambiente, saúde e segurança e qualidade são aspectos considerados muito importantes pela organização. Isto acaba refletindo diretamente na estrutura da mesma, que desenvolveu duas políticas divulgadas através de painéis para seus colaboradores: a Política de Qualidade e a Política

Ambiental. A primeira destaca a importância de produzir com qualidade, para satisfazer o cliente, buscando sempre a melhoria contínua, através do incentivo a treinamentos, motivação do colaborador, segurança e meio-ambiente. A segunda política prega a prevenção e eliminação de impactos ao meio-ambiente, atendendo legislações ambientais, divulgando esta consciência através da educação e incentivando a adoção desses princípios aos parceiros e fornecedores.

Todas estas ações da empresa visam à melhoria do ambiente de trabalho, buscando atingir as metas de produção estabelecidas, sem necessariamente danificar ou explorar de forma inadequada os recursos disponíveis. Serão a partir destas políticas e da missão da empresa que será discutida a definição de um portfólio de investimentos que se encaixe nos requisitos estabelecidos pela direção da organização.

4.1.2 Atual processo de avaliação de investimentos da empresa estudada

A filial da empresa estudada não possui uma metodologia de análise de investimentos sistematizada. As avaliações, quando realizadas, são feitas para projetos de maior porte, que envolvem desembolsos financeiros mais altos relativamente ao orçamento anual disponível. A partir da aplicação da entrevista semi-estruturada, percebeu-se que as oportunidades de investimento da empresa surgem, basicamente, das constatações das áreas e da necessidade das mesmas. Verificou-se que investimentos mais estratégicos e de longo prazo são sugeridos pela alta diretoria da empresa, localizada em Guarulhos - SP. Quanto ao método de avaliação utilizado pela empresa para analisar seus investimentos, o gerente da planta afirma que os investimentos correntes não são avaliados economicamente. Esta é uma das características que fez com que a validação deste trabalho fosse de interesse da mesma. Apesar dos projetos não avaliados serem de porte menor, a quantidade e recorrência dos mesmos justificam a implantação de uma sistemática para apoio à tomada de decisão.

Para projetos de grande porte, os métodos utilizados para avaliação são o VPL, a TIR e o *payback* simples. Na ordem de importância, o gerente aponta o *payback* como o norteador da decisão final, pois, por ser uma planta muito focada em produtividade, o retorno do investimento o quanto antes é primordial para a organização. A TMA utilizada para a análise é definida em São Paulo, pela equipe financeira da empresa. Esta taxa atualmente está em torno de 13% a.a.. Quanto à avaliação de riscos envolvidos, a empresa utiliza somente a redução do tempo de retorno do investimento, isto é, reduz o *payback* máximo exigido. A incorporação da inflação é feita de forma homogênea, sem impactar de forma diferenciada

nos componentes da avaliação. No que tange à incorporação de atributos qualitativos na análise, a empresa a faz de forma intuitiva, a partir de reuniões, sem um método formal. A falta de um método formal também aparece no quesito definição de portfólio final. A empresa prioriza e seleciona seus investimentos pelo maior retorno proporcionado.

O acompanhamento de projeto é feito pelo dono do projeto, chamado pela empresa de Gerente de Projeto. Este se responsabiliza pelo controle e responde pelo projeto em reuniões semanais com a diretoria. A retroalimentação do processo é feita de maneira informal, sem atingir todos os envolvidos no mesmo.

O interesse da empresa em aplicar a sistemática aqui proposta justifica-se principalmente pela carência que a filial apresenta no processo de avaliação de seus investimentos. Anualmente, muitos projetos vindos de diferentes áreas da empresa são levantados, porém não são avaliados os potenciais retornos econômicos e qualitativos decorrentes de suas eventuais implementações. Com o crescimento da planta e a necessidade constante de aprimorar e melhorar seus processos internos, o gerente de Gravataí sustenta a importância e a necessidade de que um processo sistêmico de análise de investimentos seja implantado, no intuito de melhorar a tomada de decisão de investimentos de capital da empresa.

Do ponto de vista da aplicação da sistemática proposta, a empresa escolhida proporcionou que todos os passos da metodologia pudessem ser implementados, permitindo a validação de todas as fases e etapas propostas. Como a planta de Gravataí possui um orçamento anual restrito ao uso em projetos de qualquer natureza (estratégicos, operacionais, de manutenção, entre outros) e ainda possui uma quantidade de projetos de investimentos que exige recursos acima do valor deste orçamento, a discussão sobre definição de um portfólio ótimo poderá ser realizada por completo. Desta forma, a planta de Gravataí, neste trabalho, será encarada como uma empresa independente, considerando o orçamento definido em São Paulo para ela como montante total de recursos próprios disponíveis para a empresa no próximo período.

4.2 APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

A partir do mês de junho do ano de 2007, iniciou-se o processo de aplicação na empresa da sistemática proposta. No Apêndice G estão detalhados o cronograma e as atividades que foram realizadas ao longo da aplicação. O prazo total previsto para implementação da sistemática foi de cerca de cinco meses, sendo considerados críticos os

meses de agosto e setembro, onde o trabalho da equipe envolvida foi mais desgastante, exigindo um número maior de encontros e também um acompanhamento semanal. A seguir serão descritas e discutidas as validações de cada uma das fases e etapas da sistemática proposta na empresa estudada.

4.2.1 Fase de Identificação

4.2.1.1 Etapa Preparatória

Antes da realização das atividades previstas nesta etapa, foi apresentada, no mês de junho, a sistemática proposta para o gerente da planta de Gravataí da empresa, visando conseguir o seu apoio e interesse na implantação do trabalho. Com a intenção de validação da proposta na empresa, o segundo passo foi discutir as particularidades de cada etapa e pensar em possíveis nomes de colaboradores para a formação da equipe multifuncional (EM). A primeira atividade prevista para esta etapa era justamente a definição da equipe, que irá interagir diretamente no processo de avaliação multicriterial de investimentos. Para isto, foram alocados nove colaboradores da área administrativa da empresa, pois ela possui uma estrutura enxuta e havia o interesse do gestor de que a maioria dos funcionários alocados a esta área participasse diretamente do processo de avaliação. Desta forma, a EM foi formada pelos seguintes representantes: (i) gerente da planta; (ii) supervisor de produção; (iii) analista de sistemas/controladoria; (iv) analista de materiais; (v) analista da qualidade; (vi) engenheiro da qualidade do fornecedor/processos; (vii) analista administrativo/RH; (viii) técnico de manutenção; (ix) assistente administrativo/compras.

Formada a equipe, fez-se necessário a realização de um treinamento para o nivelamento dos conhecimentos, pois como as formações dos componentes da equipe eram bastante diferenciadas, tornou-se crucial para o bom andamento do trabalho que todos tivessem domínio sobre os conceitos e passos a serem utilizados ao longo da implementação. Este treinamento foi dividido em dois módulos, ambos realizados aos sábados. O primeiro buscou a adequação da sistemática proposta, com uma discussão mais aprofundada sobre as práticas da empresa, além do fechamento do cronograma de trabalho a ser desenvolvido. Neste primeiro módulo, cada fase, etapa e atividade da sistemática foi discutida no intuito de validar conceitos e a aderência dos mesmos à empresa. O segundo módulo teve como objetivo discutir a parte de engenharia econômica, mais precisamente os conceitos explicitados no capítulo 2, na seção 2.2, incluindo o uso da planilha PAMP, para familiarização dos futuros

usuários. Como resultado do treinamento, algumas customizações na planilha foram solicitadas, assim como foi possível uniformizar os conhecimentos da equipe, que passou a enxergar todo o processo de forma clara, tendo motivação para seguir para a próxima atividade.

A última atividade da Etapa Preparatória consiste na discussão da estratégia da empresa e a ligação da mesma com os projetos de investimentos de capital levantados. Para isto, ao final do segundo módulo do treinamento foi feita uma discussão sobre a missão da empresa, focando nos valores e nas políticas definidas pela mesma, de forma a permitir que a EM associe seus projetos à estratégia e visualize o impacto que cada projeto irá ter no seu resultado. Além disso, estava prevista para esta etapa a definição dos atributos qualitativos relevantes para a organização, a fim de incorporá-los na análise em um momento posterior. Para isto, foi realizada uma reunião exclusiva, uma semana após a realização do segundo módulo do treinamento, onde as 10 famílias levantadas no estudo de campo foram apresentadas como exemplo e, através de um *brainstorming* com a EM, foram definidos os atributos importantes para esta companhia, conforme sugere Saaty (1991). No intuito de facilitar a compreensão de todo o grupo focado, desenvolveu-se um pequeno esquema (Figura 26), discutindo os atributos divididos em quatro grandes grupos: 1) Entrada do projeto, com atributos que envolvem características dos fornecedores; 2) Processo do projeto, com atributos como impacto na qualidade e na produtividade; 3) Ambiente que circunda o projeto, com atributos que envolvem saúde e segurança, por exemplo; e 4) Saída do projeto, com atributos como impacto na imagem da empresa.

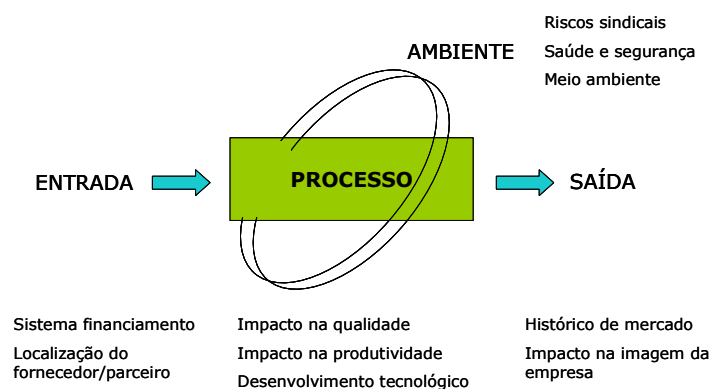


Figura 26 Esquema para apoiar a determinação de atributos qualitativos

Com a participação do grupo focado, elaborou-se uma lista com 56 atributos qualitativos, entre atributos positivos (que ajudam a empresa) e negativos (que são prejudiciais à empresa), conforme mostrado no Apêndice H. Esses atributos deram origem ao

banco de atributos qualitativos a ser disponibilizado na planilha PAMP para futura análise multicriterial.

4.2.1.2 Etapa 1 – Busca por oportunidades de investimento

Esta etapa teve início ao final do primeiro módulo do treinamento realizado. Ao final dele, quando os participantes já haviam tido contato com a sistemática proposta e cada uma de suas etapas, foi solicitado que eles iniciassem a organização de uma lista de projetos desejados para o próximo período. Os componentes da equipe mostraram-se motivados na busca de oportunidades de investimento e comprometeram-se a apresentar cada um a sua lista em uma reunião específica. Fazendo isto, foi possível validar alguns projetos previamente, e proporcionar mais tempo de pesquisa para a equipe, que agora contaria com a missão e a política da empresa revisada, proporcionando a criação de novos projetos.

Ao final desta etapa, foi possível montar uma lista com 70 projetos, sendo que os projetos de número 02, 28, 32 e 54 foram retirados da lista por já terem iniciado no período 2007, os projetos 05 e 13 foram cancelados por motivos técnicos e o projeto 12 foi realocado juntamente ao projeto 22, conforme Apêndice I. Entre os 63 projetos restantes, 23 deles foram classificados como mandatórios e 40 como concorrentes. Os projetos mandatórios podem ser divididos em projetos a serem implementados obrigatoriamente por fator técnico, incluindo 11 projetos para adequação a normas de saúde e segurança e manutenções indispensáveis na planta que, caso não realizados, prejudicam o andamento da produção, e projetos mandatórios por fator estratégico. Neste último caso, tem-se 12 projetos solicitados pela alta direção da empresa ou propostos pela equipe da planta de Gravataí, que os listou devido à sua ligação com interesses da companhia.

Antes de iniciar a etapa seguinte, fez-se uma reunião para validar todos os projetos e definir o gerente, a aplicação, a classificação e a origem de cada projeto, bem como definir uma equipe responsável diretamente pela coleta de dados. Todos os participantes da equipe multifuncional foram definidos como gerente de algum projeto. Dos 63 projetos elencados, 5 tiveram origem estratégica, definidos pelo gerente da planta e/ou diretores da empresa, 39 surgiram a partir de necessidades constatadas pelas pessoas das diferentes áreas da empresa e 19 surgiram a partir da política da empresa de longo prazo. Devido à necessidade de confidencialidade dos dados, os nomes dos projetos serão mantidos em sigilo. Os projetos, então, serão chamados conforme seus números determinados na lista de projetos.

4.2.1.3 Etapa 2 – Coleta de informações pertinentes aos projetos

A validação desta etapa começa com uma discussão sobre a definição do orçamento estipulado para o próximo período para a filial da empresa em Gravataí. Constatou-se que a filial não possui nenhuma sistemática ou prática de organização de seus projetos para o próximo período. Isto faz com que ela não inclua em seu orçamento anual uma previsão de gastos para a maioria de seus projetos. O orçamento anual solicitado pela filial é baseado nos custos ocorridos no período anterior, considerando uma pequena margem de aumento.

A empresa possui um *software* SAP que a estrutura em centros de custos. A filial estudada é representada por 4 centros de custos: (i) Produção, onde todos os custos de materiais, mão-de-obra direta, manutenções de máquinas na linha, entre outros, são alocados mensalmente; (ii) Administração, onde os custos indiretos, como mão-de-obra, são alocados; (iii) Prédios/Terrenos, onde os custos com manutenção predial, depreciações, condomínio, energia elétrica, água, entre outros, são alocados; e (iv) Afastados, centro de custos que aloca mão-de-obra fora de atividade na empresa. É a partir destes centros de custos que a empresa projeta seus custos para o próximo período. Verificou-se que os projetos implementados no período anterior foram alocados aos centros de custos, o que permite ao gestor incluir, mesmo ainda sem saber quais serão seus projetos, uma reserva de valor para investimentos; porém, esta parcela não é pontualmente conhecida e, de acordo com o gerente da filial, na maioria das vezes não é suficiente para a realização dos projetos necessários.

O ano fiscal da empresa inicia em 1º de outubro e encerra em 30 de setembro, seguindo a estrutura da matriz situada na Alemanha. Desta forma, para o próximo período, chamado de 2007/2008, a filial pretende, a partir da validação deste trabalho, estruturar um orçamento específico para projetos de investimento. Sendo assim, durante a aplicação da sistemática, o orçamento discutido será um segundo orçamento, que deverá ser disponibilizado para a implementação de alguns dos 63 projetos de investimentos elencados anteriormente. O valor deste orçamento ainda não foi totalmente estipulado pela filial em Guarulhos, devendo ficar entre R\$ 1.000.000,00 e R\$ 1.500.000,00. O gerente da filial de Gravataí não descarta a possibilidade de solicitar e conseguir um orçamento maior, dependendo dos resultados apresentados pelos projetos listados.

Feita a discussão sobre o orçamento disponível para a empresa, passou-se a discutir a possibilidade de definição de um orçamento pequeno para as diferentes áreas, para que estas possam ser independentes quanto à realização dos chamados projetos de **pequeno valor**. Estes projetos podem ser desde a compra de uma impressora até a contratação de pequenos

serviços, por exemplo. Percebeu-se que não faz parte da política da empresa a descentralização da decisão de consumo de recursos. Sendo assim, o orçamento para projetos de pequeno valor deverá ser centralizado no gerente da planta, que aprova quaisquer aquisições para a mesma. Entretanto, na atual situação da empresa, para o próximo período os projetos de pequeno valor deverão obter recursos do primeiro orçamento mensal definido a partir dos centros de custos da filial. Com isto, o segundo orçamento a ser definido pela filial de Guarulhos será utilizado estritamente para os projetos chamados de **alto valor**, ou seja, o orçamento será utilizado somente para a alocação dos projetos selecionados entre os 63 elencados.

Como a classificação dos projetos de alto valor entre mandatórios e concorrentes já havia sido feita na etapa 1, o próximo passo da equipe foi iniciar a quantificação dos atributos qualitativos de cada projeto e a montagem do fluxo de caixa dos mesmos, a partir dos dados econômicos a serem levantados pelo gerente e equipe de cada projeto. Neste momento, iniciou-se o uso da planilha PAMP, difundida e customizada para a empresa estudada, onde os primeiros campos de cada projeto puderam ser preenchidos, como a justificativa e as vantagens e desvantagens do projeto, conforme exemplificado na Figura 19 anteriormente apresentada. Além disso, como o banco de atributos qualitativos já havia sido desenvolvido na etapa preparatória, foi possível permitir a esta altura do trabalho que cada dono de projeto e equipe associada pudesse escolher os atributos qualitativos que têm impacto direto sobre eles. Para eleger os quatro mais importantes que devem ser considerados em etapa posterior para a realização da análise multicriterial, sugeriu-se que, caso a equipe não convirja diretamente para o resultado, fosse utilizada a votação secreta dos atributos, elegendo-se, assim, aqueles mais votados pela equipe. Isso permitirá que não haja manipulação nem influência de um ou mais membros da equipe na decisão final.

Preenchida a primeira parte da planilha, os envolvidos partiram para a coleta de dados e informações econômicas para permitir a montagem do fluxo de caixa de cada projeto. Este momento pode ser considerado o mais crítico, pois exige um grau de aprofundamento no projeto, ao qual normalmente os colaboradores da empresa não estão acostumados. Para coletar as informações necessárias, os colaboradores solicitaram muitas vezes orçamentos com uma ou mais empresas especializadas em determinados serviços, recorreram ao histórico da empresa e à experiência de trabalho na companhia.

Esta etapa 2, de definição do orçamento, discussão dos projetos e início da coleta de informações pertinentes durou cerca de 2 meses, e foi onde a equipe multifuncional apresentou maior dificuldade e resistência.

4.2.2 Fase de Avaliação Econômica

4.2.2.1 Etapa 3 – Avaliação econômica dos projetos

Antes do início do preenchimento dos dados econômicos levantados na etapa 2, foi necessário realizar uma discussão sobre a Taxa Mínima de Atratividade a ser utilizada na PAMP pela empresa estudada. Para isto, fez-se uma discussão com os responsáveis pelo setor financeiro da empresa, situado na filial em Guarulhos. Percebeu-se que a empresa não fica confortável em discutir tais aspectos com uma pessoa externa; entretanto, foi possível conseguir algumas informações a respeito da taxa considerada. A empresa, no Brasil, não utiliza recursos de terceiros para realizar seus investimentos. Quando o faz, é uma parcela relativamente pequena, financiada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a uma taxa regularizada pela Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) (cerca de 6,5% a.a.). Desta forma, a empresa considera, para a TMA, somente a parcela de capital próprio, estipulada pela matriz da empresa na Alemanha. De acordo com o diretor financeiro da companhia, o custo de capital próprio da empresa está cotado em 8% a.a., considerando esta taxa na moeda europeia, o Euro (€). Incorporando uma correção monetária de cerca de 4,5% a.a. (entre o € e o R\$), obtém-se um custo de capital da empresa no Brasil de cerca de 13% a.a., aprovado pela diretoria financeira local da mesma para a avaliação dos investimentos na filial. Sendo assim, 13% ao ano é a taxa considerada nos cálculos de VPL e *payback* descontado de todos os projetos avaliados no estudo.

Definida a TMA da empresa e atualizada a mesma em todas as planilhas, os donos de projeto e suas equipes iniciaram o preenchimento do restante da planilha. Como os dados financeiros já haviam sido levantados pela equipe, foi preciso apenas organizá-los, definindo os prazos dos projetos. Percebeu-se, nesta etapa, um paralelismo de atividades, com a busca pelos dados econômicos muitas vezes ocorrendo ao mesmo tempo em que a planilha era preenchida. Devido à dificuldade de alguns membros da equipe em visualizar potenciais receitas, foi inserido na planilha um campo facilitador utilizado para calcular potenciais economias a serem efetuadas com a realização do projeto. O gerente da planta elencou 6 tipos de redução de despesa mais comuns em projetos da filial, as quais, se quantificadas, fazem com que a planilha forneça automaticamente a economia financeira proporcionada para a empresa.

A Figura 27 apresenta o campo inserido na planilha para auxiliar os membros da equipe a definir receitas nos projetos analisados. A recepção à incorporação deste campo foi

muito positiva e percebeu-se claramente que houve maior facilidade de interação com a planilha depois de sua inserção. Os parâmetros utilizados para os cálculos são editáveis e foram baseados na projeção enviada pelos responsáveis situados em Guarulhos para o ano de 2007/2008 da filial de Gravataí.

Check list sobre possíveis economias a serem realizadas com a execução deste projeto:

Estas economias só entrarão no fluxo de caixa do projeto se efetivamente representarem um ganho para a empresa. Por exemplo, caso as horas de mão-de-obra direta economizadas sejam utilizadas para uma outra atividade, resultando na não necessidade de contratação de outro funcionário.

1) Tempo de mão-de-obra direta:	<input type="text"/>	s/cockpit	→	<input type="text"/>	R\$ 0,00	/mês	
2) Tempo de mão-de-obra indireta:	<input type="text"/>	h/dia	→	<input type="text"/>	R\$ 0,00	/mês	
3) Área liberada:	<input type="text"/>	m ²	→	<input type="text"/>	R\$ 0,00	/mês	
4) Material economizado:	<input type="text"/>	unid./dia	→	<input type="text"/>	reais/unid.	R\$ 0,00	/mês
5) Serviço terceirizado economizado:	<input type="text"/>	R\$/mês	→	<input type="text"/>	R\$ 0,00	/mês	
6) Energia elétrica economizada:	<input type="text"/>	Kw/h	→	<input type="text"/>	R\$ 0,00	/mês	

Figura 27 Campo de ajuda para definição de economias causadas pelos projetos

Pode-se observar que as principais economias associadas aos projetos realizados na empresa baseiam-se em redução de tempo na linha de montagem, permitindo melhor utilização da mão-de-obra direta da planta; redução de horas na execução de determinadas atividades administrativas, o que proporciona ganho de mão-de-obra indireta, não necessitando expandir o número de funcionários nesta área; ganho de área liberada de estoque, não necessitando expansão da fábrica e reduzindo, assim, os custos de manutenção predial, água, luz, etc.; economia de materiais; economia de serviços terceirizados; e economia com energia elétrica. Além destas economias, outras foram identificadas nos projetos da empresa, como por exemplo, redução do número de roubos de aparelhos celulares e computadores portáteis, associada ao projeto de instalação de câmeras de segurança na estrutura da empresa.

A previsão para o próximo período é que o cliente da empresa solicite cerca de 20 a 25% a mais de produtos por dia. Isto acarreta diretamente na necessidade de aumento considerável da produção diária na linha de montagem. Para que isto seja possível, a empresa aposta em projetos cuja finalidade seja a otimização dos funcionários na linha de produção e de suas atividades desenvolvidas. No intuito de evitar potenciais contratações, que aumentariam o custo do centro de produção, muitos projetos listados têm como característica a implantação de tecnologias na linha de montagem, que proporcionarão a redução do tempo de processamento das atividades dos funcionários, permitindo redução do *takt time* do produto, e possibilitando aumento de produção sem aumento de mão-de-obra direta. Desta forma, muitos projetos utilizam o conceito de receita potencial, quando pressupõem que um determinado investimento reduzirá uma parcela representativa do salário de um funcionário e

gerará uma receita proporcional ao número de *cockpits* fabricados pelo tempo economizado com o investimento.

A planilha de avaliação de cada um dos 63 projetos consta em anexo no CD do Apêndice E, na pasta AVALIAÇÃO DE PROJETOS. Todas as premissas utilizadas nas análises estão inseridas e detalhadas na memória de cálculo da própria planilha. Por exemplo, o projeto 29, da área de logística, pressupõe um investimento de R\$ 40.000,00 que proporcionará durante 10 anos um ganho de 2 segundos por *cockpit* na linha, gerando uma economia de R\$ 87,86 por mês na parcela do salário de um funcionário, e um ganho de R\$ 1.100,00 por mês, na fabricação potencial de mais produtos por dia. Além disso, o investimento necessitará de manutenções estimadas em R\$ 100,00 por mês. A partir destas informações, a PAMP calculou o resultado do projeto que, neste caso, tornou-se atrativo, pois seu VPL é R\$ 13.806,86, a TIR é 23,43%, a TIRM é 20,09%, o *payback* simples é cerca de 4 anos e o descontado equivale a 6 anos.

4.2.2.2 Etapa 4 - Avaliação do risco e da incerteza envolvidos nos projetos

Com a montagem dos fluxos de caixa de todos os projetos pronta e a inserção das informações devidamente feitas na planilha PAMP, o resultado econômico foi gerado instantaneamente. Além disso, a PAMP ainda forneceu uma análise de sensibilidade dos projetos, o que permitiu que fosse avaliado o comportamento de cada projeto frente à variação de uma de suas variáveis determinantes. No caso da empresa em questão, foi avaliada a sensibilidade dos projetos frente à variação da TMA e dos custos dos projetos. Percebeu-se que alguns projetos são mais sensíveis a estas variações, indicando a necessidade de maior atenção ao contexto dos mesmos, para evitar possíveis prejuízos futuros. Um exemplo deste tipo de análise pode ser representado pelos projetos de números 33 e 42. O projeto 33 possui um fluxo de caixa com investimento de R\$ 84.280,00, com ganhos de 3.596,00 a partir da redução de energia elétrica, e custos de manutenção estimados em R\$ 500,00/mês, além de um custo inicial de R\$ 10.000,00 em materiais e instalação do projeto. Os indicadores econômicos do projeto são : VPL = R\$ 58.773,25, TIR = 32,18%, TIRM = 26,09, *payback* simples = 3,24 anos e *payback* descontado = 4,46 anos.

Por sua vez, o projeto de número 42 exige investimento inicial de R\$ 20.000,00 na compra de um dispositivo para teste, tendo como custo estimado somente a manutenção equivalente a R\$ 100,00/mês, e nenhuma receita associada. O resultado do projeto apresenta

os seguintes índices: VPL = -20.145,74, TIR e TIRM não calculáveis, e *payback* indicando que o projeto não se paga.

A Figura 28 apresenta os gráficos resultantes da análise de sensibilidade feita variando a TMA da empresa e avaliando o impacto desta variação no resultado (VPL) dos projetos 33 e 42, respectivamente. Pode-se observar que, pelo fato do fluxo de caixa do projeto 33 ser composto por parcelas positivas a partir do período 1, quanto maior a taxa de desconto, mais exige-se que o projeto seja rentável e, conseqüentemente, pior torna-se o resultado esperado do mesmo. Além disso, pode-se encontrar a taxa a partir da qual o projeto passa a ser inviável, ou seja, o projeto passa a não dar mais retorno.

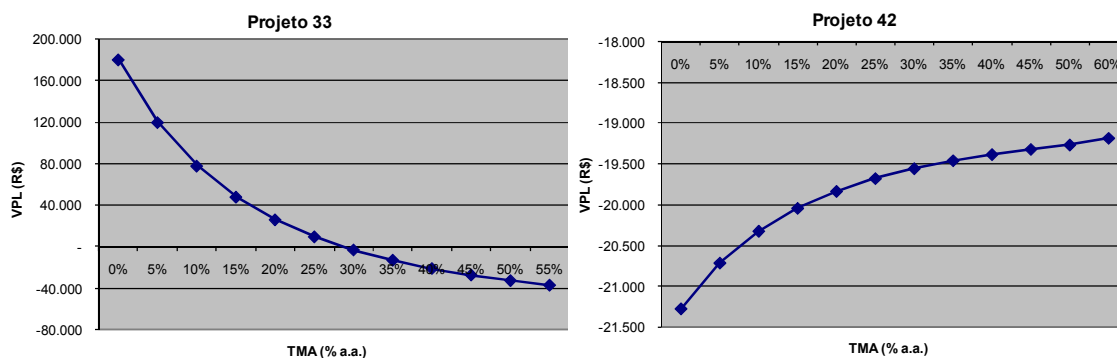


Figura 28 Gráficos do VPL dos projetos 33 e 42 frente à variação da TMA

Entretanto, analisando o gráfico do projeto 42, pode-se perceber que quanto maior a TMA da empresa definida, mais interessante torna-se o projeto, ou seja, menor torna-se o prejuízo ao implementar o projeto. Isto acontece pois o fluxo de caixa de um projeto como o 42 apresenta valores predominantemente negativos ao longo do período analisado e estes, ao serem trazidos para o instante zero para cálculo do VPL, são absorvidos pela taxa, apresentando um resultado mais atrativo. Estes são exemplos de análises que podem ser feitas a partir da análise de sensibilidade realizada pela PAMP. O objetivo principal é fornecer mais elementos para apoio à tomada de decisão final.

A possibilidade de realizar uma análise de risco mais aprofundada para alguns dos projetos não foi testada na prática neste estudo, pois a organização não estava com maturidade suficiente para tal, além do prazo para a seleção dos projetos exigir que a tomada de decisão ocorresse antes do término do mês de outubro.

Após as análises dos resultados dos projetos, foi possível realizar a primeira priorização dos projetos analisados, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 *Ranking 1* dos projetos avaliados (econômico)

ECON	Núm	Classificação	VPL	Investimento	Invest. Acum.
1º	3	Mandatário	R\$ 360.398,58	R\$ 600.000	R\$ 600.000
2º	36	Mandatário	R\$ 214.362,15	R\$ 8.278	R\$ 608.278
3º	9	Mandatário	R\$ 18.712,93	R\$ 30.000	R\$ 638.278
4º	25	Mandatário	R\$ 5.285,25	R\$ 20.000	R\$ 658.278
5º	46	Mandatário	R\$ 4.447,84	R\$ 20.000	R\$ 678.278
6º	49	Mandatário	R\$ 997,31	R\$ 1.100	R\$ 679.378
7º	11	Mandatário	R\$ 447,73	R\$ 450	R\$ 679.828
8º	24	Mandatário	(R\$ 376,22)	R\$ 3.160	R\$ 682.988
9º	59	Mandatário	(R\$ 753,45)	R\$ 3.000	R\$ 685.988
10º	15	Mandatário	(R\$ 1.950,01)	R\$ 3.000	R\$ 688.988
11º	18	Mandatário	(R\$ 2.567,11)	R\$ 4.000	R\$ 692.988
12º	21	Mandatário	(R\$ 6.721,79)	R\$ 10.500	R\$ 703.488
13º	19	Mandatário	(R\$ 9.408,80)	R\$ 15.000	R\$ 718.488
14º	37	Mandatário	(R\$ 10.345,92)	R\$ 15.000	R\$ 733.488
15º	67	Mandatário	(R\$ 11.588,13)	R\$ 15.000	R\$ 748.488
16º	57	Mandatário	(R\$ 12.545,33)	R\$ 15.000	R\$ 763.488
17º	64	Mandatário	(R\$ 21.265,71)	R\$ 20.000	R\$ 783.488
18º	16	Mandatário	(R\$ 25.091,69)	R\$ 30.000	R\$ 813.488
19º	51	Mandatário	(R\$ 29.559,29)	R\$ 30.000	R\$ 843.488
20º	63	Mandatário	(R\$ 31.366,43)	R\$ 35.000	R\$ 878.488
21º	50	Mandatário	(R\$ 32.403,91)	R\$ 35.000	R\$ 913.488
22º	61	Mandatário	(R\$ 39.543,25)	R\$ 75.000	R\$ 988.488
23º	23	Mandatário	(R\$ 78.977,32)	R\$ 95.000	R\$ 1.083.488
24º	69	Concorrente	R\$ 110.243,89	R\$ 40.000	R\$ 1.123.488
25º	27	Concorrente	R\$ 100.700,22	R\$ 50.000	R\$ 1.173.488
26º	60	Concorrente	R\$ 70.004,93	R\$ 45.000	R\$ 1.218.488
27º	41	Concorrente	R\$ 61.023,99	R\$ 35.000	R\$ 1.253.488
28º	33	Concorrente	R\$ 58.773,25	R\$ 84.280	R\$ 1.337.768
29º	66	Concorrente	R\$ 31.804,95	R\$ 43.777	R\$ 1.381.545
30º	62	Concorrente	R\$ 23.760,94	R\$ 25.000	R\$ 1.406.545
31º	58	Concorrente	R\$ 23.290,25	R\$ 25.000	R\$ 1.431.545
32º	26	Concorrente	R\$ 20.243,08	R\$ 22.000	R\$ 1.453.545
33º	44	Concorrente	R\$ 16.915,37	R\$ 35.000	R\$ 1.488.545
34º	4	Concorrente	R\$ 16.506,80	R\$ 35.000	R\$ 1.523.545
35º	40	Concorrente	R\$ 14.796,28	R\$ 12.000	R\$ 1.535.545
36º	68	Concorrente	R\$ 14.456,16	R\$ 4.300	R\$ 1.539.845
37º	29	Concorrente	R\$ 13.806,86	R\$ 40.000	R\$ 1.579.845
38º	56	Concorrente	R\$ 9.789,46	R\$ 20.000	R\$ 1.599.845
39º	45	Concorrente	R\$ 9.555,69	R\$ 12.000	R\$ 1.611.845
40º	48	Concorrente	R\$ 8.948,23	R\$ 18.000	R\$ 1.629.845
41º	43	Concorrente	R\$ 8.555,78	R\$ 32.000	R\$ 1.661.845
42º	65	Concorrente	R\$ 8.112,50	R\$ 12.000	R\$ 1.673.845
43º	6	Concorrente	R\$ 1.265,40	R\$ 15.000	R\$ 1.688.845
44º	70	Concorrente	R\$ 1.044,12	R\$ 200.000	R\$ 1.888.845
45º	52	Concorrente	R\$ 125,96	R\$ 8.000	R\$ 1.896.845
46º	53	Concorrente	(R\$ 989,68)	R\$ 4.000	R\$ 1.900.845
47º	22	Concorrente	(R\$ 1.306,62)	R\$ 2.000	R\$ 1.902.845
48º	30	Concorrente	(R\$ 1.339,64)	R\$ 2.200	R\$ 1.905.045
49º	38	Concorrente	(R\$ 2.593,46)	R\$ 4.000	R\$ 1.909.045
50º	35	Concorrente	(R\$ 4.585,31)	R\$ 7.763	R\$ 1.916.807
51º	39	Concorrente	(R\$ 6.533,12)	R\$ 10.000	R\$ 1.926.807
52º	14	Concorrente	(R\$ 7.417,30)	R\$ 11.500	R\$ 1.938.307
53º	55	Concorrente	(R\$ 7.850,20)	R\$ 10.000	R\$ 1.948.307
54º	7	Concorrente	(R\$ 8.223,58)	R\$ 22.500	R\$ 1.970.807
55º	17	Concorrente	(R\$ 8.897,21)	R\$ 14.000	R\$ 1.984.807
56º	47	Concorrente	(R\$ 11.775,29)	R\$ 15.000	R\$ 1.999.807
57º	34	Concorrente	(R\$ 12.495,49)	R\$ 20.600	R\$ 2.020.407
58º	8	Concorrente	(R\$ 13.188,24)	R\$ 31.000	R\$ 2.051.407
59º	10	Concorrente	(R\$ 14.677,45)	R\$ 17.500	R\$ 2.068.907
60º	42	Concorrente	(R\$ 20.145,74)	R\$ 20.000	R\$ 2.088.907
61º	31	Concorrente	(R\$ 21.246,70)	R\$ -	R\$ 2.088.907
62º	20	Concorrente	(R\$ 73.835,33)	R\$ 90.000	R\$ 2.178.907
63º	1	Concorrente	(R\$ 134.465,48)	R\$ 220.000	R\$ 2.398.907

Pode-se observar pelo *ranking* resultante que apenas 7 dos 23 projetos mandatórios da empresa conseguem trazer algum retorno financeiro direto para a mesma. Isto se justifica na medida em que a grande maioria destes projetos são investimentos em saúde e segurança do colaborador, e em projetos como estes a associação de um retorno financeiro não é direta, pois o maior retorno que a empresa terá é através de atributos qualitativos, como satisfação do colaborador e prevenção de acidentes, por exemplo. Percebe-se, também, que dos 40 projetos concorrentes avaliados, 22 deles são viáveis economicamente, enquanto que os outros 18 não apresentam retornos financeiros satisfatórios.

Para que uma primeira seleção de projetos fosse possível, foi feita a listagem dos investimentos necessários para a implantação de cada projeto. Caso seja de interesse da empresa a realização de todos os projetos, a mesma precisará desembolsar no próximo período cerca de R\$ 2.400.000,00. Caso ela tenha a intenção de realizar, além dos mandatórios, todos os outros projetos que se mostraram financeiramente viáveis, a empresa deverá investir cerca de R\$ 1.900.000,00. Em último caso, se a empresa desejar investir somente em projetos classificados como mandatórios, ela deverá investir R\$ 1.100.000,00. Ou seja, como os investimentos classificados como mandatórios serão necessariamente implementados durante o próximo período, sabe-se de antemão que a empresa deverá investir no mínimo cerca de R\$ 1.100.000,00 em projetos no próximo período.

A próxima etapa da sistemática proposta é a realização da análise multicriterial, para incorporar a importância dos atributos qualitativos na análise.

4.2.3 Fase de Priorização e Seleção

4.2.3.1 Etapa 5 - Análise multicriterial dos investimentos

Para a realização da análise multicriterial foi estruturada uma Equipe de Decisão que participou da avaliação de todos os projetos a fim de evitar possíveis desvios de opinião ou causar potenciais distorções nas análises. Para tal equipe foram convocados o analista de sistemas/controladoria e o engenheiro de qualidade do fornecedor/processos. Estes colaboradores foram escolhidos por terem participado ativamente nas atividades anteriores, por conhecerem detalhadamente a maioria dos projetos e por serem de diferentes áreas, agregando qualidade e confiabilidade às análises. A formação de uma Equipe de Decisão pequena deu-se por dois motivos: (i) a necessidade de dedicação de um tempo grande para as análises fez com que a empresa optasse por uma equipe reduzida, porém focada e dedicada à

realização das análises; e (ii) a impossibilidade de participação do gerente da planta na semana de realização das análises multicriteriais, devido a motivos de força maior. A sua participação se deu na revisão e discussão dos resultados finais encontrados.

A análise multicriterial foi realizada ao longo de duas reuniões, totalizando cerca de dois turnos. Todos os projetos foram avaliados frente a cinco critérios: o Valor Presente Líquido resultante da análise econômica realizada nas etapas anteriores, e quatro critérios qualitativos, cujos impactos no projeto são significativamente relevantes para a organização. Na reunião, cada um dos cinco critérios foi comparado aos outros de forma paritária, e os colaboradores puderam expressar a relação de importância de cada comparação, sob o ponto de vista da empresa (filial de Gravataí).

Como resultado destas comparações, encontrou-se um Valor Presente Líquido Agregado (VPL_A), que corresponde à soma do VPL do projeto com a representação monetária da importância de cada atributo qualitativo elencado. Com o novo resultado, foi possível realizar um segundo *ranking* de projetos, desta vez expressando não somente o resultado econômico do mesmo, mas também sua relação com atributos qualitativos significantes para a empresa, conforme mostra a Tabela 10.

Além deste segundo ranqueamento dos projetos, a etapa de análise multicriterial proporcionou aos gestores da empresa a visualização de quais projetos têm impacto mais representativo em determinado atributo qualitativo. Por exemplo, dos 63 projetos elencados, 15 deles têm impacto no quesito 'aumento da satisfação do colaborador'. Destes 15 projetos, 1 apresenta impacto pouco representativo no quesito (16), 5 apresentam impacto representativo no atributo (23, 25, 29, 50 e 51), 7 apresentam impacto muito representativo (06, 20, 38, 61, 63, 64 e 70) e 2 deles têm impacto altamente representativo para aumento da satisfação do colaborador (10 e 30). Com isto, a empresa teve a oportunidade de selecionar aqueles projetos cujo impacto têm relação direta com sua missão e visão, seus princípios e valores, isto é, com a sua estratégia empresarial.

Analisando a Tabela 10 pode-se perceber que houve uma inversão de importância nos projetos classificados como mandatórios. Os projetos de número 09, 11, 15, 18, 24, 25, 49 e 59, antes classificados entre os projetos mandatórios mais rentáveis (ou menos prejudiciais economicamente) para a empresa, após a análise multicriterial caíram consideravelmente de posição. Em seus lugares entraram os projetos de número 16, 23, 50, 51, 61, 63 e 64.

Tabela 10 *Ranking* 2 dos projetos avaliados (multicriterial)

MULT	ECON	Diferença	Núm	Classificação	VPL _A	Investimento	Invest. Acum.
1º	2º	+ 01	36	Mandatório	4.563.413	8.278	8.278
2º	1º	- 01	3	Mandatório	2.776.446	600.000	608.278
3º	23º	+ 20	23	Mandatório	1.759.208	95.000	703.278
4º	19º	+ 15	51	Mandatório	812.907	30.000	733.278
5º	21º	+ 16	50	Mandatório	766.580	35.000	768.278
6º	20º	+ 14	63	Mandatório	548.563	35.000	803.278
7º	22º	+ 15	61	Mandatório	520.125	75.000	878.278
8º	17º	+ 09	64	Mandatório	519.680	20.000	898.278
9º	13º	+ 04	19	Mandatório	267.347	15.000	913.278
10º	18º	+ 08	16	Mandatório	253.160	30.000	943.278
11º	14º	+ 03	37	Mandatório	235.238	15.000	958.278
12º	3º	- 09	9	Mandatório	212.488	30.000	988.278
13º	16º	+ 03	57	Mandatório	209.658	15.000	1.003.278
14º	15º	+ 01	67	Mandatório	175.183	15.000	1.018.278
15º	5º	- 10	46	Mandatório	111.649	20.000	1.038.278
16º	12º	- 04	21	Mandatório	106.198	10.500	1.048.778
17º	4º	- 13	25	Mandatório	70.143	20.000	1.068.778
18º	10º	- 08	15	Mandatório	27.760	3.000	1.071.778
19º	11º	- 08	18	Mandatório	25.701	4.000	1.075.778
20º	9º	- 11	59	Mandatório	14.252	3.000	1.078.778
21º	6º	- 15	49	Mandatório	8.861	1.100	1.079.878
22º	7º	- 15	11	Mandatório	8.521	450	1.080.328
23º	8º	- 15	24	Mandatório	4.665	3.160	1.083.488
24º	25º	+ 01	27	Concorrente	3.087.578	50.000	1.133.488
25º	62º	+ 37	20	Concorrente	2.102.603	90.000	1.223.488
26º	26º	0	60	Concorrente	1.983.358	45.000	1.268.488
27º	27º	0	41	Concorrente	981.859	35.000	1.303.488
28º	29º	+ 01	66	Concorrente	892.033	43.777	1.347.265
29º	24º	- 05	69	Concorrente	782.239	40.000	1.387.265
30º	28º	- 02	33	Concorrente	598.292	84.280	1.471.545
31º	31º	0	58	Concorrente	459.879	25.000	1.496.545
32º	32º	0	26	Concorrente	372.254	22.000	1.518.545
33º	36º	+ 03	68	Concorrente	342.942	4.300	1.522.845
34º	30º	- 04	62	Concorrente	283.863	25.000	1.547.845
35º	37º	+ 02	29	Concorrente	279.121	40.000	1.587.845
36º	34º	- 02	4	Concorrente	250.440	35.000	1.622.845
37º	58º	+ 21	8	Concorrente	248.381	31.000	1.653.845
38º	33º	- 05	44	Concorrente	234.437	35.000	1.688.845
39º	60º	+ 21	42	Concorrente	225.382	20.000	1.708.845
40º	35º	- 05	40	Concorrente	210.282	12.000	1.720.845
41º	38º	- 03	56	Concorrente	209.709	20.000	1.740.845
42º	42º	0	65	Concorrente	186.083	12.000	1.752.845
43º	53º	+ 10	55	Concorrente	159.445	10.000	1.762.845
44º	55º	+ 11	17	Concorrente	152.827	14.000	1.776.845
45º	54º	+ 09	7	Concorrente	139.010	22.500	1.799.345
46º	52º	+ 06	14	Concorrente	108.265	11.500	1.810.845
47º	40º	- 07	48	Concorrente	98.093	18.000	1.828.845
48º	56º	+ 08	47	Concorrente	89.762	15.000	1.843.845
49º	57º	+ 08	34	Concorrente	87.030	20.600	1.864.445
50º	41º	- 09	43	Concorrente	75.435	32.000	1.896.445
51º	44º	- 07	70	Concorrente	33.151	200.000	2.096.445
52º	61º	+ 09	31	Concorrente	32.199	-	2.096.445
53º	50º	- 03	35	Concorrente	31.801	7.763	2.104.207
54º	49º	- 05	38	Concorrente	29.890	4.000	2.108.207
55º	59º	+ 04	10	Concorrente	26.614	17.500	2.125.707
56º	51º	- 05	39	Concorrente	25.081	10.000	2.135.707
57º	43º	- 14	6	Concorrente	15.480	15.000	2.150.707
58º	47º	- 11	22	Concorrente	13.557	2.000	2.152.707
59º	46º	- 13	53	Concorrente	11.548	4.000	2.156.707
60º	48º	- 12	30	Concorrente	4.621	2.200	2.158.907
61º	45º	- 16	52	Concorrente	1.402	8.000	2.166.907
62º	39º	- 23	45	Concorrente	(1.564)	12.000	2.178.907
63º	63º	0	1	Concorrente	(208.206)	220.000	2.398.907

Legenda:

- Melhora de posição no *ranking*
- Posição no *ranking* não alterada
- Queda de posição no *ranking*

Estes últimos projetos, apesar de apresentarem um VPL negativo representativo, possuem uma característica em comum: são projetos que possuem como atributos qualitativos altamente representativos a adequação a leis e normas, a melhoria da condição ergonômica dos funcionários e o aumento de prevenção de acidentes. A empresa possui uma política claramente comprometida com os quesitos acima citados, e desta forma projetos cujo impacto nestes atributos são altamente representativos acabam se tornando essenciais ao portfólio da empresa. Os projetos que tiveram sua posição diminuída geralmente apresentam outros atributos qualitativos predominantes, como melhoria na organização interna, aumento da produtividade e aumento da confiabilidade.

No que tange à classificação dos projetos concorrentes, as inversões de posição foram em menor escala. Entre os projetos que após a análise multicriterial ficaram mais bem posicionados no *ranking* destaca-se o projeto de número 20, que subiu de penúltimo para o segundo projeto concorrente mais atrativo. Isto se deve ao fato de que este projeto é relativo à adequação da empresa à norma número 17, que discorre sobre ergonomia, e envolve os mesmos atributos importantes para a empresa: melhoria na ergonomia do funcionário, adequação a leis e normas, além do aumento da prevenção de acidentes. Outros projetos que também se tornaram mais atrativos para a empresa foram os de número 08, 42 e 17. O projeto 08 trata-se de um projeto da área de informática que, apesar de possuir um VPL de R\$ -13.188,24, se realizado, proporcionará à empresa uma melhoria considerável no seu sistema de informação, permitindo ganho na produtividade dos funcionários da área administrativa, melhorias na manutenção do sistema, que atualmente requer diversas paradas de trabalho para atualizações, e aumento da confiabilidade das operações.

O projeto de número 42, da área de processos, tem como objetivo a incorporação de um sistema para melhorar a qualidade das atividades da empresa, tendo impacto direto e altamente representativo na redução do PPM (parte por milhão) da mesma. O PPM é uma medida de falha controlada pela empresa que indica, para toda a organização, desde a matriz até suas filiais, quando houver uma falha na produção. Desta forma, projetos que proporcionem redução do PPM acabam se tornando atrativos, pois representam indiretamente melhoria da imagem da empresa, maior confiabilidade e qualidade. Por sua vez, o projeto de número 17, que teve seu ranqueamento elevado em 11 posições, representa um investimento diretamente ligado à adequação a leis e normas e à redução de acidentes, o que está de acordo com os valores e princípios estabelecidos pela empresa.

Entre os projetos que após a realização da análise multicriterial perderam posições no *ranking* final destacam-se os de número 06, 22, 30, 45, 52 e 53. Todos estes têm uma

característica em comum: possuem dois ou mais atributos qualitativos considerados não tão importantes para a organização, uma vez que seus impactos não são tão representativos. Chama-se a atenção para o projeto de número 45, que apresenta uma proposta de investimento em um dispositivo para a linha de montagem. Este dispositivo, apesar de proporcionar um ganho de produtividade, também acarretará em queda de organização interna da empresa, pois sua instalação terá impacto em outras atividades, prejudicando suas execuções. Desta forma, o projeto que possui um VPL de R\$ 9.555,69, acaba se tornando o segundo investimento menos interessante para a organização.

A Tabela 11 apresenta os projetos que seriam incluídos sob as perspectivas puramente econômica e multicriterial, caso o orçamento disponível na empresa fosse entre R\$ 1.000.000 e R\$ 2.400.000,00.

Tabela 11 Portfólio final de projetos, relativo à disponibilidade do orçamento

Orçamento (R\$ milhões)	Projetos selecionados somente pela lógica econômica	Σ VPLi Resultado do portfólio pela lógica econômica	Projetos selecionados somente pela lógica multicriterial	Σ VPLi Resultado do portfólio pela lógica multicriterial
1,0	todos os mandatórios	290.187,43	todos os mandatórios	290.187,43
1,5	26, 44, 62	806.948,30	20	672.193,58
1,7	06, 40, 43, 45, 48, 56 e 65	912.741,46	08 e 20	764.694,55
2,0	06, 22, 30, 35, 38, 39, 45, 52, 53 e 70	852.400,13	08, 20, 34 e 42	738.091,99
2,1	06, 10, 22, 30, 35, 38, 39, 45, 52 e 53	770.646,51	20	717.889,41
2,4	todos os mandatórios e concorrentes	562.345,70	todos os mandatórios e concorrentes	562.345,70

Pode-se perceber que, caso o orçamento disponível para implementação de projetos no período de 2007/2008 da empresa seja equivalente a R\$ 1.500.000,00, por exemplo, os portfólios indicados pelas lógicas econômica e multicriterial irão diferir em quatro projetos. O *ranking* econômico indica a seleção dos projetos 26, 44 e 62, que exigem um investimento de R\$ 82.000,00. Por outro lado, a partir da incorporação dos atributos qualitativos, estes três projetos deveriam ser substituídos pelo projeto de número 20, que exige um investimento de R\$ 90.000,00.

À medida que o orçamento disponível para o período em questão aumenta, percebe-se, pela lógica econômica, a incorporação de novos pequenos projetos ao portfólio. Estes pequenos projetos, listados na Tabela 11, requerem pequenos investimentos que, se somados, representam cerca de R\$ 121.000,00, R\$ 264.960,00 e R\$ 82.462,00, referentes aos orçamentos de R\$ 1.700.000,00, 2.000.000,00 e 2.100.000,00, respectivamente.

O *ranking* resultante da análise multicriterial de projetos sugere a substituição destes projetos por outros também indicados na Tabela 11. Como o projeto 20, relacionado à ergonomia, teve sua posição elevada para segundo projeto concorrente mais atrativo, sua

incorporação ao portfólio é indicada em detrimento de vários outros pequenos projetos não tão representativos sob o ponto de vista dos critérios qualitativos. Os projetos indicados pelo *ranking* multicriterial representam investimentos de R\$ 121.000,00, R\$ 161.600,00 e R\$ 90.000,00, referentes aos orçamentos de R\$ 1.700.000,00, 2.000.000,00 e 2.100.000,00, respectivamente.

A terceira e quinta coluna da Tabela 11 apresentam os somatórios dos resultados econômicos (neste caso o VPL) dos projetos selecionados para o portfólio de investimentos. Percebe-se que os portfólios sugeridos pela lógica multicriterial apresentam resultados econômicos inferiores aos sugeridos pela lógica puramente econômica. Este resultado justifica-se uma vez que o portfólio multicriterial busca a seleção de projetos que não somente apresentem bons resultados financeiros, mas que também contribuam de forma significativa para o alcance de objetivos qualitativos. Sendo assim, se a empresa optar por um portfólio que preze tanto o lado econômico quanto o qualitativo, ela deverá selecionar projetos cujo resultado econômico não proporcionará os maiores valores. Um exemplo disso é a troca dos projetos de número 26, 44 e 62, que representam juntos um VPL de R\$ 60.919,39, pelo projeto de número 20, que apresenta um VPL de R\$ -73.835,33. Entretanto, este ‘prejuízo’ econômico justifica-se uma vez que a empresa estará selecionando projetos cujos impactos positivos atingirão mais de um aspecto: econômico, ambiental, social, entre outros.

Faz-se importante destacar a importância do valor agregado de cada atributo, considerando que há uma real necessidade da empresa em avaliar qual é o impacto que um determinado projeto terá na estrutura da empresa, caso o mesmo seja selecionado. Além disso, destaca-se que alguns atributos qualitativos avaliados nos projetos seriam passíveis de quantificação econômica, caso a base de dados da empresa estivesse estruturada de forma a permitir a identificação de determinados itens de custo e receita. Outro ponto importante para discussão é a validade das informações geradas pela análise multicriterial. Alguns resultados são influenciados pelo cenário atual enfrentado pela empresa. Caso haja uma mudança no ambiente da mesma, os resultados podem ser afetados, modificando a validade do *ranking* 2.

As discussões até então realizadas sobre a seleção de projetos deixaram de fora um importante ponto de decisão a ser considerado: a relação de interdependência entre projetos e outras restrições significativas à tomada de decisão. Para que estas discussões possam ser realizadas, faz-se necessário a execução da última etapa da fase de priorização e seleção da sistemática aqui proposta: a realização do portfólio ótimo que maximizará os ganhos (tangíveis ou não) da empresa, a partir do uso da ferramenta matemática de programação linear. Esta aplicação será descrita a seguir.

4.2.3.2 Etapa 6 - Definição do portfólio de investimento

A validação do uso da ferramenta de Pesquisa Operacional chamada de Programação Linear no contexto de tomada de decisão, mais especificamente no ambiente de pesquisa em estudo, foi realizada pela autora do trabalho a partir das informações geradas pelas planilhas PAMP dos projetos e informações repassadas pela equipe multifuncional da empresa.

A primeira modelagem realizada baseou-se nos estudos de Weingartner (1963), onde os coeficientes da função objetivo do problema são os resultados econômicos de cada projeto, ou seja, corresponde à maximização do VPL dos mesmos.

As variáveis do problema identificado são os x_i que representam o número de vezes que cada projeto concorrente i pode ser feito, lembrando que i vai desde o projeto 1 até o projeto 70, desconsiderando os 7 projetos já cancelados e os 23 projetos mandatórios (x_m). Os projetos mandatórios foram inseridos na programação linear, pois a realização dos mesmos poderá influenciar na seleção de outros projetos concorrentes porém, destaca-se que x_m não representam variáveis do sistema pois seus valores já são previamente conhecidos.

Além destas variáveis, a modelagem apresenta as variáveis f_n , que representam as folgas de recursos financeiros ocorridos em cada período do fluxo de caixa analisado. Esta variável tem n indo de 0 a 15, pois o fluxo de caixa da planilha permite análises de projetos do período 0 até o 15º ano. Estas últimas variáveis têm a função essencial de permitir que os ganhos de fluxo de caixa de cada projeto selecionado possam ser reutilizados em períodos subsequentes, com o objetivo de sustentar possivelmente outros projetos do portfólio. Seguindo o conceito fundamental da Engenharia Econômica, que considera a incorporação do valor do dinheiro no tempo, estas folgas devem ser reaplicadas à TMA da empresa.

Foram identificadas 26 restrições na programação linear modelada. As primeiras 16 restrições são diretamente ligadas ao racionamento de capital da empresa. Elas apresentam o fluxo de caixa de cada período do portfólio selecionado, considerando que as folgas do período anterior podem ser reutilizadas e que há um orçamento máximo para ser gasto. Ainda foram incorporadas à modelagem a restrição de não-negatividade das variáveis x_i e f_n , a restrição que exige que as variáveis x_i sejam menores ou igual a 1, a restrição que exige que as variáveis x_i sejam binárias (valores inteiros de 0 ou 1), além da restrição para que os projetos x_m sejam necessariamente igual a 1 (ou seja, devem ser selecionados). Por último, foram incorporadas 6 restrições referentes à relação de interdependência dos projetos. Foram preenchidas na planilha PAMP relações de exclusividade entre os projetos 01 e 29; 27 e 69; e 45 e 68, e relações de contingência entre os projetos 42 e 41; 41 e 18; e 60 e 18.

Três cenários foram considerados, modificando apenas o orçamento disponível no período 0: (i) E1 = maximizando VPL, com orçamento de R\$ 1.500.000,00; (ii) E2 = maximizando VPL, com orçamento de R\$ 1.200.000,00; e (iii) E3 = maximizando VPL, com orçamento de R\$ 1.000.000,00. O Apêndice J apresenta o resultado da programação linear do cenário E1, sendo que as outras modelagens podem ser encontradas no CD do Apêndice E, no arquivo intitulado 'Planilha Portfólio'.

A segunda modelagem realizada baseou-se nos estudos pesquisados e apresentados no capítulo 2 deste trabalho, onde os autores sugeriram a incorporação do resultado da análise multicriterial na função objetivo do problema. No caso da empresa em questão, os coeficientes da função objetivo da programação linear foram definidos como o VPL_A de cada projeto. Fazendo isto, a solução matemática encontrada estará buscando selecionar aqueles projetos cujos valores econômicos e qualitativos são mais representativos para a organização.

A modelagem dos problemas utilizando os atributos qualitativos foi idêntica à modelagem realizada no modelo econômico, isto é, as mesmas restrições e variáveis foram incorporadas, variando apenas a função objetivo. Três novos cenários foram modelados a partir desta nova condição: (i) M1 = maximizando VPL_A , com orçamento de R\$ 1.500.000,00; (ii) M2 = maximizando VPL_A , com orçamento de R\$ 1.200.000,00; e (iii) M3 = maximizando VPL_A , com orçamento de R\$ 1.000.000,00. O Apêndice L apresenta a modelagem do cenário M1, sendo as outras encontradas no CD do Apêndice E, no arquivo intitulado 'Planilha Portfólio'.

A Tabela 12 demonstra o portfólio ótimo resultante dos 6 cenários analisados. A primeira observação que pode ser feita a partir dos resultados dos dois tipos de modelagem é que a possibilidade de utilização de recursos advindos dos projetos selecionados permitiu que outros projetos pudessem ser incorporados ao portfólio, fazendo com que fosse selecionado um maior número de projetos com menor quantia monetária. Percebe-se que a tomada de decisão a partir do 1º ou 2º *ranking* de projetos levará os gestores a investir em um número menor de projetos, pois não permite a visualização da otimização dos recursos da empresa. Esta característica torna-se fundamental para a escolha de projetos, uma vez que permite simular a realidade econômico-financeira da organização.

No cenário 1, onde o orçamento disponível é de R\$ 1.500.000,00, percebe-se que tanto a lógica econômica quanto a multicriterial sugerem a seleção de 36 projetos em comum. Destes projetos, 23 são mandatórios, que deverão ser implementados necessariamente, e outros 13 são projetos cujos resultados econômicos são satisfatórios. A maximização do VPL ainda seleciona outros 6 projetos, todos apresentando VPL positivo. Desta forma, pode-se

observar que a modelagem E1 sugere a seleção de todos os projetos mandatórios e todos os projetos concorrentes com VPL positivo, com exceção do projeto 70, que exige investimento muito alto (R\$ 200.000), e os projetos 45 e 27, pois têm relação de mútua exclusividade com projetos que foram selecionados (os projetos 68 e 69, respectivamente).

Tabela 12 Portfólio ótimo de investimentos em projetos, lógicas econômica (E) e multicriterial (M)

Orçamento (R\$ milhão)	Cenário	Projetos em comum em ambas análises (E e M)		Projetos adicionais indicados pela lógica econômica (E)		Projetos adicionais indicados pela lógica multicriterial (M)	
		Número	VPL	Número	VPL	Número	VPL
1,50	1	Mandatórios	290.187,43	06	1.265,40	8	(13.188,24)
		4	16.506,80	29	13.806,86	14	(7.417,30)
		26	20.243,08	43	8.555,78	17	(8.897,21)
		33	58.773,25	48	8.948,23	20	(73.835,33)
		40	14.796,28	52	125,96	22	(1.306,62)
		41	61.023,99	69	110.243,89	27	100.700,22
		44	16.915,37			30	(1.339,64)
		56	9.789,46			31	(21.246,70)
		58	23.290,25			35	(4.585,31)
		60	70.004,93			38	(2.593,46)
		62	23.760,94			39	(6.533,12)
		65	8.112,50			42	(20.145,74)
		66	31.804,95			47	(11.775,29)
		68	14.456,16			55	(7.850,20)
			∑ VPLi	R\$ 659.665,39		R\$ 142.946,12	
1,20	2	Mandatórios	290.187,43	26	20.243,08	14	(7.417,30)
		41	61.023,99	40	14.796,28	17	(8.897,21)
		58	23.290,25	52	125,96	20	(73.835,33)
		60	70.004,93	62	23.760,94	22	(1.306,62)
		65	8.112,50	66	31.804,95	27	100.700,22
		68	14.456,16	69	110.243,89	30	(1.339,64)
						31	(21.246,70)
						38	(2.593,46)
						39	(6.533,12)
						55	(7.850,20)
	∑ VPLi	467.075,26		200.975,10		(30.319,36)	
1,00	3	Mandatórios	290.187,43	69	110.243,89	14	(7.417,30)
		65	8.112,50			17	(8.897,21)
		68	14.456,16			22	(1.306,62)
						30	(1.339,64)
						31	(21.246,70)
						35	(4.585,31)
				38	(2.593,46)		
				39	(6.533,12)		
				41	61.023,99		
	∑ VPLi	312.756,09		110.243,89		7.104,63	

Por outro lado, a maximização do VPL_A (cenário M1) induz à troca de seis projetos escolhidos pelo cenário E1 por outros 14. Entre estes projetos destacam-se sete que tiveram sua posição elevada, dado que os atributos qualitativos os fizeram se tornar mais interessantes: 20, 08, 42, 55 e 17. Outros projetos selecionados entraram no portfólio não tanto pelo seu valor agregado, mas porque projetos mais interessantes do *ranking* exigiam mais recursos do que o disponível: 14, 47, 31, 35, 38, 39, 22, 30. Além disso, pela lógica multicriterial o projeto de número 27 deverá ser selecionado, descartando a implementação do projeto 69, escolhido pela lógica econômica. Ambos projetos possuem VPL positivo, equivalente a R\$ 100.700,22 e R\$ 110.243,89, respectivamente, porém, como são exclusivos, apenas um pode ser selecionado. Caberá à empresa decidir qual dos projetos implementar, a partir das discussões feitas ao longo da análise multicriterial e econômica.

Alguns projetos não foram selecionados nem pela lógica econômica, nem pela multicriterial. Estes projetos são o de número 01, que foi o último colocado em ambos *rankings*, o projeto 45, por ser mutuamente exclusivo ao projeto 68, selecionado em ambos portfólios, o projeto 70, por exigir um investimento elevado, e os projetos 07, 10, 34 e 53, que não apresentam interesse nos portfólios econômico e multicriterial.

Observando o portfólio selecionado a partir dos cenários 2 e 3, percebe-se que os projetos selecionados também são escolhidos a partir das suas colocações nos *rankings* 1 e 2, sempre respeitando as restrições impostas pela empresa. Desta forma, não houve mudanças significativas quanto à seleção de projetos no que tange à comparação entre os cenários 1, 2 e 3. A programação linear sempre segue a mesma lógica, selecionando os projetos mais interessantes, desde de que o orçamento permita tais investimentos.

Além destas simulações, foi montado um cenário onde somente os projetos mandatórios poderiam ser selecionados. O objetivo desta simulação foi descobrir a quantia mínima necessária para o período 2007/2008 da empresa, para que se possam fazer os investimentos mínimos previstos. Ao rodar a programação foi constatado que o orçamento mínimo que deve ser liberado para a filial de Gravataí é equivalente a R\$ 960.147,99, que resultará em um lucro de R\$ 290.187,43, a partir da implementação dos 23 projetos mandatórios.

Pode-se observar, conforme já fora comentado antes, que os portfólios de investimentos indicados pelos cenários M (multicriterial) sempre resultam em valores inferiores aos portfólios indicados pelos cenários E (econômico). Esta constatação é razoável, na medida em que se espera que projetos que não apresentem resultados econômicos satisfatórios, porém que permitam ganhos em aspectos qualitativos, sejam considerados e eventualmente selecionados apenas nos cenários M. Desta forma, espera-se que o resultado puramente econômico seja reduzido com a entrada de projetos antes considerados inviáveis no portfólio.

A partir destas discussões, cabe à empresa avaliar os resultados apresentados e fazer a seleção final dos projetos, visto que a mesma possui material suficiente para apoiar a tomada de decisão. É importante ressaltar que as observações aqui apresentadas são de cunho indicativo e têm como objetivo principal fornecer informações sistematizadas para a escolha final do portfólio de investimentos. Sendo assim, foi realizada uma reunião com a equipe multifuncional que participou do processo de análise de investimentos para apresentação e discussão dos resultados finais. Nessa reunião foram validados o 1º e 2º *ranking* apresentados anteriormente, bem como os portfólios resultantes da programação linear. Foram levantadas

algumas questões principalmente relativas aos pesos dados em alguns projetos aos critérios qualitativos, sendo estes novamente validados. A empresa mostrou-se satisfeita com os resultados, que também foram apresentados ao diretor da empresa, situado em Guarulhos.

Para a seleção final dos investimentos a serem realizados, o gerente da planta em estudo reuniu-se com seus diretores. O objetivo da reunião era definir o orçamento a ser liberado para a filial. Com os resultados do trabalho em mãos, o gerente da planta conseguiu a aprovação de todos os projetos mandatórios e dos projetos cujo VPL resultante foi positivo. Ou seja, a empresa optou pela execução do portfólio indicado pelo cenário E1, onde o orçamento simulado é equivalente à R\$ 1.500.000,00 e somente entraram no portfólio projetos cujo resultado econômico é satisfatório. Esta situação indica que, apesar das empresas afirmarem que outros critérios que não somente os econômicos são importantes, no momento de investir o seu capital existe grande tendência a aplicá-lo somente em projetos que apresentem resultados econômicos positivos (lógica de curto prazo).

Apesar deste resultado prévio indicado pela empresa, o gerente da planta, ciente da importância de outros projetos devido ao atendimento de requisitos importantes para a fábrica, afirmou cogitar a realização de uma nova reunião no intuito de solicitar um orçamento um pouco maior, que permita a execução ao menos dos projetos que no *ranking* qualitativo e na programação linear ganharam destaque. Entretanto, até o momento o portfólio de investimentos definido pela empresa é aquele mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 Portfólio final de investimentos eleito pela empresa

Orçamento (R\$ milhão)	Cenário	Projetos selecionados	
		Número	VPL
1,50	E1	Mandatórios	290.187,43
		04	16.506,80
		06	1.265,40
		26	20.243,08
		29	13.806,86
		33	58.773,25
		40	14.796,28
		41	61.023,99
		43	8.555,78
		44	16.915,37
		48	8.948,23
		52	125,96
		56	9.789,46
		58	23.290,25
		60	70.004,93
		62	23.760,94
		65	8.112,50
		66	31.804,95
		68	14.456,16
			69
	Σ VPLi		R\$ 802.611,51

Após a definição do portfólio final de investimentos, a empresa deve partir para a implementação propriamente dita do mesmo. No caso da empresa em estudo, os projetos

prontamente foram sendo implementados conforme projetados na planilha PAMP. Na seqüência seguem os passos definidos para o acompanhamento da implantação.

4.2.4 Fase de Acompanhamento

4.2.4.1 Etapa 7 - Monitoramento da implementação dos projetos

Para que a implantação dos projetos fosse feita de acordo com o projetado, foi desenvolvida em conjunto com a empresa uma planilha para monitoramento dos custos e prazos definidos na planilha PAMP. Esta planilha foi chamada de PAC – Planilha para Acompanhamento e Controle de Projetos, constando no CD do Apêndice E (arquivo intitulado ‘PAC_Original’). O objetivo é permitir que sejam cruzados os parâmetros previstos e incluídos na PAMP *versus* o que foi efetivamente realizado. Desta forma, a planilha PAC tem *layout* muito parecido com a planilha PAMP, solicitando que sejam preenchidos os mesmos campos apresentados nesta última. Isto fará com que possam ser cruzados os dados estimados inicialmente com aqueles efetivamente realizados. A planilha PAC apresenta o VPL estimado e o VPL resultante do projeto, permitindo comparação direta e dados suficientes para análise de todo o processo decisório. A partir da utilização da PAC a empresa poderá acompanhar indicadores como custos e prazo, além de forçar os gerentes de projeto a organizar a implantação de cada investimento de acordo com o que foi estabelecido inicialmente.

Devido ao prazo de término do trabalho, não foi possível acompanhar esta etapa do mesmo. Foi possível somente incorporar ao dia-a-dia dos colaboradores a planilha de acompanhamento e perceber que a mesma estava sendo preenchida por parte deles. Caberá à supervisão e à gerência da empresa cobrar o preenchimento da planilha e analisar o *status* ao longo do desenvolvimento dos projetos. A partir deste ano a empresa entrou em fase de melhoria do processo de avaliação e desenvolvimento de projetos; logo, a necessidade de uma avaliação sistematizada e, principalmente, que estruture as etapas desde o projeto inicial até o encerramento do mesmo é de grande valia para a organização. Entre as atualizações planejadas para a área gerencial da empresa está a incorporação de conceitos de Gerenciamento de Projetos, como definição de escopo, planejamento e execução de projetos, acompanhados por seus responsáveis com auxílio de aplicativos computacionais como *Microsoft Project*. Estas modificações farão com que a empresa torne seu processo de seleção e execução de projetos mais efetivo, acarretando em ganhos em diversos campos da mesma.

4.2.4.2 Etapa 8 - Encerramento e retroalimentação do processo

Esta última etapa da sistemática de análise multicriterial de investimentos consiste no encerramento oficial do projeto, uma vez que este esteja 100% implantado na empresa. Esta etapa de encerramento traz consigo a oportunidade da equipe envolvida repensar o portfólio selecionado, questionando a eficácia do mesmo na estrutura da organização e permitindo críticas construtivas ao processo de avaliação como um todo. No caso da empresa em questão é admissível que alguns pontos do processo não tenham sido realizados da melhor forma possível ou que tenham deixado a desejar se comparado ao potencial instalado na empresa. Entretanto, muitos paradigmas foram quebrados desde o início do trabalho na empresa, o que faz com que tais ocorrências sejam aceitáveis. Porém, faz-se necessário ao final deste primeiro ciclo que sejam discutidos os pontos que não foram efetivos ao longo do trabalho, e que este aprendizado seja dividido com todas as pessoas envolvidas no mesmo. Estas lições devem servir de exemplo para o próximo ciclo, evitando a recorrência dos problemas listados.

Para facilitar isto, foi desenvolvido um campo dentro do sistema de ‘Lições Aprendidas’ que a empresa em estudo já possui, para que as práticas recomendáveis e os erros cometidos sejam ali cadastrados e possam ser acessados por qualquer pessoa da equipe, conforme exemplifica a Figura 29. Isto permitirá a perpetuação dos conhecimentos adquiridos, não dependendo somente do conhecimento dos colaboradores que desta vez participaram do processo de avaliação dos investimentos. Espera-se que a empresa continue abastecendo este banco, e que a consulta a ele proporcione ciclos de análise de investimento cada vez mais corretos, representando bem a realidade da empresa.

Figura 29

Banco de lições aprendidas da empresa estudada

4.3 DISCUSSÃO SOBRE A VALIDAÇÃO DA SISTEMÁTICA

A partir do que foi implementado e validado dentro da empresa em estudo alguns pontos importantes da sistemática aqui desenvolvida podem ser destacados. O primeiro deles é a importância de uma participação ativa da equipe multifuncional, assim como um treinamento adequado para que os conceitos utilizados ao longo da avaliação sejam bem empregados. No caso da empresa avaliada percebeu-se bom aproveitamento do treinamento realizado e também bastante motivação para a execução do trabalho. Uma prova disto é o número de projetos levantados, que foi considerado pela organização uma das grandes contribuições do trabalho para a mesma. A estruturação e a organização de uma lista de projetos, definindo equipes de trabalho e gerentes de projetos, foi para a filial de Gravataí uma oportunidade de passar para a gerência e para a direção da empresa necessidades muitas vezes nem consideradas nos orçamentos de cada período. A partir do trabalho desenvolvido, todos os projetos puderam ser avaliados, sem parcialidade e pré-julgamento de sua importância na estrutura da fábrica.

Uma vez levantados os projetos, percebeu-se, ainda, apesar das discussões feitas durante os 2 meses de levantamento de dados, que a maior dificuldade enfrentada ao longo de todo o processo de implementação da sistemática proposta foi a coleta de dados econômicos, ou seja, a montagem do fluxo de caixa dos projetos. Condizente com o que foi visto ao longo da revisão bibliográfica, a etapa de levantamento de dados pode ser considerada a mais frágil de todo o processo de avaliação de investimentos. Isto porque se faz necessário uma base de dados completa para ajudar nas estimativas de custos, assim como uma grande dedicação dos profissionais envolvidos. Esta etapa foi crucial para o andamento do projeto, onde foi possível perceber que alguns funcionários ficaram mais desmotivados, comprometendo a total precisão das informações preenchidas na PAMP. Entretanto, como este foi o primeiro ciclo de avaliação e muitos conceitos e práticas foram inseridos ao dia-a-dia dos colaboradores, o fato dos fluxos de caixa não representarem fielmente a realidade da empresa não foi fator decisivo para a validação da sistemática. Espera-se que, a partir da Etapa 7, onde serão cruzados os dados previstos com os efetivamente realizados, sejam identificados os valores distorcidos e que a empresa comece, então, a melhorar sua forma de coletar e estimar dados relevantes dos seus projetos. Esta é uma das principais funções da Etapa 7, e justifica sua necessidade e importância dentro da sistemática.

No que tange à avaliação econômica dos projetos, percebeu-se aderência e fácil manipulação da planilha PAMP desenvolvida. O fato de a PAMP ser automatizada fez com

que conceitos de Engenharia Econômica, antes pouco utilizados e incorporados às análises pela empresa em questão, pudessem ser trabalhados, sem necessariamente exigir que os colaboradores envolvidos no processo de avaliação os conhecessem. Isto permitiu que uma correta avaliação sob o ponto de vista técnico fosse realizada, incorporando inflação, depreciação, imposto de renda, entre outros conceitos. Um exemplo da importância desta ferramenta é o caso do projeto de número 1. No início do desenvolvimento do trabalho este projeto era cotado como prioritário dentro do orçamento do período 2007/2008, pois a alta gerência da empresa tinha interesse em implementá-lo. Uma análise de viabilidade prévia indicou que este projeto traria bons retornos financeiros para a empresa, porém esta análise econômica estava com informações incompletas, além de apresentar problemas na incorporação de alguns conceitos de Engenharia Econômica. Ao longo das etapas 2 e 3 um novo fluxo de caixa do projeto foi montado e uma discussão mais aprofundada sobre o mesmo foi realizada com os colaboradores envolvidos na equipe do projeto. Com isto, foi possível identificar que o projeto não é viável economicamente, pois os ganhos econômicos são suplantados pelo aumento de custo acarretado, além de apresentar também prejuízo qualitativo, com uma piora na manutenção.

Quanto à etapa de incorporação dos aspectos qualitativos dentro de uma lógica econômica de avaliação percebeu-se boa aderência do método escolhido, NCIC, assim como uma boa resposta da Equipe de Decisão ao mesmo. Apesar do método incorporar, mesmo que de forma simplificada, o valor agregado dos critérios qualitativos ao VPL, considerou-se o método adequado, pois o mesmo não possui uma estrutura hierárquica, o que permite que diferentes atributos qualitativos sejam avaliados em cada projeto, dando flexibilidade às análises. Entretanto, destaca-se que o mesmo não desvincula totalmente o quesito econômico do qualitativo, fazendo com que as comparações paritárias devam ser feitas com cuidado, sempre comparando o valor do VPL com os critérios elencados.

Relativo à aplicação do método NCIC propriamente dita, pode-se concluir que ao optar pelo cenário E1 o gestor está indiretamente apontando que as comparações paritárias do VPL e dos critérios qualitativos efetuadas estão distorcidas. Ou seja, quando a Equipe de Decisão indicou que determinado atributo X é muito mais importante (7) que o atributo VPL, por exemplo, talvez esta relação de importância indicada não esteja refletindo os objetivos reais da empresa. Desta forma, se uma reavaliação das comparações tivesse sido realizada, talvez os dois *ranking* apontados nas Tabelas 9 e 10 tivessem convergido para a decisão puramente econômica, apontando que a análise multicriterial conseguiu representar o

verdadeiro sentimento da empresa frente ao diversos critérios avaliados. Apesar disto, o método proporcionou discussões internas interessantes e relevantes para a tomada de decisão.

A utilização da ferramenta de programação linear mostrou-se muito importante quando da discussão de definição de um portfólio de projetos. As grandes contribuições da aplicação deste método matemático em situações de aplicação de capital de empresas passam pela possibilidade de manipulação de várias informações simultaneamente na busca da otimização dos ganhos da empresa, na incorporação de restrições dificilmente identificadas quando se analisa somente um *ranking* de projetos e na consideração de um giro de capital interno na empresa, onde o resultado de um projeto pode afetar outro, permitindo ou não a execução de um terceiro projeto. Além disso, a programação linear permite simular situações reais, fornecendo informações que auxiliam na tomada de decisão. Relativo à modelagem realizada na validação da sistemática aqui proposta conclui-se que esta foi efetiva nos seus objetivos além de ser considerada simples (devido à realidade da empresa) e de fácil replicação em ciclos futuros.

Outro ponto ressaltado pela aplicação que merece destaque paira na própria tomada de decisão feita pela empresa estudada. Percebe-se que os critérios qualitativos são considerados por esta e outras empresas como fatores determinantes na formação de um portfólio final de investimentos. Entretanto, quando uma empresa avalia os custos de implantação de um projeto cujo principal objetivo é um ganho qualitativo, muitas vezes a empresa percebe que o critério determinante não é mesmo o qualitativo, mas sim o critério econômico-financeiro. O caso observado neste trabalho demonstra esta característica, quando solicitado ao gerente a decisão final da empresa, o mesmo respondeu que os projetos com VPL positivo teriam prioridade, sobrando para os projetos cujo desempenho qualitativo é notavelmente interessante o restante do orçamento. Esta não é uma atitude condenável, somente demonstra que apesar da discussão sobre outros critérios que não os econômicos importarem na decisão, o critério econômico acaba tendo sempre um peso maior na decisão, pois a empresa visa garantir seu lucro e seu bom desempenho.

A definição do portfólio final de investimento também pode ter relação com o tipo de empresa estudada. No caso deste trabalho, a empresa modelo foi uma filial de uma organização multinacional. Desta forma, por ser um braço voltado diretamente para o desempenho operacional, uma característica dela é priorizar projetos que apresentem resultados no curto prazo, visando suas rentabilidades, ficando a cargo de outros ramos da empresa decisões mais estratégicas, de longo prazo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo serão discutidos os resultados do trabalho frente aos objetivos traçados, assim como serão apresentadas algumas recomendações para trabalhos futuros à luz do que foi identificado ao longo da aplicação da sistemática aqui proposta.

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal apresentar uma sistemática para análise multicriterial de investimentos, através da estruturação formal de todas as etapas necessárias para a avaliação de projetos, passando pelas fases de identificação, avaliação, priorização, seleção e acompanhamento.

Relativamente ao objetivo principal do trabalho, a aplicação da sistemática ocorreu com sucesso na empresa, sendo possível, assim, validá-la enquanto metodologia de avaliação de investimentos. A sistemática conseguiu estruturar na empresa um processo de avaliação antes inexistente, permitindo que fossem conhecidos os impactos de cada projeto proposto na estrutura da empresa. Além disso, a empresa atualmente possui colaboradores treinados na avaliação de projetos, capazes de interpretar o que os indicadores econômicos e qualitativo indicam. Pode-se concluir, então, que a sistemática que procurou organizar etapas necessárias para uma análise de investimentos mais adaptada à realidade da empresa mostrou-se aderente, sendo possível executar sua aplicação com êxito, trazendo para a mesma benefícios concretos através da estruturação de atividades apoiadas por ferramentas adequadas.

Os objetivos específicos estabelecidos para este trabalho foram: *(i)* investigar como estão sendo tomadas as decisões de análise de investimentos em algumas empresas; *(ii)* utilizar métodos de análise multicriterial e programação linear para incorporar não somente aspectos econômico-financeiros, mas também aspectos qualitativos na seleção de investimentos; e *(iii)* aplicar parcialmente a sistemática proposta em uma empresa para validar sua aplicabilidade.

Relativamente ao primeiro objetivo específico, foi realizado um estudo de campo com uma amostra de 10 empresas do setor automotivo, estudo este que ao final corroborou com as observações advindas da literatura. As entrevistas semi-estruturadas forneceram elementos importantes para a sistemática na seqüência proposta, fazendo, assim, com que o objetivo tenha sido alcançado de forma plena.

Quanto ao segundo objetivo específico definido, pode-se concluir que a utilização em conjunto de ferramentas tradicionais de avaliação econômica de investimentos, ferramentas de análise multicriterial e ferramentas de seleção de portfólio mostrou-se viável, como identificado anteriormente na literatura, assim como permitiu a criação de indicadores que apóiam diretamente a tomada de decisão de orçamento de capital em empresas.

O último objetivo específico definido foi a validação parcial da sistemática a qual ocorreu de forma efetiva, tendo sua aplicação em uma empresa do ramo automotivo. Para isto, foi definida e treinada uma equipe multifuncional, encontrados e classificados 63 projetos potenciais, cada projeto foi avaliado frente a requisitos econômicos e qualitativos e foi feita uma programação linear para encontrar o portfólio ótimo que maximize os ganhos da empresa, sob os pontos de vista puramente econômico e multicriterial. Entretanto, não foi possível validar as etapas finais da sistemática que discutem a retroalimentação do processo de avaliação devido ao prazo de término deste trabalho.

Visto isto, conclui-se que o trabalho pôde ser validado de forma efetiva, destacando algumas grandes contribuições do mesmo, entre elas: (i) estruturação de uma lista de projetos para o próximo período, discutindo as origens dos mesmos e suas ligações com a estratégia da empresa; (ii) treinamento e, conseqüentemente, capacitação dos colaboradores formando uma estrutura de apoio interna que dê suporte conceitual ao processo de análise de investimentos; (iii) estruturação lógica do processo de análise de investimentos, indicando ferramentas de simples uso com potencial interação; e (iv) melhoria contínua do processo através da comparação projetado *versus* realizado e retroalimentação do sistema.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se como um trabalho futuro a replicação da sistemática, aqui desenvolvida e testada, em outro ambiente empresarial, uma vez que esta metodologia tem como característica a sua flexibilidade, incluindo atividades adaptáveis a qualquer ambiente de negócio.

Relativamente às ferramentas de análise estudadas recomenda-se a utilização de outros métodos multicriteriais como o AHP e MAUT, neste estudo revisados, o ELECTRE, MACBETH, entre outros, para testar suas aderências à sistemática e comparar a adequabilidade e eficácia de cada método frente ao contexto de investimento de capital.

Ainda no caso da análise multicriterial sugere-se uma discussão mais aprofundada sobre a Função Utilidade, visto que a identificação correta dos pesos de cada critério é um fator determinante para a qualidade da análise.

Vislumbra-se também como uma possibilidade de trabalho futuro a utilização conjunta de métodos de avaliação econômica, métodos de análise multicriterial e a metodologia DEA, na busca de um resultado que incorpore tanto aspectos quantitativos como qualitativos de cada oportunidade de investimento, avaliando suas eficiências.

Sugere-se também a utilização da planilha PAMP2, que considera uma inflação diferenciada para cada componente do fluxo de caixa, chamada de inflação heterogênea. A utilização desta planilha fornecerá um resultado econômico mais aderente à realidade, uma vez que permitirá uma simulação mais próxima às reais variações monetárias.

Outra forte recomendação para estudos futuros refere-se diretamente ao levantamento de dados para a montagem do fluxo de caixa de um projeto. Percebeu-se, ao longo da validação da sistemática, que a etapa mais frágil do processo de avaliação como um todo é a própria coleta das informações econômicas. Desta forma, sugere-se para um próximo trabalho a estruturação de uma base de dados que seja ajustada às necessidades das empresas e que ainda permita a correta quantificação dos itens de custos e receitas envolvidos nos projetos. Para isto, deve-se implementar um sistema de custeio, com a utilização de métodos de custeio como Custo Padrão, Centro de Custos, ABC (*Activity-Based Costing*) e UEP (Unidade de Esforço Padrão), além de ferramentas como *Target Costing* e *Feature Costing*, a fim de permitir a correta quantificação destes itens.

Ainda sobre o fluxo de caixa dos projetos, ressalta-se que a planilha PAMP trabalha com dados determinísticos, ou seja, estáticos. Uma pequena discussão sobre risco e incerteza já foi realizada ao longo deste trabalho, dando destaque à análise de sensibilidade que também é um método de mensuração de risco determinístico. Neste ponto do trabalho, sugere-se uma discussão sobre risco e incerteza mais aprofundada, incluindo análise de cenário e simulação, além de análises probabilísticas do fluxo de caixa, através de métodos como distribuição da rentabilidade esperada do projeto e probabilidade de prejuízo do projeto, considerando também uma discussão sobre a utilização da Teoria de Opções Reais. Ainda sugere-se uma discussão sobre o risco incorporado ao custo de capital da empresa, através da aplicação do método CAPM. A incorporação na sistemática de uma fase de avaliação de risco mais aprofundada deverá trazer à avaliação de investimentos uma decisão baseada em dados mais corretos, além de permitir que a empresa tenha conhecimento de possíveis situações a serem enfrentadas no futuro.

REFERÊNCIAS

ACKOFF, R.; SASIENI, M. W. **Pesquisa Operacional**. Traduzido por: José L. Moura Marques e Cláudio Graell Reis. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Ltda., 1971.

ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. **European Journal of Operational Research**, vol.140, p.249, 2002.

AGGARWAL, R. Corporate Use of Sophisticated Capital Budgeting Techniques: a strategic perspective and a critique of survey results. **Interfaces**, vol.10, n.2, p.31, 1980.

ALBERTON, A. *et al.* Seleção de Investimentos: aspectos e ferramentas relevantes na perspectiva dos gestores. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais XXIV ENEGEP**. Florianópolis, SC, novembro, 2004.

ARNOLD, G. C.; HATZOPOULOS, P. D. The Theory-Practice Gap in Capital Budgeting: evidence from the United Kingdom. **Journal of Business Finance & Accounting**, vol.27, n.5/6, p. 603, June 2000.

BARROS, C. P.; GARCIA, M. T. M. Performance Evaluation of Pension Funds Management Companies with Data Envelopment Analysis. **Risk Management and Insurance Review**, vol.9, n.2, p.165, 2-006.

BAUMOL, W. J.; QUANDT, R. E. Investment and Discount Rates Under Capital Rationing: a programming approach. **The Economic Journal**, vol. LXXV, n. 298, p.317, June 1965.

BELTON, V.; GEAR, T. On a Short-coming of saaty's Method of Analytic Hierarchies. **Ômega**, vol.11, n.3, p.228, 1982.

BETTER, M.; GLOVER, F. Selecting project portfolios by optimizing simulations. **The Engineering Economist**, vol. 51, n.2, p.81, 2006.

BLOCK, S. Are There Differences in Capital Budgeting Procedures Between Industries? An Empirical Study. **The Engineering Economist**, vol.50, n.1, p.55, 2005.

BLOCK, S. Capital Budgeting Techniques Used by Small Firms in the 1990s. **The Engineering Economist**, vol. 42, n.4, p.289, 1997.

BOUCHER, T. O.; GOGUS, O.; WICKS, E. M. A Comparison Between Two Multiattribute Decision Methodologies Used in Capital Investment Decision Analysis. **The Engineering Economist**, vol.42, n.3, p.179, 1997.

BOUCHER, T. O.; MACSTRASIC, E. L. Multiattribute Evaluation within a Present Worth Framework and its Relation to AHP. **The Engineering Economist**, vol.37, n.1, p.1, 1991.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. **Principles of Corporate Finance**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

BRONSON, R. **Pesquisa Operacional**. Traduzido por Bernardo Severo da Silva Filho, Othon Guilherme Pinto Bravo; revisão técnica Marco Aurélio P. Dias. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1985.

BRUNER, R. F. *et al.* Best Practices in Estimating the Cost of Capital: Survey and Synthesis. **Financial Practice & Education**, v.8, n.1, p. 13, Mar. 1998.

CAMPOS, N. A. **Equipes multifuncionais de projeto**: condições para um funcionamento eficiente. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2002.

CAMPOS, V. F. **TQC**: controle da qualidade total (no estilo japonês). 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 240 p.1992.

CANADA, J. R.; SULLIVAN, W. G; WHITE, J. A. **Capital Investment Analysis for Engineering and Management**. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 1996.

CARLETON, W. T. Linear Programming and Capital Budgeting Models: a new interpretation. **The Journal of Finance**, XXIV, p.825, Dec. 1969.

CASAROTTO FILHO, N. **Projeto de Negócio**: estratégias e estudos de viabilidade. São Paulo: Atlas, 2002.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. New York: J. Wiley and Sons, 1961.

CHATEAU, J. D. The Capital Budgeting Problem under Conflicting Financial Policies. **Journal of Business Finance e Accounting**, vol.2, n.1, p.83, 1973.

CHEN, H. H.; LEE, A. H. I.; TONG, Y. New Product Mix Selection for a High Technology Company in a Technology Innovation Network. **Journal of Technology Management in China**, vol.1, n.2, p.174, 2006.

COOPER, W. D.; MORGAN, R. G.; REDMAN, A. Capital Budgeting Models: theory vs. practice. **Business Forum**, vol.26, n.1/2, p. 15, 1997.

COPELAND, T. E.; WESTON, F. J.; SHASTRI, K. **Financial Theory and Corporate Policy**. 4. ed. Pearson Education, 2005.

CRAWFORD, L.; HOBBS, B.; TURNER, J. R. Aligning Capability with Strategy: Categorizing Projects to Do the Right Projects and to Do them Right. **Project Management Journal**, vol.37, n.2, p.38, 2006.

FARRAGHER, E. J.; KLEIMAN, R. T.; SAHU, A. P. Current Capital Investment Practices. **The Engineering Economist**, vol, 44, n.2, p.137, 1999.

FENSTERSEIFER, J. E.; GALESNE, A.; ZIEGELMANN, J. A utilização de Técnicas Analíticas nas Decisões de Investimentos de Capital das Grandes Empresas no Brasil. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, vol. 22, n.4, p.70, Out/ Dez.1987.

FINGER, H. R. **Proposta de uma Sistemática para Avaliação de Fornecedores: estudo prático da empresa Marcopolo S/A**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 2002.

FOGLIATTO, F. S.; GUIMARAES, L. B. M. User-oriented Method for Selecting Workstation Components. **International Journal of Industrial Ergonomics**, vol.33, n.2, p.133, 2004.

FREMGEN, J. M. Capital Budgeting Practices: a survey. **Journal of Management Accounting Research**, vol.54, n.11, p.19, May 1973.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GALLINGER, G. W. Capital Expenditure Administration. **Sloan Management Review**, vol.22, n.1, p.13, Fall 1980.

GARRIS, L. B. Capital Budgets: a step-by-step approach. **Buildings**, vol.100, n.6, p.56, June 2006.

GASS, S. I. Model World: The Great Debate – MAUT versus AHP. **Interfaces**, vol.35, n.4, p.308, July-August 2005.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. **Produção & Competitividade: aplicações e inovações**. Recife: Editora da UFPE, 2000.

GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIAN, C. A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Process and Linear Programming. **International Journal of Production Economic**, vol.56-57, p.199, 1998.

- GITMAN, L. J. **Principles of Managerial Finance**. 2. ed. New York: Harper & Row, 1976.
- GITMAN, L. J.; FORRESTER JR., J. R. A Survey of Capital Budgeting Techniques Use by Major U.S. Firms. **Financial Management**, vol.6, n.3, p. 66, Sept. 1977.
- GOGUS, O.; BOUCHER, T. O. Fuzzy NCIC. **The Engineering Economist**, vol.43, n.3, p.203, Spring 1998.
- GRANT, E. L.; IRESON GRANT, W.; LEAVENWORTH, R. S. **Principles of Engineering Economy**. 6. ed. New York: The Ronald Press Company, 1976.
- GUGLIELMETTI, F. R.; MARINS, F. A.; SALOMON, V. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais XXIII ENEGEP**. Ouro Preto, MG, outubro, 2003.
- HASTINGS, S. A Strategy Evaluation Model for Management. **Journal of Management Decision**, vol.34, n.1, p.25, 1996.
- HAWKINS, C. A.; ADAMS, R. A. A Goal Programming Model for Capital Budgeting. **Financial Management**, p.52, Spring 1974.
- HEMAIDA, R.; SCHMITS, J. An Analytical Approach to Vendor Selection. **Industrial Management**, vol.48, n.3, p.18, May/ Jun 2006.
- HESS, G. *et al.*. **Engenharia Econômica**. 4.ed. São Paulo: Difel, 1976.
- JANSEN, L. K. C; SHIMIZU, T.; JANSEN; J. U. Uma análise de investimentos considerando fatores intangíveis. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais XXIV ENEGEP**. Florianópolis, SC, novembro de 2004.
- KAFER, K. Cálculo de Investimentos. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, vol. 2, n.4, p.129, Out/ Dez.1962.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives: preferences and value tradeoffs**. New York, NY, 1976.
- KIM, D. Capital Budgeting for new projects: on the role of auditing in information acquisition. **Journal of Accounting & Economics**, vol. 41, p.257, 2006.
- KIM, S. H.; CRICK, T.; KIM, S. H. Do Executives Practice What Academics Preach? **Journal of Management Accounting**, vol. 68, n.5, p.49, Nov. 1986.
- KIM, S. H.; FARRAGHER, E. J. Current Capital Budgeting Practices. **Journal of Management Accounting Research**, vol. 62, n.12, p. 23-60, June 1981.
- KIMURA, H.; SUEN, A. S. Ferramentas de Análise Gerencial Baseadas em Modelos de Decisão Multicriterial. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, vol. 2, n.1, p.1, Jan/Jun. 2003.

KINCHELOE, S. C. The Weighted Average Cost of Capital: The Correct Discount Rate. **The Appraisal Journal**, vol. 58, n.1, p.88, Jan 1990.

KLAMMER, T. Empirical Evidence of the Adoption of Sophisticated Capital Budgeting Techniques. **Journal of Business**, vol.45, n.3, p.387, July 1972.

KLIEMANN, F. J. **Apostila de Engenharia Econômica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/disciplinas.asp?cod_turma=87> Acesso em: dez. 2006.

KOCHER, C. Hospital Capital Budgeting Practices and their relation to key hospital characteristics: a survey of U.S. manager practices. **Journal of Global Business Issues**, vol.1, n.2, p.21, Summer 2007.

KOOROS, S. K.; MCMANIS, B. L. A multiattribute optimization model for strategic investment decisions. **Canadian Journal of Administrative Sciences**, vol.15, n.2, p.152, 1998.

LORIE, J. H.; SAVAGE, L. J. Three Problems in Rationing Capital. **Journal of Business**, vol.28, n.4, p.141, Oct. 1955.

MACCARRONE, P. Organizing the Capital Budgeting Process in Large Firms. **Journal of Management Decision**, vol.34, n.6, p.43, 1996.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **Journal of Finance**, vol.7, n.1, p.77, March, 1952.

MATOS, D. M.; MOURA, H. J. Proposta de um Modelo para Determinação do Custo de Capital Baseado em Análise Hierárquica. **Revista de Administração Contemporânea**, vol.7, n.4, p. 119, Out./ Dez. 2003.

MIN, H. International Supplier Selection: A Multi-Attribute Utility Approach. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, vol.24, n.5, p.24, 1994.

MÜLLER, C. J.; Modelo de Gestão Integrando Planejamento Estratégico, Sistemas de Avaliação de Desempenho Gerenciamento de Processos (MEIO – Modelo de Estratégias, Indicadores e Operações). Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 2003.

MYERS, S. C. A Note on Linear Programming and Capital Budgeting. **The Journal of Finance**, p.89, Mar. 1972.

OBLAK, D. J.; HELM J. R., Roy J. Survey and Analysis of Capital Budgeting Methods Used by Multinationals. **Financial Management**, vol.9, n.4, p. 37, Dec. 1980.

PAGANO, M. S.; STOUT, D. E. Calculating a Firm's Cost of Capital. **Management Accounting Quarterly**, vol. 5, n.3, Spring 2004.

PINCHES, G. E. Myopia, Capital Budgeting and Decision Making. **Financial Management** (Financial Management Association), vol.11, n.3, p.6, Autumn 1982.

PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. **Project Management Institute**. 3. ed. Four Campus Boulevard, Newtown Square, EUA, 2004.

PORTER, M. E. What is strategy? **Harvard Business Review**, v.74, n.6, p.61, nov. 1996.

RABBANI, M.; SORKHAB, M. D.; VAZIFEH, A. Projects Evaluation and Selection for Investment Using Integrated AHP and DEA Approaches. **35th International Conference on Computers and Industrial Engineering**, June 2005. Istanbul, Turquia.

RAMANATHAN, R.; GANESH, L. S. Using AHP for Resource Allocation Problems. **European Journal of Operational Research**, vol.80, p.410, 1995.

RAVINDRAN, A.; PHILLIPS, D. T.; SOLBERG, J. J. **Operations Research: principles and practice**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1986.

ROSS, S. A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. **Journal of Economic Theory**, vol.13, n.3, p.341, Dec. 1976.

ROZENFEL *et al.*. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SALOMON, V. P.; MONTEVECHI, J. A. B.; PAMPLONA, E. O. Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais XIX ENEGEP**. Rio de Janeiro, RJ, novembro de 1999.

SAUL, N. **Análise de Investimentos: critérios de decisão e avaliação de desempenho nas maiores empresas do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Ortiz, Unisinos, 1995.

SHARPE, W. F. A Simplified Model for Portfolio Analysis. **Management Science**, vol.9, n.2, p.277, Jan. 1963.

SHARPE, W. F. Capital Asset Pricings: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **The Journal of Finance**, vol.19, n.3, p.425, Sept. 1964.

SILVA, C. *et al.* Ponderação do Custo de Capital Próprio para o Setor Elétrico Brasileiro. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais XXIV ENEGEP**. Florianópolis, SC, novembro de 2004.

SMART, S. B.; MEGGINSON, W. L.; GITMAN, L. J. **Corporate Finance**. Mason, Ohio, USA: South-Western, 2004.

SMITH, K. J. **Financial Practice and Education**, p.129, Spring/Summer 1994.

STANNARD, B.; ZAHIR, S. Application of Analytic Hierarchy process in Multi-Objective Mixed Integer Programming for Airlift Capacity Planning. **Pacific Journal of Operational Research**, vol.23, n.1, p.61, mar. 2006.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic Hierarchy Process: an overview of applications. **European Journal of Operational Research**, vol.169, p.1, 2006.

VALERIANO, D. **Gerenciamento Estratégico e Administração por Projetos**. SP: Pearson Education do Brasil LTDA, 2001.

VERBEETEN, F. H. M. Do organizations adopt sophisticated capital budgeting practices to deal with uncertainty in the investment decision? A research note. **Journal of Management Accounting Research**, vol.17, p.106, 2006.

VON ELLENRIEDER, A. **Pesquisa Operacional**. Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Rio de Janeiro: Editora Almeida Neves Ltda, 1971.

WAGNER, H. M. **Pesquisa Operacional**. 2. ed. Traduzido por Paulo Antônio Mariotto, sob a supervisão de Fábio Luiz Mariotto. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1986.

WEINGARTNER, H. M. **Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems**, Englewoods Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1963.

WEINGARTNER, H. M. Criteria for Programming Investment Project Selection. **Journal of Industrial Economics**, vol. XV, p.65, November 1966.

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais, **Revista Contabilidade & Finanças FIPECAFI – FEA – USP**, vol.14, n. 25, p. 60, janeiro/abril 2001.

WINSTON, W. L. **Operations research: applications and algorithms**. 2. ed., Boston: PWS-Kent Pub., 1991.

XAVIER, C. M. S. **Gerenciamento de Projetos: como definir e controlar o escopo do projeto**. SP: Saraiva, 2005.

APÊNDICE A – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO NCIC

Este apêndice tem como objetivo principal apresentar um exemplo do uso do método NCIC para a decisão de investimentos de capital.

Suponha-se a necessidade de substituição de um equipamento que faça o transporte de materiais internamente na linha de produção. A empresa, ao avaliar as possibilidades de soluções no mercado, identificou duas alternativas possíveis: (i) comprar um carrinho para a linha; ou (ii) locar um carrinho, a partir de um fornecedor terceirizado. Para que a avaliação das alternativas seja feita de forma satisfatória a empresa decidiu avaliar as mesmas considerando tanto critérios quantitativos (de ordem econômico-financeira) quanto qualitativos.

A primeira etapa a ser realizada é a quantificação dos dados econômicos de cada alternativa. No caso da compra do equipamento, o valor do carrinho é estimado em R\$ 20.000,00, sendo seus custos de manutenção projetados em R\$ 2.500,00 por ano. Caso a empresa opte pela locação do carrinho, nenhum investimento deve ser realizado, porém os custos de locação representarão desembolsos de R\$ 8.500,00 por ano. Em ambos os casos a empresa economizará o equivalente a R\$ 15.000,00 por mês, a partir da redução de outros custos da linha. A Figura 30 apresenta os fluxos de caixa de cada uma das alternativas, com os seus resultados econômicos (VPL), considerando uma TMA de 10% a.a.. Para simplificação, as análises serão realizadas sem a consideração do impacto do imposto de renda.

COMPRAR					LOCAR				
Período	Investimento	Receita	Custos Manut	FC	Período	Investimento	Receita	Custos locação	FC
0	R\$ (20.000,00)	R\$ -	R\$ -	R\$ (20.000,00)	0	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
1		R\$ 15.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 12.500,00	1		R\$ 15.000,00	R\$ 8.500,00	R\$ 6.500,00
2		R\$ 15.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 12.500,00	2		R\$ 15.000,00	R\$ 8.500,00	R\$ 6.500,00
3		R\$ 15.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 12.500,00	3		R\$ 15.000,00	R\$ 8.500,00	R\$ 6.500,00
4		R\$ 15.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 12.500,00	4		R\$ 15.000,00	R\$ 8.500,00	R\$ 6.500,00
4		R\$ 15.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 12.500,00	4		R\$ 15.000,00	R\$ 8.500,00	R\$ 6.500,00
			VPL	27.384,83				VPL	24.640,11

Figura 30 Fluxo de caixa das alternativas de investimento

A próxima etapa do processo de análise é a incorporação dos atributos qualitativos de cada alternativa de investimento, a partir da aplicação do método NCIC. Para isto, critérios importantes para a avaliação devem ser definidos. Neste caso, a empresa considera importante (i) a facilidade de manutenção; (ii) a disponibilidade do equipamento; e (iii) a melhoria ergonômica dos colaboradores.

A alternativa de compra do carrinho apresenta pouco ganho no critério facilidade de manutenção, dado que esta manutenção deverá ser feita pela empresa. No critério

disponibilidade do equipamento, a compra do carrinho também não apresenta muitos ganhos, uma vez que para qualquer parada para manutenção o mesmo ficará indisponível para o transporte de materiais. Entretanto, no que tange ao critério melhoria ergonômica do colaborador, o carrinho comprado terá um impacto bastante positivo, dado que o modelo a ser comprado possui assentos anatômicos.

A alternativa de locação do carrinho apresenta como pontos positivos o critério de manutenção, dado que esta será realizada pela empresa terceirizada, além da disponibilidade do carrinho em tempo integral, pois quando um carrinho estiver em manutenção a empresa fornecedora se responsabiliza pela colocação de outro carrinho substituto para a execução das tarefas contratadas. Porém, no quesito ergonomia o carrinho locado não é tão satisfatório, pois o modelo do equipamento é mais antigo, não possuindo o assento anatômico.

O método NCIC pressupõe que estes três critérios qualitativos devem ser comparados paritariamente com o critério econômico, no caso o VPL, definindo sob o ponto de vista da empresa qual é o critério mais importante. Para isto, uma matriz para cada alternativa deve ser montada, onde cada par de critérios será comparado utilizando a escala de Saaty (1991), conforme apresentado na Figura 31. A partir da diagonalização da matriz principal tem-se os chamados Autovalores, que representam o peso de cada critério na decisão final da empresa.

COMPRAR	VPL	Manutenção	Disponibilidade	Ergonomia	Autovalores
VPL = R\$ 2.169,87	1,00	3,00	3,00	0,20	0,21
Manutenção	0,33	1,00	1,00	0,14	0,08
Disponibilidade	0,33	1,00	1,00	0,20	0,09
Ergonomia	5,00	7,00	5,00	1,00	0,62

inconsistência = 0,045

LOCAR	VPL	Manutenção	Disponibilidade	Ergonomia	Autovalores
VPL = R\$ 1.895,39	1,00	0,14	1,00	3,00	0,16
Manutenção	7,00	1,00	3,00	5,00	0,58
Disponibilidade	1,00	0,33	1,00	3,00	0,19
Ergonomia	0,33	0,20	0,33	1,00	0,08

inconsistência = 0,075

Figura 31 Matriz de comparações paritárias do método NCIC para as alternativas analisadas

Com o peso do critério VPL em cada alternativa é possível calcular o Valor Presente Total (VPT) de cada uma a partir da Equação (12). Multiplicando o resultado deste VPT pelo autovalor de cada critério (Equação (13)), chega-se ao Valor Agregado (VA) de cada critério, em cada alternativa, conforme Figura 32. O somatório do VPL e dos VAs de cada critério resulta no Valor Presente Líquido Agregado (VPL_A) de cada alternativa.

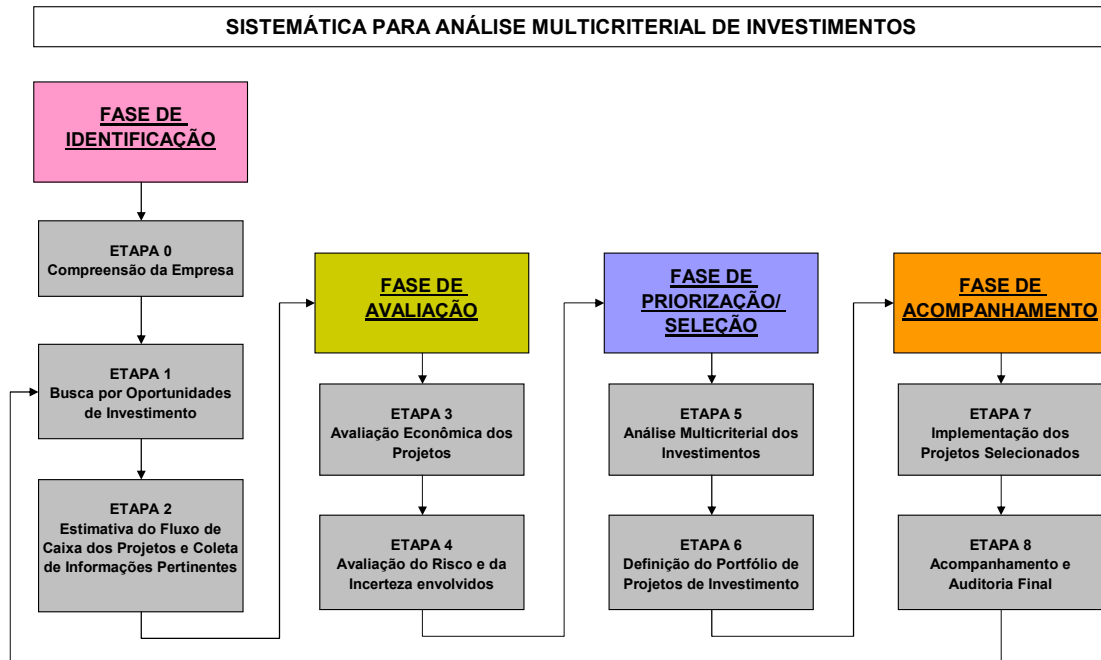
COMPRAR	VA	VPL_A	LOCAR	VA	VPL_A
VPL = R\$ 2.169,87	R\$ 27.384,83	R\$ 132.034,02	VPL = R\$ 1.895,39	R\$ 24.640,11	R\$ 156.477,42
Manutenção	R\$ 10.758,33		Manutenção	R\$ 90.982,14	
Disponibilidade	R\$ 11.980,87		Disponibilidade	R\$ 29.085,50	
Ergonomia	R\$ 81.910,00		Ergonomia	R\$ 11.769,68	

Figura 32 Resultado da aplicação do método NCIC nas alternativas analisadas

Neste caso, todos os critérios qualitativos avaliados têm impacto positivo; sendo assim, o VPL_A tornou-se igual ao valor do VPT. Caso um critério avaliado tivesse impacto negativo na estrutura da empresa, seu valor deveria ser subtraído no cálculo do VPL_A .

Observando o resultado apresentado na Figura 3, percebe-se que ao incorporar os critérios qualitativos na decisão final, a empresa que antes optaria pela alternativa COMPRAR, agora percebe que a alternativa LOCAR lhe fornece alguns ganhos, que podem ser expressos através do método NCIC.

Destaca-se que a metodologia NCIC fornece indicadores que podem ser avaliados de forma gerencial e discutidos internamente na empresa a fim de proporcionar aos gestores a quantificação de aspectos antes difíceis de serem mensurados.

APÊNDICE B – ESTRUTURA INICIAL DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

Práticas para a Análise de Investimentos

I - Dados do Questionário

1. Questionário N ^o	2. Data:
3. Respondente:	
4. Função:	

II - Dados da Empresa

5. Nome:		
6. Localização:		
7. Telefone:	8. Fax:	
9. E-mail:		
10. Anos de existência:	11. Números de funcionários:	12. Faturamento:
13. Onde está localizado o grupo controlador da empresa?		
14. Perfil da alta administração: a) Familiar b) Profissional c) Mista		
15. Principais produtos fabricados:		

16. Como é feita a busca por oportunidades de investimento?

- a. Necessidade constatada pela empresa
- b. Posicionamento estratégico
- c. Política de investimentos da empresa
- d. Sugestões espontâneas das áreas

17. Os investimentos concorrentes são separados em investimentos operacionais (manutenção, por exemplo), estratégicos ou outra classificação (por nível de investimento)?

ETAPA 0

ETAPA 1

ETAPA 1

ETAPA 1

18. A avaliação de investimentos é feita para todos os investimentos da empresa? Caso não, qual é o critério para a realização da avaliação?

ETAPA 2

19. Como e por quem é feita a determinação dos fluxos de caixa dos potenciais projetos? Por exemplo, fontes de dados, equipes multifuncionais ou apenas os envolvidos da área.

ETAPA 3

20. Numere, na ordem de importância, os métodos utilizados para análise de investimento na sua empresa.

- a. VPL
- b. TIR
- c. Taxa Média de Retorno
- d. *Payback*
- e. IL
- f. Outro _____
- g. Nenhum

ETAPA 3

21. Como é definida a Taxa de Mínima Atratividade (Custo do Capital) da empresa? A empresa utiliza o Custo Médio Ponderado do Capital (CMPC) para determiná-la? E qual é esta taxa?

ETAPA 4

22. O risco e a incerteza são incorporados na análise? Caso sim, numere as técnicas utilizadas para tal.

- a. Ajuste subjetivo do fluxo de caixa
- b. Aumento da TMA
- c. Ajuste quantitativo do fluxo de caixa
- d. Diminuição do período mínimo de retorno do capital
- e. Outro _____
- f. Nenhum

ETAPA 4

23. É feita a mensuração dos riscos através de métodos apropriados? Caso sim, numere a utilização dos mesmos na empresa.

- a. Análise de sensibilidade
- b. Distribuição da rentabilidade esperada do projeto
- c. Cálculo da probabilidade de prejuízo esperada do projeto
- d. Avaliação da covariância do projeto com outros investimentos
- e. Outro _____
- f. Nenhum

ETAPA 4

24. A inflação que atinge os componentes do fluxo de caixa é levada em conta? De que forma?

ETAPA 5

25. Critérios além dos econômicos são considerados? Caso sim, quais são eles e de que forma eles são inseridos na análise? Exemplo: impacto ambiental, localização do fornecedor, conteúdo tecnológico, etc.

ETAPA 6

26. Como é incorporada a restrição orçamentária na análise de investimentos? E como é feita a determinação do portfólio que otimiza os recursos da empresa (método formal, etc.)?

ETAPA 7

27. Existe um plano padrão de implementação de projetos? Existe um responsável pela implantação do projeto? Quais são suas responsabilidades?

ETAPA 8

28. Há acompanhamento ao longo da implementação, com *feedback* para a empresa? Por quem é feito este acompanhamento? Há indicadores ou metas de acompanhamento?

ETAPA 8

29. São realizadas avaliações (auditorias) posteriores à implementação dos projetos selecionados?

ETAPA 8

30. Existe a retroalimentação do sistema de análise de investimento? De que forma?

APÊNDICE D – FORMULÁRIO PARA PROJETOS DE PEQUENO VALOR

FORMULÁRIO PARA DESCRIÇÃO DE INVESTIMENTOS DE PEQUENO VALOR

Nome do Projeto: Número do Projeto:

Área de alocação do projeto: Responsável pelo Projeto:

Descrição do projeto (justificativa):

Vantagens e desvantagens associadas ao projeto

Outras alternativas foram levantadas como solução para o problema inicial?

Classifique a relação do projeto, frente a outros projetos:

Mutuamente exclusivo

Contingente

Independente

Detalhe os investimentos que deverão ser feitos ao longo do projeto:

Período	Valor (R\$)	Investimentos	Custos	Potenciais Receitas
mês 00	-			
mês 01	-			
mês 02	-			
mês 03	-			
mês 04	-			
mês 05	-			
mês 06	-			
mês 07	-			
mês 08	-			
mês 09	-			
mês 10	-			
mês 11	-			
mês 12	-			

Montante total despendido:

Valor R\$

Desenvolvido por Joana Siqueira de Souza - abril 2007

**APÊNDICE E – CD COM AS PLANILHAS UTILIZADAS NA APLICAÇÃO NA
EMPRESA**

APÊNDICE F – EXEMPLO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DIFERENCIADOS PROPORCIONADOS PELA INCORPORAÇÃO DE INFLAÇÕES HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Torna-se claro para um gestor, quando da avaliação de seus investimentos, que a inflação que impactará sobre o fluxo de caixa projeto deverá ser considerada. Entretanto, muitas empresas, conforme visto no Estudo de Campo realizado neste trabalho, não incorporam a mesma em suas análises ou, quando o fazem, a consideram homogênea ao longo de todo o período de avaliação.

Este Apêndice tem como objetivo exemplificar as duas formas de incorporação da inflação em análises de investimentos: as formas homogênea e a heterogênea. A partir da aplicação da planilha PAMP na empresa em estudo, sentiu-se a necessidade de desenvolver uma ferramenta semelhante à PAMP, simples e de fácil compreensão, porém que permitisse que uma inflação diferenciada para cada componente do fluxo de caixa do projeto pudesse ser estimada. Desta forma, foi desenvolvida a planilha chamada PAMP2. Ela possui estrutura semelhante à PAMP original, porém permite esta consideração que, como será demonstrado a seguir, muitas vezes pode impactar de forma significativa no resultado final da análise.

Escolheu-se a utilização do projeto de número 29 para a demonstração do impacto das inflações heterogênea e homogênea. O investimento inicial deste projeto é de 40.000,00, e ele proporciona uma redução de despesas de 87,86 reais/mês e um aumento de receitas equivalente a 1.100,00 reais/mês. Os custos de manutenção do dispositivo são estimados em cerca de 100,00 reais/mês.

Considerando uma inflação homogênea de 4,0% ao ano, atingindo todas as receitas e despesas de forma idêntica, o resultado do projeto, conforme pode ser visto no CD do Apêndice E, apresenta um VPL de R\$ 13.806,206.

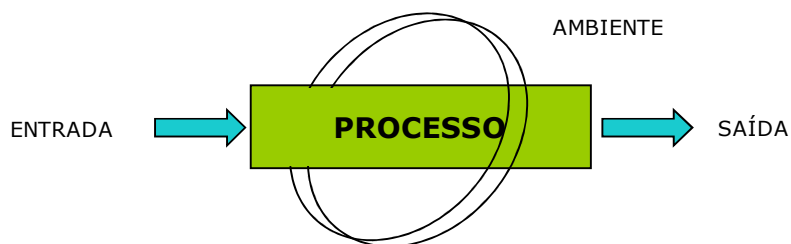
Se considerar-se uma inflação de 3,0% ao ano atingindo os aumentos de receitas do projeto, outra inflação estimada em 2,0% para a redução de despesas de mão-de-obra direta e uma inflação de 7,5% ao ano nos custos de manutenção devido ao aumento significativo das peças feitas de aço, o projeto apresentará um VPL de 12.323,85.

Este resultado demonstra o impacto que a inflação diferenciada tem no resultado de um projeto. Dependendo dos índices de inflação estimada, ela poderá fazer com que projetos muito interessantes se tornem inviáveis (quando a inflação das despesas > inflação das receitas), ou que um projeto que já é considerado bom se torne mais interessante ainda (quando a inflação das receitas > inflação das despesas).

APÊNDICE G – CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA NA EMPRESA

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SISTEMÁTICA MULTICRITERIAL PARA AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS									
Etapa	Nº	ATIVIDADE	Responsável	PERÍODO					
				Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Preparat.	1	Apresentar o projeto à empresa	Joana	X					
Preparat.	2	Definir a equipe multifuncional (EM)	Joana/Empresa		X				
Preparat.	3	Treinar a equipe	Joana		X				
Preparat.	4	Discutir relação entre a estratégia da empresa e seus investimentos	Joana/EM		X				
Preparat.	5	Definir parâmetros de avaliação relevantes para a empresa	Joana/EM		X				
1	6	Discutir busca por oportunidades de investimentos: estratégia, longo e curto prazo	Joana/EM		X	X			
1	7	Definir lista de projetos para o próximo período	EM		X	X			
2	8	Definir/ Estimar orçamento para próximo período	Empresa			X	X		
2	9	Classificar os projetos	Donos de projetos			X			
2	10	Coletar informações econômicas sobre os projetos	Dono/EM			X	X		
2	11	Coletar informações/características qualitativas dos projetos	Dono/EM			X	X		
2	12	Avaliar as informações coletadas até então, validando-as para a etapa seguinte	Joana/EM				X		
3	13	Definir TMA da empresa	Joana/Empresa			X	X		
3	14	Preencher informações dos projetos na planilha PAMP	Donos de projetos				X		
4	15	Avaliar riscos envolvidos nos projetos	Donos de projetos				X		
4	16	Realizar primeira priorização	Joana/Equipe de decisão				X		
5	17	Fazer análise multicriterial de cada projeto	Joana/Equipe de decisão				X		
5	18	Realizar segunda priorização	Joana/Equipe de decisão				X		
6	19	Definir restrições da empresa (financiamento, disposição de caixa,..)	Joana/Equipe de decisão					X	
6	20	Fazer programação linear para definir portfólio ótimo	Joana/Equipe de decisão					X	
6	21	Selecionar os projetos para implementação	Equipe de decisão					X	
7	22	Criar plano de implementação padrão	Joana/Equipe de decisão					X	
7	23	Criar indicadores e metas de acompanhamentos	Joana/Equipe de decisão					X	
8	24	Reavaliar o processo de tomada de decisão	Equipe de decisão/EM					X	X
8	25	Criar banco de "Lessons Learned"	Equipe de decisão/EM					X	X

APÊNDICE H – LISTA DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS DA EMPRESA ESTUDADA



	Positivos	Negativos
ENTRADA	1 - prazo de entrega curto	2 - prazo de entrega longo
localização de fornecedor/parceiro sistema de financiamento	3 - localização próxima de fornecedor	4 - localização distante do fornecedor
	5 - prazo de pagamento longo	6 - prazo de pagamento curto
	7 - boa qualidade do fornecedor	8 - má qualidade do fornecedor
	9 - estreitamento da parceria comercial	10 - prejuízo à parceria comercial
	11 - diversidade de materiais/equipamentos	12 - sem diversidade de materiais/equipamentos
PROCESSO	13 - inovação tecnológica	
Impacto na qualidade Impacto na produtividade Desenvolvimento tecnológico	14 - ganho de produtividade	15 - perda de produtividade
	16 - aumento da qualidade	17 - redução da qualidade
	18 - <i>design</i> atrativo	
	19 - melhoria da manutenibilidade	20 - piora da manutenibilidade
	21 - melhora da organização interna	22 - piora da organização interna
	23 - melhora da padronização das atividades	24 - piora da padronização das atividades
	25 - adequação a requisitos do cliente	
	26 - adequação a leis e normas	
	27 - redução do <i>lead time</i>	28 - aumento do <i>lead time</i>
	29 - atende à cultura <i>Lean Manufacturing</i>	30 - não atende à cultura <i>Lean Manufacturing</i>
	31 - aumento da confiabilidade	32 - redução da confiabilidade
AMBIENTE	33 - aumento da prevenção de acidentes	34 - queda da prevenção de acidentes
Saúde e segurança Meio ambiente Riscos sindicais	35 - melhoria na condição ergonômica	36 - piora na condição ergonômica
	37 - redução do ruído ambiental	38 - aumento do ruído ambiental
	39 - aumento do conforto térmico	40 - redução do conforto térmico
	41 - redução de resíduos	42 - aumento de resíduos
	43 - aumento da satisfação do colaborador	44 - redução da satisfação do colaborador
	45 - melhoria do meio ambiente	46 - prejuízo ao meio ambiente
	47 - maior segurança patrimonial	48 - menor segurança patrimonial
SAÍDA	49 - marketing positivo	50 - marketing negativo
Histórico do mercado Impacto na imagem da empresa	51 - aumento de visitantes	52 - redução de visitantes
	53 - redução do PPM	54 - aumento do PPM
	55 - fortalecimento da marca	
	56 - identificação visual	

APÊNDICE I – LISTA DOS PROJETOS PROPOSTOS

Status	Classificação	Origem do projeto	Número	Aplicação
AVALIADO	CONCORRENTE	ESTRATÉGIA	1	Logística
			33	Estratégico
		POLÍTICA DA EMPRESA	8	Informática
			20	Saúde/Segurança
			53	Processos
			55	Produção
			NECESSIDADE DA PLANTA	4
		6		Saúde/Segurança
		7		Logística
		10		Recursos Humanos
		14		Saúde/Segurança
		17		Saúde/Segurança
		22		Saúde/Segurança
		26		Processos
		27		Processos
		29		Logística
		30		Meio Ambiente
		31		Recursos Humanos
		34		Saúde/Segurança
		35		Saúde/Segurança
		38		Manutenção
		39		Estratégico
		40		Processos
		41		Processos
		42		Processos
		43		Produção
		44		Processos
		45		Processos
		47		Processos
		48		Produção
		52		Processos
		56		Processos
		58		Processos
60	Processos			
62	Processos			
65	Processos			
66	Processos			
68	Processos			
69	Processos			
70	Processos			

Status	Classificação	Origem do projeto	Número	Aplicação
AVALIADO	MANDATÓRIO	ESTRATÉGIA	3	Estratégico
			36	Estratégico
			37	Estratégico
		POLÍTICA DA EMPRESA	11	Saúde/Segurança
			15	Saúde/Segurança
			16	Saúde/Segurança
			18	Saúde/Segurança
			19	Saúde/Segurança
			21	Saúde/Segurança
			46	Saúde/Segurança
			49	Saúde/Segurança
			50	Saúde/Segurança
			51	Saúde/Segurança
			57	Saúde/Segurança
			61	Saúde/Segurança
			63	Saúde/Segurança
			64	Saúde/Segurança
			67	Produção
		NECESSIDADE DA PLANTA	9	Manutenção
			23	Saúde/Segurança
			24	Qualidade
			25	Produção
			59	Saúde/Segurança
CANCELADO	5	Eng ^a de Produto		
	13	Saúde/Segurança		
	2	Processos		
	12	Saúde/Segurança		
	28	Produção		
	32	Produção		
	54	Produção		

APÊNDICE J – MODELAGEM E RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA MAXIMIZAR O VPL

Proj	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	Variáveis	VPL	
1	-204.718,33	6.859,60	12.703,36	15.031,67	14.775,91	14.529,99	14.293,53	14.068,16	13.847,54	13.637,32	13.435,19	1.214,72	0,00	0,00	0,00	0,00	X1	0	-134.465,48
3	-559.409,59	103.432,43	159.740,84	147.236,18	147.017,17	146.739,99	146.490,93	146.242,90	146.004,40	145.775,08	145.554,57	145.342,55	145.138,68	144.942,65	144.754,16	144.572,93	X3	1	360.399,59
4	-25.629,76	18.778,93	31.915,28	755,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X4	1	16.506,80
6	-14.299,74	2.422,91	3.128,46	2.964,03	2.946,59	2.929,82	2.913,70	2.898,20	2.883,29	2.868,96	2.855,18	27,61	0,00	0,00	0,00	0,00	X6	1	1.265,40
7	-20.849,70	1.956,42	4.284,73	4.072,29	4.019,98	3.969,67	201,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X7	0	-8.223,58
8	-18.842,75	-5.281,02	4.097,04	3.892,33	3.845,83	3.801,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X8	0	-13.188,24
9	-28.828,07	8.381,49	9.324,54	8.926,78	8.791,90	8.758,37	8.726,12	8.695,12	8.665,30	8.636,64	8.609,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X9	1	18.712,93
10	-16.463,86	-61,30	456,24	440,25	419,90	400,34	381,53	363,45	346,08	329,34	312,28	128,83	0,00	0,00	0,00	0,00	X10	0	-14.877,45
11	0,00	505,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X11	1	447,73
14	0,00	-5.381,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X14	0	-7.417,30
15	0,00	-2.203,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X15	1	-1.950,01
16	-28.901,42	0,00	943,05	906,78	871,90	838,37	806,12	775,12	745,30	716,64	689,08	55,21	0,00	0,00	0,00	0,00	X16	1	-25.091,69
17	0,00	-10.053,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X17	0	-8.897,21
18	0,00	-2.900,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X18	1	-2.567,11
19	0,00	-10.631,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X19	1	-9.408,80
20	-85.350,90	0,00	2.829,14	2.720,33	2.615,70	2.515,10	2.418,36	2.325,35	2.235,81	2.149,92	2.067,23	496,93	0,00	0,00	0,00	0,00	X20	0	-73.835,33
21	0,00	-7.595,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X21	1	-6.721,79
22	0,00	-1.476,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X22	0	-1.306,62
23	-91.041,48	0,00	2.986,32	2.871,48	2.761,02	2.654,82	2.552,72	2.454,53	2.360,13	2.269,38	2.182,07	174,85	0,00	0,00	0,00	0,00	X23	1	-78.937,32
24	0,00	-425,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X24	1	-376,22
25	-19.066,32	4.170,58	4.809,47	4.555,09	4.531,84	4.509,49	4.487,99	4.467,32	4.447,44	4.428,33	4.409,96	36,81	0,00	0,00	0,00	0,00	X25	1	5.285,25
26	-20.697,42	63,61	9.472,27	8.962,20	8.936,62	8.912,03	8.888,38	8.865,65	8.843,79	8.822,76	8.802,55	161,96	0,00	0,00	0,00	0,00	X26	1	20.243,08
27	-47.039,60	20.808,02	29.927,50	28.305,78	28.247,64	28.191,74	28.138,00	28.086,33	28.036,64	27.988,87	27.942,93	368,10	0,00	0,00	0,00	0,00	X27	0	100.700,22
29	-38.452,75	9.117,89	10.375,28	9.824,69	9.772,38	9.720,67	9.669,68	9.619,34	9.569,59	9.521,37	9.473,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X29	0	13.806,86
30	0,00	-1.513,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X30	0	-1.339,64
31	0,00	-24.008,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X31	0	-21.246,70
33	-80.548,68	17.549,67	29.332,93	27.067,76	26.969,78	26.875,57	26.784,98	26.697,88	26.614,13	26.533,60	26.456,16	310,23	0,00	0,00	0,00	0,00	X33	1	58.773,25
34	-14.831,90	-2.993,81	1.150,38	1.131,52	1.113,39	1.095,95	1.079,18	1.063,06	1.047,56	1.032,65	1.018,32	57,42	0,00	0,00	0,00	0,00	X34	0	-12.495,49
35	-4.871,50	-1.231,75	986,92	-741,65	982,26	950,63	23,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X35	0	-4.565,31
36	0,00	242.229,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X36	0	214.362,16
37	0,00	-10.740,41	-1.074,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X37	1	-10.345,92
38	0,00	-2.930,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X38	0	-2.593,46
39	0,00	-7.382,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X39	0	-6.533,12
40	-11.280,57	3.630,29	5.293,47	5.008,27	4.994,32	4.980,90	4.968,00	4.955,60	4.943,68	4.932,21	4.921,19	66,26	0,00	0,00	0,00	0,00	X40	1	14.796,28
41	-33.187,32	13.284,59	19.090,59	18.057,71	18.017,02	17.977,90	17.940,28	17.904,11	17.869,33	17.835,88	17.803,73	193,25	0,00	0,00	0,00	0,00	X41	0	61.023,99
42	-18.869,49	-476,43	-209,45	-187,48	-210,73	-233,09	-254,58	-275,26	-295,13	-314,24	-332,82	184,05	0,00	0,00	0,00	0,00	X42	0	-20.145,74
43	-30.472,28	6.629,76	8.012,89	7.594,66	7.543,51	7.494,32	7.445,16	7.396,03	7.347,94	7.299,89	7.252,87	36,81	0,00	0,00	0,00	0,00	X43	1	8.555,78
44	-27.574,01	269,19	10.253,54	9.704,63	9.668,75	9.636,22	9.603,97	9.572,97	9.543,16	9.514,49	9.486,93	386,50	0,00	0,00	0,00	0,00	X44	1	16.915,37
45	-11.201,69	2.257,39	4.348,45	4.115,29	4.101,34	4.087,92	4.075,02	4.062,62	4.050,70	4.039,23	4.028,21	110,43	0,00	0,00	0,00	0,00	X45	0	9.555,69
46	-18.964,18	3.087,20	4.809,47	4.555,09	4.531,84	4.509,49	4.487,99	4.467,32	4.447,44	4.428,33	4.409,96	110,43	0,00	0,00	0,00	0,00	X46	1	4.447,84
47	-14.132,06	0,00	943,05	906,78	871,90	838,37	806,12	775,12	745,30	716,64	689,08	55,21	0,00	0,00	0,00	0,00	X47	0	-11.775,23
48	-16.832,54	6.705,19	7.836,85	7.424,13	7.382,28	7.342,04	107,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X48	1	8.948,23
49	0,00	204,63	1.016,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X49	1	997,31
50	-32.781,79	-547,31	262,07	265,91	225,22	186,09	148,47	112,30	77,52	44,08	-11,92	257,67	0,00	0,00	0,00	0,00	X50	1	-32.403,91
51	-28.980,07	-838,15	104,90	114,78	79,90	46,37	14,12	-16,88	-46,70	-75,36	-102,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X51	1	-29.559,29
52	-7.537,10	1.227,39	1.730,34	1.843,42	1.828,82	1.806,93	1.791,90	1.778,90	1.765,82	1.752,76	1.739,72	159,80	0,00	0,00	0,00	0,00	X52	0	125,96
53	-3.577,93	409,10	660,58	628,45	619,15	610,21	395,60	388,64	386,64	386,64	386,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X53	0	-399,88
55	-9.421,38	0,00	628,70	604,52	581,27	558,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X55	0	-7.850,20
56	-14.111,88	-205,38	5.584,06	5.283,64	5.266,20	5.249,43	5.233,31	5.217,81	5.202,90	5.188,57	5.174,79	110,43	0,00	0,00	0,00	0,00	X56	1	9.789,46
57	-14.450,20	0,00	471,52	453,39	435,95	419,18	403,06	387,56	372,65	358,32	344,54	27,61	0,00	0,00	0,00	0,00	X57	1	-12.545,33
58	-23.705,23	6.483,92	9.566,57	9.052,88	9.023,81	8.995,87	8.969,00	8.943,16	8.918,32	8.894,43	8.871,46	138,04	0,00	0,00	0,00	0,00	X58	1	23.290,25
59	-2.822,81	335,26	429,66	407,48	403,99	400,64	397,41	394,31	391,33	388,46	385,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	X59	1	-253,45
60	-40.858,09	10.467,00																	

