



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELO DE APOIO A DECISÃO PARA ALOCACÃO DE PROJETOS

TESE SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE DOUTOR
POR

ELAINE CRISTINA BATISTA DE OLIVEIRA
Orientadora: Profa. Luciana Hazin Alencar, DSc
Co-orientadora: Profa. Ana Paula Cabral Seixas Costa, DSc

RECIFE, JUNHO/2015

048m Oliveira, Elaine Cristina Batista de.
Modelo de apoio a decisão para alocação de projetos / Elaine Cristina Batista de Oliveira. - Recife: O Autor, 2015.
94 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. DSc. Luciana Hazin Alencar.
Coorientadora: Profa. DSc. Ana Paula Cabral Seixas Costa.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2015.
Inclui Referências e Apêndice.

1. Engenharia de Produção. 2. Gerentes de projetos. 3. Alocação de projetos. 4. Decisão multicritério. 5. Programação matemática. I. Alencar, Luciana Hazin. (Orientadora). II. Costa, Ana Paula Cabral Seixas. (Coorientadora). III. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-185

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA

DE TESE DO DOUTORADO DE

ELAINE CRISTINA BATISTA DE OLIVEIRA

***“MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA ALOCAÇÃO DE
PROJETOS”***

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DE PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera a candidata **ELAINE CRISTINA BATISTA DE OLIVEIRA, APROVADA.**

Recife, 17 de junho de 2015.

Prof^ª. LUCIANA HAZIN ALENCAR, Doutora (UFPE)

Prof^ª. DENISE DUMKE DE MEDEIROS, Docteur (UFPE)

Prof^ª. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, Doutora (UFPE)

Prof. CARLOS FRANCISCO SIMÕES GOMES, Doutor (UFF)

Prof^ª. CRISTINE MARTINS GOMES DE GUSMÃO, Doutora (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus porque me deu a vida, saúde e muitas bênçãos.

À minha mãe que me incentivou nos estudos e no prazer da leitura.

Ao meu pai que me mostrou a vida como ela é.

Aos meus irmãos que me acompanharam nesta jornada desde muito pequenos, nas desventuras da educação básica pública, nos gestos de solidariedade e amor dos tios para uma educação melhor – foi uma aventura incrível.

Ao meu filho amado que foi meu companheiro inseparável e tudo entendeu. À Bia que muito me ajudou a quem eu amo incondicionalmente.

Agradeço aos professores do PPGE/UFPE pelos ensinamentos, incentivo e todo o apoio que nunca me faltou.

Agradeço à minha comissão de acompanhamento formada pelas professoras Caroline Mota e DeniseDumke.

Agradeço em especial às minhas professoras orientadoras Luciana Hazin e Ana Paula Cabral, jamais poderei retribuir.

Agradeço ao professor Adiel Almeida sempre me incentivando e me apoiando todo o tempo do doutorado.

Agradeço aos professores do IFPB – Campus João Pessoa e chefia da UAG (Unidade Acadêmica de Gestão) por todo o apoio e suporte necessário.

Agradeço ao meu coração que me guiou o tempo todo e me trouxe lindas surpresas.

RESUMO

O processo de seleção do gerente de projetos mais apropriado é, possivelmente, um dos fatores determinantes do sucesso do projeto. Para organizações que atuam com múltiplos projetos simultaneamente, esse processo é ainda mais complexo. Desta forma, este estudo propõe um modelo de alocação de projetos, realizando primeiramente a classificação dos projetos e dos gerentes, de acordo com suas características, competências e habilidades, usando método de multicritério de apoio à decisão. Com o resultado desta classificação é proposta a alocação dos projetos por meio de programação matemática. Foi incorporado ao modelo de programação matemática na estimação das horas de gerenciamento um redutor que usa as curvas de aprendizagem para descontar as horas estimadas, este redutor foi chamado de fator de eficiência e incorpora a experiência do gerente ao modelo. Além disto, foi considerado no modelo o fato de que o gerente, ao acumular múltiplos projetos simultaneamente, há uma perda de tempo devido à mudança de um projeto para outro, esta perda também foi incorporada ao modelo através do *switchovertime-loss*. Um estudo de caso foi realizado em uma empresa brasileira do setor de energia elétrica e através da aplicação verificou-se melhorias a serem incorporadas ao modelo. O resultado desta pesquisa foi a alocação simultânea dos múltiplos projetos considerando a classificação dos projetos e gerentes em categorias definidas.

Palavras-chave: gerentes de projetos, alocação de projetos, decisão multicritério, programação matemática

ABSTRACT

The most appropriate project manager selection process is possibly one of the determinants of project success. For organizations working with multiple projects simultaneously, this process is even more complex. Thus, this study proposes a project allocation model, first performing the classification of projects and managers, according to their characteristics, skills and abilities, by using multi-criteria method. With the result of this classification the model proposed for project allocation can be used with mathematical programming. Was incorporated into the mathematical programming model to estimate the hours of management the use of reducing discount provided by learning curves, this variable was called efficiency factor and incorporates the manager's experience. In addition, the model was considered the fact that the manager, to build multiple projects simultaneously, there is a loss of time due to the change from one project to another, this loss was also incorporated into the model through the "switchover time-loss". A case study was conducted at a Brazilian company in the electricity sector and by applying improvements was verified to be incorporated into the model. The result of this research was the allocation of multiple projects simultaneously considering the classification of projects and managers in defined categories.

Keywords: project managers, project allocation, multicriteria decision, mathematical programming.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. <i>Relevância do Estudo</i>	<i>12</i>
1.2. <i>Objetivos</i>	<i>13</i>
1.3. <i>Metodologia empregada.....</i>	<i>13</i>
1.4. <i>Estrutura da tese.....</i>	<i>15</i>
2. BASE CONCEITUAL.....	17
2.1. <i>Gestão de Projetos.....</i>	<i>17</i>
2.1.1. <i>Visão geral</i>	<i>17</i>
2.1.2. <i>Gerenciamento de portfólio de projetos</i>	<i>20</i>
2.1.3. <i>Gerente de projetos – competências e habilidades requeridas.....</i>	<i>21</i>
2.2. <i>Decisão Multicritério.....</i>	<i>25</i>
2.2.1. <i>Visão geral</i>	<i>25</i>
2.2.2. <i>Problemáticas de Referência.....</i>	<i>26</i>
2.2.3. <i>Problemática de classificação e métodos existentes.....</i>	<i>27</i>
2.2.4. <i>Famílias de abordagens dos métodos multicritério.....</i>	<i>28</i>
2.2.5. <i>PROMETHEE.....</i>	<i>30</i>
2.2.6. <i>PROMSORT.....</i>	<i>31</i>
2.3. <i>Programação Linear.....</i>	<i>35</i>
2.4. <i>Considerações finais sobre o capítulo.....</i>	<i>38</i>
3. REVISÃO DA LITERATURA	39
3.1. <i>Critérios para avaliar/classificar projetos.....</i>	<i>39</i>
3.2. <i>Critérios para avaliar/classificar gerentes de projetos</i>	<i>41</i>
3.3. <i>Modelos existentes de alocação de gerentes.....</i>	<i>43</i>
3.4. <i>Considerações finais sobre o capítulo.....</i>	<i>46</i>
4. MODELO INTEGRADO DE ALOCAÇÃO DE PROJETOS.....	48
4.1. <i>Apresentação do modelo e premissas.....</i>	<i>48</i>
4.2. <i>Estágios 1 e 2 para a classificação dos projetos e dos gerentes de projetos</i>	<i>51</i>
4.3. <i>Estágio 3 - Alocação dos projetos.....</i>	<i>59</i>
4.4. <i>Considerações finais sobre o capítulo.....</i>	<i>63</i>
5. APLICAÇÃO DO MODELO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA.....	64
5.1. <i>Caracterização do ambiente da pesquisa.....</i>	<i>64</i>
5.2. <i>Aplicação do modelo – Etapas do processo de classificação dos projetos e gerentes de projetos</i>	<i>64</i>
5.3. <i>Aplicação do modelo – Etapas do processo de alocação dos projetos</i>	<i>73</i>
5.4. <i>Análise da aplicação.....</i>	<i>75</i>
5.5. <i>Modelo final de alocação de projetos.....</i>	<i>76</i>
5.5.1. <i>Descrição das melhorias</i>	<i>76</i>
5.5.2. <i>Aplicação das melhorias</i>	<i>79</i>
5.6. <i>Considerações finais deste capítulo.....</i>	<i>82</i>
6. CONCLUSÕES.....	84
6.1. <i>Considerações Finais</i>	<i>84</i>
6.2. <i>Limitações e dificuldades na aplicação do modelo</i>	<i>85</i>
6.3. <i>Sugestões para futuros trabalhos</i>	<i>86</i>
REFERÊNCIAS	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma da metodologia.....	15
Figura 2.1 – Integração dos processos	19
Figura 3.1 – Modelo NTCP	40
Figura 4.1 - Modelo de alocação de projetos.....	50
Figura 5.1 – Modelo final de alocação de projetos.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - <i>Switchovertime-loss</i>	43
Tabela 5.1 – Critérios para a classificação de projetos.....	68
Tabela 5.2 - Critérios para classificação de gerentes de projetos.....	69
Tabela 5.3 - Avaliação das alternativas (Gerentes de projetos).....	70
Tabela 5.4 – Avaliação das alternativas (Projetos).....	71
Tabela 5.5 – Perfis limites das classes dos projetos.....	71
Tabela 5.6 – Perfis limites das classes dos gerentes de projetos.....	72
Tabela 5.7 – Resultado da classificação para os projetos.....	72
Tabela 5.8 – Resultado da avaliação dos gerentes de projetos.....	72
Tabela 5.9– Classe 1 respostas às questões 1 e 2.....	73
Tabela 5.10 - Switchover time loss para a Classe 1.....	74
Tabela 5.11- Switchover time loss para a Classe 2.....	74
Tabela 5.12 - Switchover time loss para a Classe 3.....	75
Tabela 5.13 – Resultado da alocação dos projetos (com restrição da disponibilidade dos gerentes).....	80
Tabela 5.14 – Resultado da alocação dos projetos (sem restrição da disponibilidade dos gerentes).....	81

LISTA DE SIGLAS

GP	<i>Gerente de projetos</i>
MCDA	<i>Multicriteria Decision Aid</i>
AMD	<i>Apoio Multicritério a Decisão</i>
PMO	<i>Project Management Officer</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organizations Method for Enrichment Evaluation</i>
ELECTRE	<i>ELimination Et Choix Traduisant la REalit</i>
PROMSORT	<i>PROMETHEE Sorting</i>
PL	<i>Programação Linear</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
IPMA	<i>International Project Management Association</i>
PMP	<i>Project Management Professional</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
NTCP	<i>Novelty, Technology, Complexity and Pace – Inovação, Tecnologia, Complexidade e Urgência</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
FE	<i>Fator de eficiência</i>
CA	<i>Curva de aprendizagem</i>

1. INTRODUÇÃO

Na implementação da estratégia organizacional, os projetos são peças-chave, possibilitando à empresa manter-se num padrão competitivo e trazendo benefícios futuros. Cada vez mais complexos, exigem mais e mais uma gestão profissional, com planejamento e controle que levem em consideração seus aspectos de incerteza e singularidade. A abordagem gerencial para os diferentes tipos, as competências e habilidades dos gerentes de projetos e a sua designação acertada, se não forem considerados no plano de gerenciamento de portfólio, podem comprometer seus resultados.

Na literatura sobre gerenciamento de projetos, há um crescente entendimento de que projetos diferentes demandam procedimentos de gerenciamento diferentes que devem ser adaptados de acordo com suas características (CRAWFORD *et al.*, 2005). Existem na literatura muitos modelos de seleção de projetos, porém, uma vez estes projetos selecionados, poucos modelos existem para a priorização e classificação destes em categorias que os caracterize (LIMA *et al.*, 2014).

Outro aspecto a ser destacado nesse âmbito, tem a ver com o papel do gerente de projeto - GP. A importância que o GP exerce para o sucesso dos projetos também tem sido amplamente estudada (MEREDITH & MANTEL, 2011), e já é bem conhecido que este é um fator determinante para o sucesso do projeto. Possuir gerentes de projetos comprometidos, preparados e qualificados é algo que as organizações visam garantir. O gerente de projetos, além de lidar com múltiplos projetos simultaneamente, é o responsável pelo gerenciamento e liderança do projeto, o que leva a exigência de diferentes habilidades e competências para o exercício adequado da sua função (PATANAKUL, 2013). A seleção do gerente de projetos é também um problema multicritério (HADAD *et al.*, 2013). Assim, torna-se importante desenvolver um método que permita que GPs possam ser avaliados e classificados, a fim de possibilitar um método estruturado para a designação e alocação dos gerentes de projetos.

Não se deve esquecer de que, na implementação de múltiplos projetos e com a escassez deste raro recurso que é o gerente de projetos, não raro é possível encontrar acúmulo de projetos a serem gerenciados por um único GP. Torna-se imprescindível, portanto, considerar os aspectos inerentes à carga de trabalho do GP, que muitas vezes divide seu tempo entre atividades de gerenciamento de projetos e atividades funcionais. Assim, deve ser considerada a perda de tempo que acontece quando a atenção do profissional é desviada para

atender a diferentes projetos simultaneamente.

Diante desta situação, é possível perceber a necessidade de se aprofundarem estudos no contexto desta problemática, de modo a se formalizar um modelo um modelo de três etapas: classificação de projetos; classificação de gerentes de projetos; e designação de seus gerentes, considerando-se, para isso, as duas classificações anteriores e a carga de trabalho disponível.

1.1. Relevância do Estudo

O sucesso do projeto depende de múltiplos aspectos, incluindo o seu bom gerenciamento e a adequada competência do seu líder. Shenhar & Dvir(2007) argumentam que, visando à escolha da melhor forma de gerenciamento para determinado projeto, é necessário que antes se faça uma classificação deste em diferentes categorias. Patanakul *et al.*(2007) afirmam que não é viável desenvolver um modelo de seleção de gerentes baseando-se apenas nas habilidades do gerente no gerenciamento e nos requisitos do projeto – devem ser incluídos outros aspectos, tais como importância estratégica do projeto e limitações da organização denotadas por: capacidade de recursos; interdependências entre os projetos e interações; e carga de trabalho do gerente de projetos.

Segundo Meredith & Mantel (2011, p. 15) “A seleção do gerente de projetos é uma das duas ou três decisões mais importantes relativas ao projeto”. Assim, é crucial que a escolha do gerente de projetos seja realizada de forma estruturada, e que seja levado em conta o tipo do projeto e as competências necessárias para o exercício do seu gerenciamento. Muitos trabalhos foram desenvolvidos, a fim de se identificarem as competências necessárias aos gerentes de projetos e algumas metodologias apresentadas para a sua escolha, denotando a relevância do tema. Porém, não foi possível identificar na literatura um modelo que integrasse as duas classificações e depois a alocação do GP, nem tampouco usando a metodologia multicritério de apoio à decisão, que é apropriada para a problemática em questão, já que vários aspectos devem ser avaliados simultaneamente, tais como tamanho, complexidade, recursos, experiência do GP, treinamento e conhecimento na área de gerenciamento.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é a proposição de um modelo de alocação de múltiplos projetos a diferentes gerentes de projetos.

Os objetivos específicos são:

- ✓ identificar os aspectos que devem ser desenvolvidos para avaliação de projetos e gerentes de projetos para a melhor alocação;
- ✓ estruturar o processo de classificação dos projetos com base na literatura revisada;
- ✓ estruturar o processo de classificação dos gerentes de projetos com base na literatura revisada;
- ✓ desenvolver um modelo multicritério de classificação para os projetos;
- ✓ desenvolver um modelo multicritério de classificação para os gerentes de projetos;
- ✓ desenvolver um modelo de otimização para a alocação dos projetos.

1.3. Metodologia empregada

Quanto à natureza metodológica, esta pesquisa é classificada como descritiva a qual, de acordo com Gil (2010), tem como finalidade descrever as características de determinado fenômeno. Por meio de pesquisa explicativa que, de acordo com Vergara (2009), objetiva explicar que elementos colaboram com a ocorrência de determinado fenômeno, o qual, nesta pesquisa, se traduz em esclarecer como deve ser sistematizado um processo de alocação de projetos através da modelagem e otimização.

A fim de determinar o estado da arte da pesquisa, visando identificar os principais critérios, métodos e abordagens utilizados no processo de alocação de projetos, no contexto multicritério e programação matemática, utilizou-se o procedimento técnico das referências, através de revisões sistemáticas (GIL, 1991). Para tanto foram realizadas pesquisas em artigos, livros, teses e dissertações. A identificação e localização dos artigos ocorreram por meio da busca nas bases ISI Web of Knowledge e SCOPUS; os livros foram aqueles que se destacam na área de estudo; as teses e dissertações nas bases disponíveis para este tipo de publicação.

Outro procedimento usado nesta pesquisa foi o estudo de caso, que Roesch (2009) entende como uma estratégia que possibilita o estudo profundo de um determinado problema dentro do seu contexto e sob vários ângulos. O caso em questão diz respeito à falta de uma sistemática para alocação de projetos, situação vivenciada (ou experienciada) por uma

empresa, que permitiu abertura a fim de que tal estudo fosse realizado. Para tal procedimento, foram utilizados como instrumento de coleta de dados entrevistas, aplicação de questionários, análise de documentos e reuniões com as equipes da empresa, utilizando-se, entre outras, a técnica *brainstorming*.

Por fim, foram utilizados os métodos de modelagem, por meio da abordagem Multicritério de Apoio a Decisão – MCDA, para o problema da classificação dos projetos e gerentes como também a Programação Matemática Linear, para o problema da alocação dos projetos. O modelo desenvolvido foi aplicado na empresa, objeto do estudo de caso. Assim, os dados obtidos fizeram parte da aplicação numérica. Neste caso, a metodologia empregada segue a proposta por Ackoff & Sasieni (1975) de cinco fases, que são: 1) Estruturação do problema – através da descrição das variáveis e escopo do problema; 2) Construção do modelo – a partir da etapa anterior, transforma-se o problema em relações matemáticas ou lógicas de simulação, ou mesmo uma combinação das duas; 3) Solução do modelo: através da utilização de métodos de solução; 4) Teste da solução: verificação se a resposta representa de forma apropriada o problema, se há coerência e consistência; 5) Implantação da solução: nesta fase se dá a aplicação da solução na prática.

Em pesquisa operacional existe a preocupação em melhorar o desempenho do sistema, e fase de teste da solução proporciona a oportunidade de melhoria do modelo ainda antes da sua implantação (ACKOFF & SASIENI, 1975). Neste estudo, os testes da solução fizeram com que o modelo pudesse ser revisado e foi melhorado com a interação com as fases anteriores da metodologia da pesquisa operacional. Por outro lado, a fase de implantação do modelo não está contemplada nesta pesquisa por limitações de tempo e por ser uma decisão interna à organização a implantação propriamente dita ou não. A metodologia utilizada tem suas fases apresentadas no fluxograma apresentado na Figura 1.1.

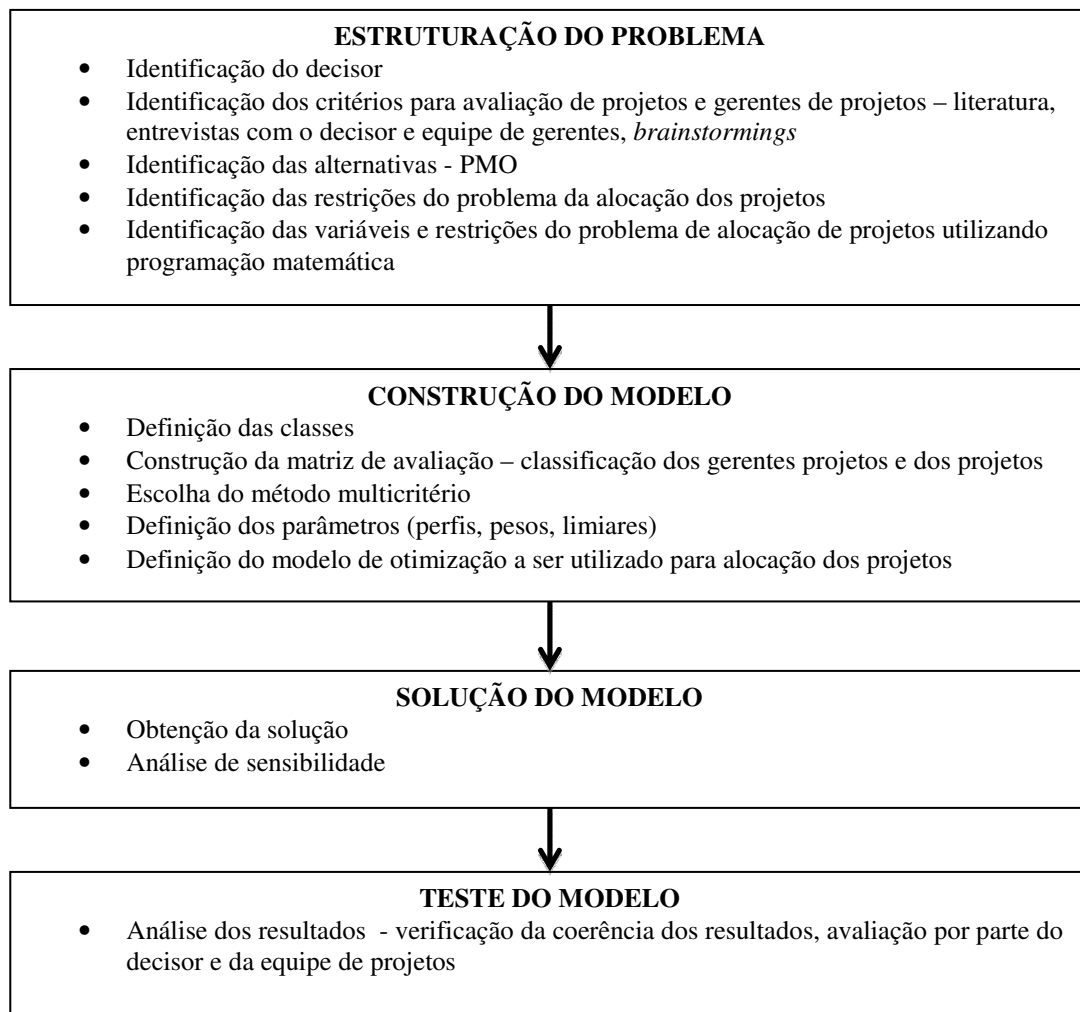


Figura 1.1 – Fluxograma da metodologia
Fonte: esta pesquisa (2015)

1.4. Estrutura da tese

A tese está estruturada em 7 capítulos:

O Capítulo 1 apresenta a Introdução, os objetivos – geral e específicos – da pesquisa, assim como a metodologia empregada.

O Capítulo 2 apresenta a base conceitual de fundamentação do trabalho, abordando os temas que tratam da gestão de projetos, gestão de portfólio, habilidades e competências do gerente de projetos como também traz informações sobre métodos MCDA, o PROMETHEE e programação matemática.

O Capítulo 3 apresenta os trabalhos mais relevantes a respeito de critérios para avaliação de projetos e gerentes de projetos, assim como modelos de alocação de gerentes e projetos. Este capítulo evidencia os principais critérios que são usados e os modelos existentes, com vista ao estabelecimento do modelo para o processo de alocação de

projetos.

No Capítulo 4 é proposto um modelo de alocação de projetos integrado à classificação de projetos e gerentes de projetos, para proporcionar a alocação, considerando-se habilidades e competências necessárias assim como a otimização da alocação através do uso de programação matemática linear.

No Capítulo 5 é apresentada a aplicação do modelo em uma empresa do setor de energia elétrica brasileira, assim como as análises realizadas, seus resultados e o modelo final de alocação tendo sido implementadas melhorias.

Finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões do presente estudo e são indicadas sugestões para trabalhos futuros.

2. BASE CONCEITUAL

Este capítulo apresenta a base conceitual da área de estudo da tese. São abordados os temas da gestão de projetos, destacando-se a classificação de projetos e as competências do gerente de projetos. São abordados ainda alguns conceitos relevantes de métodos de decisão multicritério e programação matemática.

2.1. Gestão de Projetos

Este tópico apresenta os conceitos básicos em gestão de projetos, fundamentos e a sua evolução ao longo do tempo. Decisão multicritério e programação linear também são abordados.

2.1.1. Visão geral

Projetos existem desde os primórdios da humanidade e acompanharam a sua evolução. Alguns deles se destacam: as pirâmides do Egito, a muralha da China, o Coliseu na Itália, as cruzadas portuguesas rumo ao descobrimento do Brasil.

O ritmo crescente das demandas por novos produtos, o crescimento populacional, a competitividade acirrada entre mercados internacionais, o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de informação fazem com que os projetos se tornem cada vez mais complexos gerando uma necessidade pelo gerenciamento profissional e aprimorado.

Até aqui, identificaram-se alguns projetos grandiosos, de conhecimento mundial, possivelmente, e das necessidades gerenciais que esses artefatos em geral despertam. Antes, porém, de falar sobre essas necessidades, convém definir o que seria *projeto*.

Para o *British Standard Institute* – BSI (2000, p.15), projeto é “um conjunto único de atividades coordenadas, com pontos de início e fim definidos, empreendido por um indivíduo ou uma organização para encontrar objetivos específicos dentro de parâmetros de programação, custo e desempenho pré-definidos.”

Para Kerzner (2006, p. 16), projeto “é um empreendimento com objetivo bem definido, que consome recursos e opera sob pressão de prazos, custos e qualidade. Além disto, projetos são, em geral, considerados atividades exclusivas em uma empresa.”

Já para o *Project Management Institute*(PMI, 2013, p. 12), o projeto é “um empreendimento temporário feito para criar um produto ou serviço único.”

Assim, projeto pode ser entendido como um empreendimento temporário com prazos pré-definidos, que está restringido por recursos, e visa atender a objetivos de qualidade e

custos, este será o conceito adotado nesta tese para projetos. Por deferirem das atividades de rotina, que se repetem no dia a dia numa organização, os projetos exigem uma abordagem gerencial específica que trate dos riscos e incertezas inerentes ao ambiente de inovação.

Sendo assim, cabe agora conceituar a gestão de projetos que, de acordo com o BSI (2000), se refere às atividades de planejamento, monitoramento e controle dos aspectos importantes de um projeto e a motivação das partes interessadas para atingir os objetivos do projeto no tempo, custo, qualidade e desempenho esperados. Assim, o gerenciamento de projetos envolve necessariamente a integração destes diversos fatores para se chegar ao objetivo desejado.

Para Gido & Clements (2012, p. 21), o gerenciamento de projetos “envolve o planejamento, organização, coordenação, liderança, e o controle de recursos para atingir os objetivos do projeto.” Para o gerenciamento adequado de projetos é preciso o envolvimento de pessoas, e que estas pessoas sejam guiadas para realizarem o que foi previsto no planejamento do projeto, por isto a coordenação e liderança se tornam tão necessárias para o sucesso do projeto.

O conceito utilizado nesta pesquisa sobre gerenciamento de projetos diz respeito às ações de liderança por parte do gerente de projetos e apoio da organização para a condução do projeto ao atingimento de seus objetivos e satisfação das partes interessadas.

OPMI (2013) divide o gerenciamento de projetos em processos que estão divididos em grupos distintos, mas que interagem durante todo o ciclo de vida do projeto, como pode ser visto na Figura 2.1, são: grupos de processos de iniciação, grupos de processos de planejamento, grupos de processos de execução, grupos de processos de monitoramento e controle e os grupos de processos de encerramento.

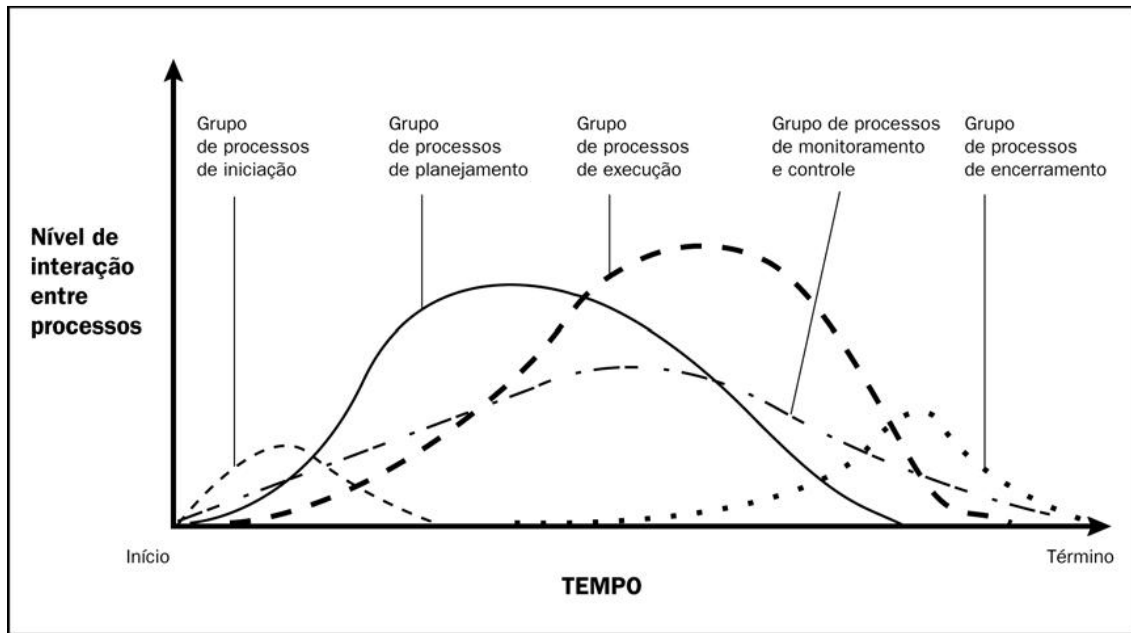


Figura 2.1 – Integração dos processos
Fonte: PMI, 2013

No gerenciamento de projetos, é importante destacar que cada projeto necessariamente deve estar ligado com as metas estratégicas da organização (LARSON & GRAY, 2011). É justamente no planejamento estratégico onde será definido o conjunto de projetos a serem desenvolvidos e implementados no período de análise; com isto, surge a necessidade de gerenciamento de portfólio.

O gerenciamento de portfólio diz respeito ao processo que ocorre de forma dinâmica. Nessa fase, novos projetos são avaliados, priorizados e selecionados, além de identificar como projetos existentes podem ser acelerados, extintos ou até mesmo ter sua prioridade revisada, viabilizando a realocação de recursos, sempre que necessário (COOPER *et al.*, 2000).

Kendall & Rollin (2003) apontam seis principais funções do gerenciamento do portfólio de projetos:

- Identificar o *mix* de projetos, que viabilize o alcance das metas estratégicas da organização;
- Equilibrar o portfólio da organização, para garantir um *mix* de projetos de longo prazo e projetos de curto prazo, risco e recompensa, pesquisa e desenvolvimento, entre outras necessidades;
- Monitorar o planejamento e execução dos projetos selecionados para a composição do portfólio;
- Analisar o desempenho do portfólio e encontrar melhorias a serem realizadas;

- Avaliar novas oportunidades de negócios diante do atual portfólio e/ou outros portfólios, considerando a sua capacidade de execução;
- Fornecer informações e recomendações para os decisores em todos os níveis da organização.

Nos diferentes tipos de organização, portanto, muitos projetos são desenvolvidos simultaneamente. Múltiplos projetos podem ser definidos como um conjunto em que mais do que um projeto são desenvolvidos ao mesmo tempo. Estes projetos irão variar em tamanho, competências requeridas e urgência, e estão em diferentes estágios de desenvolvimento como também competem pelos mesmos recursos humanos e financeiros (FRICKE & SHENBAR, 2000).

Sobre isto, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para auxiliar o gerenciamento de múltiplos projetos, com o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que ajudam a gerenciar, de forma mais eficiente e eficaz, de acordo com as especificidades desse tipo de cenário.

O gerenciamento de projetos, de acordo com o PMI (2013), envolve dez diferentes áreas gerenciais que são: o gerenciamento do tempo, custo, escopo, qualidade, risco, aquisições, comunicações, recursos humanos, integração e partes interessadas. Para o sucesso do projeto, estas áreas precisam estar devidamente integradas, e o seu pleno gerenciamento depende do desempenho efetivo do gerente de projetos. Assim, o gerente de projetos deve ter as competências e habilidades requeridas para esta função fundamental.

Estes aspectos - as competências e habilidades do gerente de projetos - vêm sendo amplamente discutido e analisado em estudos nesta área.

No próximo item serão apresentados os conceitos em gerenciamento de portfólio, com o intuito de desenvolver os aspectos que devem ser considerados no processo de alocação de projetos em ambientes de múltiplos projetos.

2.1.2. Gerenciamento de portfólio de projetos

Um portfólio de projetos pode ser definido como um conjunto de projetos que competem por recursos escassos e são patrocinados ou gerenciados por uma organização específica (ARCHER&GHASEMZADEH, 1999).

O gerenciamento do portfólio resulta num maior equilíbrio entre os projetos em andamento e novas ações estratégicas através da combinação de projetos e quantidade de investimento em cada projeto. Assim, as decisões tomadas no gerenciamento de portfólio de projetos geralmente estão associadas com outros projetos e fatores como capacidade financeira da organização e a alocação de recursos (KERZNER, 2006).

Para Larson&Gray (2011), o objetivo do gerenciamento de portfólio é garantir que os projetos estejam alinhados com as metas estratégicas da organização e sejam priorizadas de forma apropriada, demonstrando o que realmente importa para a organização. Como as necessidades de recursos financeiros e humanos para os projetos geralmente excedem os limites disponíveis, é necessário seguir uma sequência lógica para a escolha dos projetos a serem implementados.

Para Dinsmore *et al.*(2009), além do gerenciamento de portfólio, que tem foco na gestão estratégica, há ainda o gerenciamento de múltiplos projetos, de foco operacional, que se preocupa com o gerenciamento cotidiano das atividades de projetos, como a alocação dos recursos. Neste caso, enquanto que no gerenciamento de portfólio a responsabilidade está com o executivo/ alta administração, no gerenciamento de múltiplos projetos a responsabilidade está com os gerentes de projetos / recursos.

A seguir são apresentadas as competências e habilidades que são requeridas para a função do gerente de projetos.

2.1.3. Gerente de projetos – competências e habilidades requeridas

Duas importantes organizações bem conhecidas na área de gerenciamento de projetos – o *Project Management Institute*– PMI – e o *International Project Management Association* – IPMA, trazem no corpo de suas publicações a relevância do papel do gerente de projetos e listam competências identificadas como necessárias. Ambas possuem formas diferentes de certificar os gerentes de projetos, onde buscam avaliar as suas competências.

Para o PMI (2013), o gerente de projetos deve conhecer, entender e aplicar as ferramentas e técnicas entendidas como boas práticas no gerenciamento de projeto, as dez áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos: integração, escopo, cronogramas, custo, recursos humanos, qualidade, riscos, comunicação, aquisição e gestão das partes interessadas. Além disto, são requeridos flexibilidade, bom julgamento e capacidade de negociação. É o líder responsável pela interação com os *stakeholders* do projeto.

De acordo com o IPMA(2006), no seu *CompetenceBaseline*: “competência é uma coleção de conhecimentos, atitudes pessoais, habilidades e experiência relevante necessários para o exercício bem sucedido de uma dada função.” Ainda, de acordo com o IPMA (2006), as competências necessárias ao gerenciamento de projetos foram classificadas em três distintos grupos, que são: as competências técnicas, as competências comportamentais e as competências contextuais. Cada grupo de competências é composto por elementos em termos dos conhecimentos e experiência necessários, sendo elencado um total de 46.

No grupo de competências técnicas, tem-se: sucesso no gerenciamento do projeto, gerenciamento das partes interessadas, requisitos e objetivos do projeto, riscos e oportunidades, qualidade, organização do projeto, trabalho em equipe, resolução de problemas, estruturas do projeto, escopo e entregas, tempo e fases do projeto, recursos, custos e finanças, contratações e obtenções, mudanças, controle e relatórios, informação e documentação, comunicação, iniciação e fechamento.

No grupo de competências comportamentais são listadas: liderança, comprometimento e motivação, autocontrole, assertividade, relaxamento, abertura, criatividade, orientação para os resultados, consultivo, negociação, conflito e crise, confiabilidade, apreciação de valores e ética.

Para competências contextuais, tem-se: orientação a projetos, orientação a programas, orientação a portfólios, implementação de projeto, programa e portfólio, organização permanente, negócio, sistemas, produtos e tecnologia, gestão de pessoas, saúde, meio-ambiente e segurança, gestão financeira e aspectos legais.

O “bom” gerente de projetos deve ter a “sabedoria” para agir de acordo com o contexto da organização e características dos projetos, assim, deve possuir a habilidade de se adaptar em diferentes níveis e situações (BREDILLET *et al.*, 2015).

De acordo com Gale(2007), competência certamente inclui a posse de habilidades e conhecimentos particulares; além disso, é a capacidade de desenvolver tipos diferentes de ações, e pode ser considerado um conceito holístico envolvendo a integração de atitudes, habilidades, conhecimentos, desempenho e qualidade. Existem formas comumente usadas para medir competências: educação contínua, exames, portfólios, auto-avaliação, entrevistas, resultados e medidas de desempenho, observação direta e avaliação por pares.

Estudos aplicados em áreas diversas vêm sendo realizados na busca da identificação de competências específicas. Na área de construção, por exemplo, Chenget *al.*(2005) listam as seguintes competências esperadas para gerentes de projetos: Orientação para resultados; Iniciativa; Flexibilidade; Busca de Informações – curiosidade; Foco nas necessidades do cliente; Influência e impacto nas pessoas; Direção / assertividade; Cooperação e trabalho em grupo; Liderança; Pensamento analítico; Pensamento conceitual; Auto controle.

O estudo de Darrellet *al.*(2010) buscou identificar os fatores considerados na alocação de gerentes de projetos escolhidos “acidentalmente” no setor público na Austrália. Em sua revisão bibliográfica os autores identificaram que, além de habilidades técnicas, os gerentes de projetos devem possuir habilidades gerenciais gerais: saber delegar, liderar, desenvolver

procedimentos, entre outros; habilidades interpessoais: comunicação, gerenciamento de conflitos, motivação, entre outros, e habilidades no gerenciamento de projetos: conhecimento específico na área de projetos para uso das ferramentas e técnicas específicas.

Já Edum-Fotwe & Mccaffer (2000) identificaram elementos das competências que estão presentes em módulos de treinamento para desenvolver e manter as competências no gerenciamento de projetos em empresas, no ramo da construção, elicitados através do k-s fator pelo grau de importância. Como resultado, foi possível elencar as principais habilidades e conhecimentos mais importantes, necessárias, por áreas:

- Habilidades técnicas: Planejamento e orçamento; gerenciamento das atividades; conhecimento técnico no ramo de atuação; Controle de Custos e produtividade.
- Habilidades gerenciais: Liderança; saber delegar; negociação; tomada de decisão; motivação; trabalho em equipe; gerenciamento de time; relacionamento com a alta administração.
- Habilidades financeiras: orçamentação; sistemas de *reports*.
- Habilidades jurídicas: Elaboração de contratos.
- Habilidades de comunicação: apresentação; Correspondências gerais e de negócios; escrevendo *reports*.
- Habilidades gerais: condução de reuniões; conhecimento da organização.

Também foram identificados habilidades e conhecimentos secundários, mas também importantes de acordo com o estudo (EDUM-FOTWE&MCCAFFER, 2000):

- Habilidades técnicas: técnicas de previsão orçamentárias; controle da qualidade; tendências e estimação; aquisição de materiais; entendimento sobre projetos executivos; planejamento de atividades e de apoio; arranjo físico e mobilização.
- Habilidades gerenciais: comportamento humano; planejamento estratégico.
- Habilidades financeiras: arranjo financeiro de projetos; estabelecimento de fluxo de caixa.
- Habilidades em TI: software de gerenciamento de projetos; *Spreadsheet*; CAD.
- Habilidades jurídicas: saúde e segurança; relações com indústrias; Elaboração de reivindicações e litígios.
- Habilidades de comunicação: falando em público.
- Habilidades gerais: marketing e vendas; relações públicas.

Na área de TI, o trabalho desenvolvido por Starkweather & Stevenson (2011) investigou a importância das competências mais comuns nos gerentes de projetos e a certificação PMP do ponto de vista dos recrutadores. Como resultado deste levantamento, foi possível ordenar as competências dos gerentes de projetos, na ordem do mais para o menos importante: Liderança, Capacidade de se comunicar com diferentes níveis da organização; habilidades verbais; habilidades de escrita; atitude; habilidade para lidar com ambiguidades e mudanças; histórico profissional; experiência; habilidade *toescalate*; adequação à cultura; conhecimento técnico; formação; cumprimento de metas anteriores; tamanho da equipe anterior; certificação PMP – aspecto interessante neste trabalho, que considera a certificação PMP como menos importante.

Em pesquisa realizada por El-Sabaa(2001), foi possível identificar as principais características e habilidades necessárias ao gerenciamento de projetos no Egito. Em uma primeira amostra, os gerentes de projetos foram questionados sobre as características pessoais, atributos e habilidades dos melhores gerentes de projetos que eles conheciam. Como resultado 18 características principais foram agrupadas em três *clusters*:

1) Habilidades Humanas: capacidade de mobilizar as pessoas; capacidade de se comunicar bem - ouvir, persuadir e compreender os outros através do comportamento; capacidade de lidar com situações adversas, devendo ser flexível, paciente e persistente; Capacidade de delegar; senso de política; Auto-estima elevada; Entusiasmo.

2) Habilidades Organizacional e Conceitual: Planejamento; Organização; Orientação para objetivos; Habilidade de perceber o projeto como um todo; Capacidade de perceber a relação do projeto e a empresa; Forte orientação para problemas.

3) Habilidades Técnicas: Conhecimento especial no uso das ferramentas e técnicas; Conhecimento na área de projetos; Entendimento de métodos, processos e procedimentos; Requisitos de tecnologia; Habilidade no uso de computadores.

Interessante perceber, como resultado deste estudo, que as habilidades humanas foram consideradas mais importantes na avaliação do grupo pesquisado (EL-SABAA, 2001).

Visando identificar o que os profissionais do gerenciamento de projetos consideram importantes como habilidades e comportamentos para um gerente de projetos eficaz, Fisher(2011) realizou uma pesquisa por meio de revisão de literatura, entrevistas e *focusgroup meeting*.

De forma resumida, da revisão da literatura e das entrevistas, podem-se listar as habilidades ranqueadas: Gerenciamento de Emoções; Construção de Confiança - preocupação

pelos outros; Comunicação Efetiva; Motivação; Influenciando pessoas; Consciência cultural; Liderança, e; Construção de times.

Através do *focusgroup meeting*, foi possível listar seis competências essenciais para um gerente de projetos: Entendimento de Características Comportamentais; Liderança; Influenciando pessoas; *Authentic behaviour* que significa aceitar as pessoas como elas são; mostrar preocupação genuína pelos outros, *empowerment*; Gerenciamento de conflitos; Consciência cultural.

Odusami(2002) identificou que o gerente de projetos deve ter como competências: a tomada de decisão, comunicação, liderança e motivação, além de resolução de problemas.

Meredith & Mantel(2011) mostram algumas competências essenciais ao gerenciamento de projetos: a capacidade de adquirir recursos adequados, a conquista e a motivação da equipe de projetos; a habilidade de lidar com obstáculos, a capacidade de fazer compensações entre os objetivos do projeto, habilidade de lidar com fracassos e riscos, capacidade de comunicação em todos os níveis, habilidade de negociação. E ressalta: não basta que o gerente de projetos possua estas competências; mais importante que isso é que os outros as percebam. Acrescenta ainda: credibilidade técnica e administrativa, sensibilidade, liderança e estilo de gerenciamento.

Com esta revisão é possível ter com clareza quais são as habilidades e competências necessárias aos gerentes de projetos, viabilizando a construção dos critérios para avaliação e classificação dos GPs, possibilitando o uso dos métodos de multicritério, que serão apresentados a seguir.

2.2. Decisão Multicritério

Este item apresenta uma visão geral sobre o apoio multicritério à decisão, em que são descritas as problemáticas de referência, considerações sobre os atores, os diferentes métodos e o método PROMETHEE.

2.2.1. Visão geral

O Apoio Multicritério a Decisão – AMD –, em inglês, *Multicriteria Decision Aid – MCDA* surgiu na segunda metade do século XX como um conjunto de técnicas e métodos para auxiliar as pessoas e as organizações na solução de problemas de decisão em que são considerados diversos pontos de vista (VINCKE, 1992).

Um problema de decisão multicritério envolve a escolha entre pelo menos duas alternativas, visando atender a múltiplos objetivos, os quais muitas vezes são conflitantes

entre si (ALMEIDA, 2013). Um processo que resulte numa boa decisão envolve uma sequência lógica daquilo que se deseja. Desejo este expressado pelas preferências que se tem pelas várias consequências das decisões, que distribuídas no tempo podem ser incertas, dependendo do que se sabe com relação às alternativas e daquilo que se pode fazer através das alternativas disponíveis (CAMPELLO DE SOUZA, 2007).

Neste caso, no problema de Decisão Multicritério, diz-se que não há uma solução que seja a melhor para todos os critérios simultaneamente, na verdade busca-se a solução de melhor compromisso diante da avaliação dos critérios (ZELENY, 1982).

2.2.2. Problemáticas de Referência

Nos problemas de decisão, o decisor deseja realizar uma escolha sobre as alternativas, de acordo com uma das problemáticas (ALMEIDA, 2013) – aqui uma problemática diz respeito à forma de classificar um tipo de problema de decisão, a partir da forma como o decisor deseja comparar as alternativas do conjunto em questão (ALMEIDA, 2013). De acordo com Roy(1996) existem quatro tipos de problemáticas:

- Problemática $P.\alpha$, a problemática de escolha, em que se deseja obter um subconjunto do espaço de ações (comumente escolher uma alternativa);
- Problemática $P.\beta$, a problemática de classificação, que tem como objetivo a alocação das alternativas em classes ou categorias definidas *a priori*;
- Problemática $P.\gamma$, a problemática da ordenação, onde as ações são colocadas em uma ordem;
- Problemática $P.\delta$, a problemática de descrição, que ajuda na decisão através da descrição das ações e o seu conjunto de consequências.

Almeida (2013) acrescenta a esta lista a problemática de portfólio, que tem como objetivo escolher, dentro de um conjunto de ações, um subconjunto que atenda aos objetivos e restrições. Este tipo de problemática é muito usada para a escolha de projetos na composição do portfólio organizacional.

Nesta pesquisa, foi considerada a problemática de classificação, que consiste em formular o problema de decisão de tal forma que distribua cada alternativa para uma categoria predefinida. No próximo item serão apresentados os métodos de apoio à decisão e o método para este tipo de problemática adotado nesta pesquisa.

2.2.3. Problemática de classificação e métodos existentes

Em muitas situações, o decisor está preocupado não em escolher ou ordenar, mas sim em classificar alternativas, que pode ser em duas direções: aceita/rejeita; passa/não passa, como também podem existir mais categorias (BELTON&STEWART, 2002).

Neste caso, é preciso atribuir um conjunto de alternativas que foram avaliadas de acordo com um conjunto de critérios a classes definidas em situações reais de tomada de decisão (SMET&MONTANO-GUZMAN, 2004).

Os algoritmos de classificação desempenham a atribuição de alternativas em classes pré-definidas, no caso de agrupamento, tentando reduzir as distâncias entre alternativas da mesma classe e aumentar as distâncias entre as alternativas de classes diferentes (LEGER&MARTEL, 2002).

Neste tipo de problemática com MCDA, a análise de decisões é enriquecida pelo fato de que não apenas se produz um resultado final mas como também se desenvolve uma sistemática que permite regular futuras decisões como no caso de classificação de gerentes de projetos e de projetos.

De acordo com Araz&Ozkarahan(2007), existem duas formas de se definirem as categorias, quais sejam: o uso de alternativas de referência e o uso de perfis limites de classe. Ainda se pode acrescentar que as categorias são definidas de forma nominal ou ordinal. No primeiro caso as alternativas são alocadas de acordo com atributos, e não são ordenadas; já no segundo caso, as alternativas passam por um ordenamento.

Doumpos&Zopounidis(2004) afirmam que a forma mais comum para se definir categorias, seja ordinal ou nominal, é por meio do desenvolvimento de um modelo de agregação de critérios baseado em julgamentos absolutos.

O método ELECTRE TRI que foi proposto por Yu (1992) e Mousseau&Slowinski (1998) se baseia numa relação de sobreclassificação que é construída através da exploração das relações de preferências existentes, em que todas são admitidas e as alternativas são classificadas de acordo com uma atribuição pessimista ou otimista, a ser definido de acordo com o perfil do decisor.

Jacquet-Lagrèze (1995) e Zopounidis&Doumpus (1999) propuseram o método UTADIS, baseado num modelo de utilidade aditiva, que aceita compensação entre critérios. Zopounidis&Doumpus (2000) criaram o método M.H.DIS que também é um método aditivo, incluindo a possibilidade da criação de mais de uma função aditiva que representem

preferências do decisor.

O método PROMETHEE TRI foi proposto por Figueira *et al.* (2004) o qual, através do fluxo líquido de único critério como entradas, obtém uma classificação nominal, o que não garante a ordenação das classes.

Na tentativa de melhorar o método PROMETHEE TRI, Nemery & Lamboray (2008) desenvolveram o método FLOWSORT, o qual se destina à designação de ações para categorias ordenadas, com a definição de limites inferiores ou superiores de perfis ou também através de perfis centrais. Neste método, as regras de atribuição estão de acordo com a posição relativa de uma ação em relação aos perfis de referência, em termos de entrada, saída e fluxos líquidos, garantindo a ordenação das alternativas.

Além desses citados, tem-se também o método PROMETHEE SORTING – PROMSORT, criado por Araz & Ozkarahan (2007), utilizado neste trabalho e que está descrito no item 2.2.5. Para uma melhor compreensão deste método, antes se faz necessário conhecer os tipos de abordagens dos métodos multicritérios que estão apresentados no item a seguir.

2.2.4. Famílias de abordagens dos métodos multicritério

Os métodos multicritério são divididos em três grandes grupos também chamados de famílias de abordagens. Estas dizem respeito aos princípios de modelagem de preferência que são a família de critério único de síntese, a do julgamento interativo e a abordagem de sobreclassificação (ROY, 1985).

- Abordagem do critério único de síntese

Também conhecida como escola americana, este tipo de abordagem consiste na agregação de diferentes pontos de vista numa única função de valor que deve ser otimizada (ROY, 1985), devendo-se substituir o problema multicritério inicial:

$$\text{Max} \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_j(x), \dots, f_k(x) | x \in A\} \quad (2.1)$$

em que A é um conjunto finito de n ações potenciais e $\{f_j(\cdot), j = 1, 2, \dots, k\}$, um conjunto de critérios de avaliação, pelo seguinte problema (ROY, 1985):

$$\text{Max} \{U(x) | x \in A\}$$

onde $U(x)$ chamado de função utilidade ou função valor é do tipo:

$$U(x) = U[f_1(x), f_2(x), \dots, f_j(x), \dots, f_k(x)] \quad (2.2)$$

e que agrega k critérios em um único critério de síntese.

- Abordagem de sobreclassificação

Nascida na Escola Francesa, consiste na construção das relações de sobreclassificação, que representam as preferências estabelecidas pelo decisor e posterior exploração para apoiá-lo na solução do problema (ALMEIDA, 2013).

Sua principal ideia está no enriquecimento das relações de dominância; neste caso, evitam-se hipóteses matemáticas muito rígidas e questionamentos difíceis para o decisor, o que a difere da teoria da utilidade multiatributo, dificultando a modelagem de problemas reais (VINKE, 1992).

A abordagem da sobreclassificação requer uma informação intercritério correspondente à importância relativa entre os critérios, assim, os métodos desta família favorecem ações mais balanceadas, que têm uma melhor performance média. Nesta família destacam-se os métodos ELECTRE - *ELimination Et ChoixTraduisantlaREalité* e PROMETHEE - *PreferenceRanking OrganizationsMethod for EnrichementEvaluation*. Nesta pesquisa, o método PROMETHEE é utilizado.

O método PROMETHEE possui as seguintes implementações, de acordo com a problemática e os objetivos que se deseja atingir (BEHZADIAN *et al.*, 2009):

- PROMETHEE I: estabelece uma pré-ordem parcial;
- PROMETHEE II: estabelece uma pré-ordem completa, em ordem decrescente dos fluxos líquidos;
- PROMETHEE III: introduz a noção de indiferença, tendo a característica de incluir tratamento estocástico;
- PROMETHEE IV: proporciona uma pré-ordem completa ou parcial, e se destina à problemática de ordenação para o caso de um conjunto contínuo de soluções viáveis;
- PROMETHEE V: após a aplicação do PROMETHEE II, as restrições do problema são adicionadas, e, para resolver o problema, incorpora-se programação inteira;
- PROMETHEE VI: define uma pré-ordem completa ou parcial; deve ser utilizado para problemática de ordenação, quando o decisor não está apto ou não deseja estabelecer os pesos para os critérios – neste caso são definidos intervalos de possíveis valores;
- PROMETHEE TRI: para estabelecer resultados para problemas de classificação;
- PROMETHEE CLUSTER: para problemas de classificação nominal.

A seguir é descrito o método PROMETHEE para posterior apresentação do

PROMSORT.

2.2.5. PROMETHEE

Brans&Mareschal(2002), *apud* Almeida (2013), afirma que os métodos da família PROMETHEE baseiam-se em duas fases distintas que são, primeiramente, a construção de uma relação de sobreclassificação com a agregação de informações entre os critérios e alternativas, e, depois, através da exploração dessa relação para o apoio ao processo decisório. Desta forma, se constrói uma relação de sobreclassificação valorada (VINKE, 1992).

No PROMETHEE, cada um dos critérios é avaliado através de um peso p_i que representa a importância relativa do critério, e assim é obtido $\pi(a, b)$, o grau em que a sobreclassifica b , e é obtido assim (ALMEIDA, 2013):

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b) \quad (2.3)$$

onde

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Em que $F_i(a, b)$ é uma função de diferença entre $[g_i(a) - g_i(b)]$ para cada uma das alternativas (ALMEIDA, 2013). Assim, $F_i(a, b)$ assume valores de acordo com o desempenho da alternativa a sobre o desempenho de b , podendo este valor variar de 0 a 1, e, na sua forma mais básica, $F_i(a, b) = 1$. Existem, entretanto, situações onde há limiares de indiferença ou de preferência, ou ainda de ambas as situações; então a função $F_i(a, b)$ deve ser estabelecida representando as preferências do decisor, assumindo até seis formas básicas de acordo com os parâmetros, sendo q limiar de indiferença e p limiar de preferência: critério usual; quase-critério; limiar de preferência; pseudo-critério; área de indiferença; e o critério Gaussiano (ALMEIDA, 2013).

A partir da intensidade de preferência estabelecida do cálculo do índice de preferência $[\pi(a, b)]$, deve-se encontrar o índice de preferência multicritério e então a consideração dos fluxos uni-critério (ALMEIDA, 2013):

- ✓ Fluxo positivo de sobreclassificação: representa a intensidade de preferência de a sobre todas as alternativas.

$$\phi^+ = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (2.4)$$

- ✓ Fluxo negativo de sobreclassificação (fluxo de entrada): diz respeito à intensidade de preferência de todas as outras alternativas sobre a .

$$\phi^- = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (2.5)$$

No método PROMETHEE I duas pré-ordens são geradas a partir dos fluxos positivos e negativos. Neste caso, de uma pré-ordem decrescente de $\phi^+(a)$ e uma pré-ordem crescente de $\phi^-(a)$, a partir da intersecção destas duas pré-ordens geram uma pré-ordem parcial a partir das relações de (ALMEIDA, 2013):

- Preferência: aPb se $\phi^+(a) > \phi^+(b)$ e $\phi^-(a) < \phi^-(b)$ ou $\phi^+(a) = \phi^+(b)$ e $\phi^-(a) < \phi^-(b)$
- Indiferença: aIb se $\phi^+(a) = \phi^+(b)$ e $\phi^-(a) = \phi^-(b)$
- Incomparabilidade: aIb se $\phi^+(a) > \phi^+(b)$ e $\phi^-(b) < \phi^-(a)$ ou $\phi^+(b) > \phi^+(a)$ e $\phi^-(a) < \phi^-(b)$

Já o método PROMETHEE II utiliza o fluxo líquido de sobreclassificação, conforme fórmula 2.6; cabe ressaltar que quanto maior $\phi(a)$, melhor a alternativa (ALMEIDA, 2013).

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (2.6)$$

Assim, as alternativas são ordenadas de forma decrescente, estabelecendo uma pré-ordem completa, de acordo com (ALMEIDA, 2013):

- Preferência: aPb se $\phi(a) > \phi(b)$
- Indiferença: aIb se $\phi(a) = \phi(b)$

Almeida (2013) observa que o PROMETHEE II estabelece uma pré-ordem completa, mas no PROMETHEE I podem ocorrer incomparabilidades.

A seguir é apresentado o PROMSORT, que, em cujas etapas, passa-se pelas construções estabelecidas no PROMETHEE I e II.

2.2.6. PROMSORT

De acordo com Araz & Ozkarahan(2007), em problemas de classificação, existem duas formas de se definirem as categorias *a priori*: usando alternativas de referência ou usando perfis de limites das categorias. Existem também duas formas de categorizar as alternativas:

de forma nominal ou ordinal. Na forma nominal não existe uma ordenação das classes, e se chama problema de classificação nominal; de outra forma, tem-se a ordenação das classes – da melhor para a pior –, denominada problema de classificação ordinal.

Neste estudo será focado um problema de classificação em categorias pré-ordenadas.

Existem procedimentos desenvolvidos e largamente usados para este tipo de problemática, destacando-se o ELECTRE TRI (MOUSSEAU & SLOWINSKI, 1998), o UTADIS (DOUMPOSet *al.*, 2001), o PROMETHEE TRI (FIGUEIRAet *al.*, 2004) e o PROMSORT (ARAZ & OZKARAHAN, 2007).

Para este estudo o PROMSORT foi escolhido, primeiramente pela escolha da utilização de métodos multicritério não compensatórios para favorecer alternativas mais balanceadas, com melhor desempenho médio, e depois por garantir a ordenação das alternativas dentro das classes, o que não acontece com os PROMETHEE TRI e ELECTRE TRI (ARAZ & OZKARAHAN, 2007).

O PROMSORT é um procedimento baseado no PROMETHEE, que aloca as alternativas para categorias pré-definidas ordenadas. A designação de uma alternativa a para certa categoria resulta de uma comparação de a com os perfis que definem os limites das categorias e com as alternativas de referência (ARAZ E OZKARAHAN, 2007).

Araz & Ozkarahan (2007) destacam que: sendo G um conjunto de critérios $g_1, g_2, \dots, g_n$ ($G = \{1, 2, \dots, n\}$) e B um conjunto dos perfis limites que distinguem $K+1$ categorias ($B = \{1, 2, \dots, n\}$) em que b_h representa o limite superior da categoria C_h limite inferior da categoria $C_h + 1$, $h = 1, 2, \dots, k$, e, assumindo que $C_2 > C_1$, significa que a categoria 2 sobreclassifica a categoria 1, e o conjunto de perfis ($B = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$) deve seguir a propriedade: $[b_k P b_{k-1}], [b_{k-1} P b_{k-2}], \dots, [b_2 P b_1]$. Esta propriedade diz que as categorias devem ser ordenadas e distinguíveis. Assumindo da mais para menos preferida, a condição a seguir ajuda na obtenção da ordenada e distintas categorias: $\forall j, \forall h = 1, \dots, k-1, g_j(b_{h+1}) \geq g_j(b_h) + p_j$. A comparação entre dois perfis limites b_{h-1} e b_h que distinguem as categorias C_{h-1}, C_h e C_{h+1} , é definida usando a metodologia PROMETHEE.

O PROMSORT executa a alocação das alternativas em categorias, seguindo os três passos (ARAZ & OZKARAHAN, 2007):

- Construção de uma relação de sobreclassificação, usando o PROMETHEE I;
- Utilização das relações de sobreclassificação, para designar as alternativas nas categorias, excetuando-se as situações de incomparabilidade e indiferença;
- Designação final das alternativas, baseada em comparação par a par.

Assim, serão apresentados, a seguir, como obter os resultados destes três passos.

– Uso do PROMETHE I

No PROMSORT, as categorias são definidas através dos seus limites inferiores e superiores, e ambos os perfis limites e alternativas de referência são usadas para atribuir uma alternativa a uma categoria. Visando determinar as alternativas de referência, primeiramente todas as alternativas são comparadas com os perfis limite, usando a relação de sobreclassificação obtida através do PROMETHE. A comparação de uma alternativa a com o perfil limite b_h é realizado como segue (ARAZ & OZKARAHAN, 2007):

b_h é preferida a b_{h-1} :

$(b_h P b_{h-1})$ se

$\Phi^+(b_h) > \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) < \Phi^-(b_{h-1})$, ou

$(b_h P b_{h-1})$ se $\Phi^+(b_h) = \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) < \Phi^-(b_{h-1})$, ou

$\Phi^+(b_h) > \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) = \Phi^-(b_{h-1})$.

b_h é indiferente a b_{h-1} :

$(b_h I b_{h-1})$ se

$\Phi^+(b_h) = \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) = \Phi^-(b_{h-1})$

b_h é incomparável a b_{h-1} :

$(b_h R b_{h-1})$ se $\Phi^+(b_h) > \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) > \Phi^-(b_{h-1})$ ou

$\Phi^+(b_h) < \Phi^+(b_{h-1})$ e $\Phi^-(b_h) < \Phi^-(b_{h-1})$.

– Alocação das alternativas

A alocação das alternativas nas categorias resulta diretamente da relação de sobreclassificação, assuma que $C_2 > C_1$ significa que a Categoria 2 sobreclassifica a Categoria 1 (ARAZ & OZKARAHAN, 2007):

- Compare a alternativa a sucessivamente a com b_i , para $i = k, k - 1, \dots, 1$;
- b_h sendo o primeiro perfil tal que $(a P b_h)$;
- b_t sendo o primeiro perfil tal que $(a I b_h)$ ou $(a R b_h)$;
- Se $h > t$, designa-se a à categoria C_{h+1} .

Caso contrário, não atribuir a a nenhuma categoria, ou seja, não se tem certeza de que a alternativa a deva ser atribuída à categoria t ou $t + 1$.

Após esta segunda fase, é possível que algumas alternativas não tenham sido designadas a nenhuma classe, podendo ter havido relações de incomparabilidade ou indiferença. Pode acontecer também de que alternativas tenham sido alocadas a categorias; neste caso, estas alternativas servirão de referência para alocar demais alternativas na etapa 3. Estas alternativas de referência têm as seguintes propriedades:

- Cada perfil limite b_h sobreclassifica todas as alternativas de referência da categoria C_h ;
- Cada alternativa de referência em C_h sobreclassifica todos os perfis limites inferiores $(b_{h-1}, b_{h-2}, \dots)$;
- Cada alternativa de referência em C_h sobreclassifica todas as alternativas de referência $C_{h-1}, C_{h-2}, \dots$;
- Em uma mesma categoria, podem existir relações de incomparabilidade ou de indiferença (ARAZ & OZKARAHAN, 2007).

– Alocação final

Na fase anterior, algumas alternativas foram alocadas em $h + 1$ categorias ordenadas $C_{h-1} > C_h > \dots, C_1$, agora estas alternativas passam a ser alternativas de referência para as categorias ordenadas. Seja: Um conjunto de referência X_h consiste em m alternativas da categoria h , assim $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Seja a que ainda não tenha sido alocada a nenhuma categoria deve-se determinar a distância d_k tal que: $d_k = \frac{1}{n_t} d_k^+ - \frac{1}{n_{t+1}} d_k^-$, em que:

- d_k^+ mede o grau de sobreclassificação de a sobre todas as outras alternativas alocadas à categoria C_t ;
- d_k^- mede o grau em que a foi sobreclassificado por todas as outras alternativas na categoria C_{t+1} ;
- n_t é o número de alternativas de referência da categoria C_t ;

$$d_k^+ = \sum_{x \in X_t} (\Phi(a) - \Phi(x)) \quad (2.7)$$

$$d_k^- = \sum_{x \in X_{t+1}} (\Phi(x) - \Phi(x)) (2.8)$$

- $\Phi(a)$ é o fluxo líquido da alternativa a (ARAZ & OZKARAHAN, 2007).

O próximo passo é especificar um ponto de corte b . Caso a distância seja maior que o ponto de corte, a alternativa a deve ser alocada para a categoria C_{t+1} , caso contrário, na categoria C_t . O ponto de corte b pode ser especificado pelo decisor e deve refletir o seu ponto de vista que pode ser otimista ou pessimista:

Se $d_k > b$, isto indica que $a \in C_{t+1}$

Se $d_k < b$, isto indica que $a \in C_t$

Assim, são considerados não só os efeitos das alternativas de referência mas também os efeitos de todas as alternativas que ainda não tenham sido atribuídos a uma categoria, a fim de decidir sobre a classificação da alternativa. Desta forma, as atribuições são compatíveis com os rankings PROMETHEE. É assegurado que alternativas idênticas não sejam alocadas em categorias diferentes, e que duas alternativas a_1 e a_2 dado que $a_1 P a_2$, esta última não será classificada numa categoria superior a a_1 (ARAZ & OZKARAHAN, 2007).

Neste estudo outro método da pesquisa operacional que será utilizado será a programação linear que está apresentada no item 2.3.

2.3. Programação Linear

O método de programação linear, largamente utilizado nos dias atuais, faz uso de modelos matemáticos para resolver problemas de atividades, visando obter um resultado ótimo, considerando as restrições identificadas no modelo e o objetivo definido (HILLIER & LIEBERMAN, 2013). Em programação linear, as funções matemáticas são funções lineares e devem respeitar as hipóteses deste tipo de modelo. Estas hipóteses são (HILLIER & LIEBERMAN, 2013):

- i. Proporcionalidade: diz respeito à impossibilidade de haver qualquer expoente que não seja 1 para as variáveis da função objetivo e também nas restrições;
- ii. Aditividade: proíbe que haja termos que resultem do produto de uma ou mais variáveis, seja na função objetivo seja nas restrições;
- iii. Divisibilidade: as variáveis de decisão e um modelo podem assumir quaisquer valores, inclusive valores fracionários. Caso o problema envolva variáveis que

não possam ser fracionários, ele deve ser tratado como um modelo de programação inteira (este caso aplica-se neste estudo no momento da alocação dos projetos aos gerentes de projetos);

- iv. Certeza: aqui se exige que os valores atribuídos a cada constante do modelo sejam assumidos como uma constante conhecida. Como nem sempre isto é possível, daí a importância de se realizar a análise de sensibilidade, para verificar quão sensível é o modelo às mudanças nos parâmetros.

A forma padrão para o problema de programação linear, conforme (HILLIER & LIEBERMAN, 2013), pode ser apresentada a seguir:

$$\text{Max } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.9)$$

sujeito às restrições

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_n$$

e

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Em que

$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ representa a função objetivo

$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$ representa as restrições

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$ representa a condição de não-negatividade

São problemas clássicos da programação linear: escolha de mix de produção, localização, menor caminho, de transporte, designação ou alocação de máquinas e pessoas. Este último, o qual será melhor apresentado no próximo subitem, diz respeito à designação de pessoas a máquinas, ou ainda tarefas às pessoas.

Dentre os problemas de programação linear, está o problema de designação em que os designados devem ser alocados para a realização de tarefas (HILLIER & LIEBERMAN, 2013). Os designados, contudo, não necessitam ser pessoas; pode acontecer de haver a designação de máquinas, fábricas, períodos ou veículos. As hipóteses que devem ser respeitadas neste tipo de problemática são: o número de designados e o número de tarefas devem ser iguais; a cada designado deve-se atribuir exatamente uma tarefa; e cada tarefa deve ser executada por um designado; associa-se um custo ao designado executando a tarefa; assim, o objetivo é identificar o melhor arranjo de alocação em que o custo total é minimizado (HILLIER & LIEBERMAN, 2013).

O modelo matemático para o problema de designação pode ser descrito a seguir:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se o designado } i \text{ realiza a tarefa } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, 3, \dots, n$. Assim, cada x_{ij} é uma variável binária, o que representa uma decisão sim/não; neste caso, o designado i deve executar a tarefa j

Como Z neste caso representa o custo total, o modelo para o problema de designação pode ser apresentado a seguir:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.10)$$

sujeito às restrições:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \text{ para } j = 1, 2, \dots, n$$

e

$$\begin{aligned} x_{i,j} &\geq 0, & \text{para todo } i \text{ e } j \\ (x_{i,j} \text{ binário}, & & \text{para todo } i \text{ e } j) \end{aligned}$$

Na verdade, o problema de designação é um tipo especial do problema de transporte, em que os designados podem ser representados pelas origens e as tarefas como os destinos. A resolução deste tipo de problema foi facilitada através do desenvolvimento de um algoritmo

especial por matemáticos húngaros, por isto o nome algoritmo húngaro, que está detalhado porTaha(2008).

2.4. Considerações finais sobre o capítulo

Este capítulo foi iniciado com a apresentação do tema gerenciamento de projetos, onde são ressaltadas as características dos projetos, do gerenciamento de portfólio e os aspectos que caracterizam a sua condução. A importância de alocar os projetos considerando as habilidades e competências dos gerentes de projetos é fundamental. Torna-se, então, essencial que sejam realizadas pesquisas para o desenvolvimento de métodos e técnicas para proporcionar um processo de alocação de projetos sistematizado.

A partir dessa resenha, já foi possível observar, também, que, neste contexto, múltiplos critérios devem ser considerados, por isto a necessidade da abordagem MCDA.

Neste capítulo, também foram apresentados os métodos multicritério, os seus aspectos, principais métodos e o PROMETHEE, que foi usado na aplicação do modelo. Além disso, também foram apresentados fundamentos sobre programação matemática, com vistas à otimização da alocação dos projetos.

Este capítulo foi importante para embasar o desenvolvimento de um modelo adequado para a classificação de projetos e de gerentes de projetos, e alocação de projetos. O próximo capítulo se destina a apresentar o estado da arte sobre o tema foco da pesquisa, mais especificamente em critérios para avaliar projetos e gerentes de projetos e modelos de alocação.

3. REVISÃO DA LITERATURA

No capítulo anterior foram apresentados elementos básicos para fundamentar o tema abordado neste trabalho, enquanto que este capítulo apresenta um estado da arte referente a critérios para classificação de projetos e gerentes de projetos, assim como modelos de alocação de gerentes de projetos.

3.1. Critérios para avaliar/classificar projetos

Neste item estão apresentados os principais critérios utilizados para a classificação e avaliação de projetos. Cabe esclarecer que não se trata da avaliação de projetos para sua seleção ou priorização, mas sim para caracterizar projetos já escolhidos e passíveis de serem executados.

A priorização de projetos é um problema que frequentemente é enfrentado por gerentes de portfólio, já que em projetos, devido aos riscos e incertezas, suas características são distintas e é difícil compará-los sem o auxílio de uma metodologia específica. Entre os projetos selecionados no portfólio é preciso eleger prioridades e muitas vezes ocorre de também projetos terem que ser inseridos no portfólio já em andamento e devem ser planejados e executados juntamente com os demais (LIMA *et al.*, 2014).

Bowker& Star (2000) apresentam três razões principais para o desenvolvimento de um sistema de categorização de projetos:

- comparabilidade – o objetivo neste caso é de possibilitar uma comparação entre os projetos, o que implica uma padronização na linguagem;
- visibilidade – neste caso, a categorização aumenta fortemente a visibilidade das informações dos projetos;
- controle – ser capaz de descrever as regras da categorização dos projetos.

Uma abordagem largamente usada na categorização de projetos, conhecida como “*diamond framework*”, é o modelo NTCP (*Novelty, Technology, Complexity and Pace* – Inovação, Tecnologia, Complexidade e Urgência).

Idealizado por Shenhar&Dvir (2007), este modelo sugere que diferentes estilos de gerenciamento podem ser associados a diferentes tipos de projetos. Os autores ainda afirmam que, por meio do uso do modelo, é possível identificar eventuais lacunas e dificuldades. A Figura 3.1 ilustra como este modelo realiza a categorização dos projetos. Outros estudos

utilizam o modelo NTCP, por exemplo Dviret *al.* (2006) e Howellet *al.* (2010).

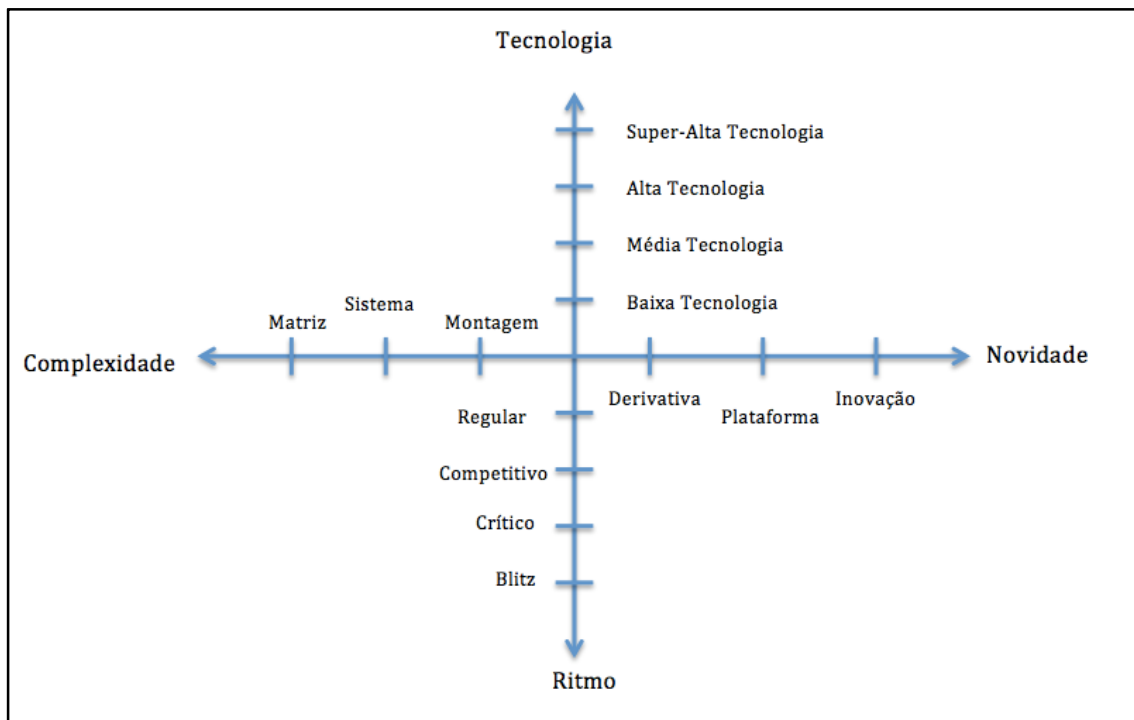


Figura 3.1–Modelo NTCP
Fonte: Adaptado de Dvir *et al.* (2006)

Crawford *et al.* (2005) desenvolveram um estudo sobre categorização de projetos e publicaram o livro intitulado “*Project Categorization Systems*” – em tradução livre “Sistemas de Categorização de Projetos”, em que está relatado um conjunto de sistemas utilizado pelas organizações para categorizar projetos.

Neste estudo verificou-se que as empresas realizam a categorização dos projetos com diferentes propósitos, os quais podem ser listados:

- identificação do nível de aprovação que o projeto requer;
- competências e treinamentos para o pessoal de gerenciamento de projetos;
- métodos e técnicas mais apropriadas a serem usadas no gerenciamento de projetos;
- que tipo de orçamento deverá financiá-lo;
- e o seu alinhamento com o planejamento estratégico.

Também foram identificados os atributos usados: o tamanho dos projetos, o seu nível de complexidade, sua localização geográfica e a sua área de conhecimento técnico.

Em outro estudo, Crawford (2006) identificou que as organizações têm usado os

seguintes atributos: custos; benefícios para a organização, complexidade, importância estratégica, nível de risco, recursos, tamanho, área de aplicação, clientes e natureza do trabalho do projeto.

Müller & Turner (2007), com o objetivo de selecionar gerentes de projetos adequadamente, realizaram previamente a categorização de projetos, concluindo que, para escolha da melhor abordagem gerencial, os projetos devem ser categorizados de acordo com os seguintes atributos:

- área de aplicação (engenharia e construção, TI ou mudanças organizacionais);
- complexidade (alta, média, baixa);
- importância estratégica (mandatória, reposicionamento, inovação);
- tipo de contrato (preço fixo, remediação ou aliança);
- estágio do ciclo de vida do projeto e cultura.

Além dos atributos já citados, Patanakulet *al.* (2007) concluíram que a criticidade do prazo, os requisitos da qualidade e o nível de risco também devem ser avaliados quando o projeto será alocado junto ao gerente de projetos.

Como pode ser observado, os modelos desenvolvidos na área seguem uma linha de construir uma teoria para a definição de atributos para a classificação de projetos. Nossa proposta nesta tese é de, ao contrário do que defendem outros autores, propormos uma forma estruturada de valorar os atributos a fim de realizar uma categorização baseada em dados mensuráveis.

3.2. Critérios para avaliar/classificar gerentes de projetos

Na literatura existente sobre competências e avaliação de gerentes de projetos, é possível identificar que o gerente de projetos deve ter conhecimento técnico, de administração, negócios e estratégia (PATANAKULET *al.*, 2007). Além do conhecimento técnico em gestão de projetos, o gerente de projetos deve saber delegar, liderar, desenvolver procedimentos e padronização, habilidades interpessoais e habilidades de gerenciamento de projetos (conhecimento específico em gerenciamento de projetos ou em ferramentas e técnicas específicas) (DARRELL *et al.*, 2010).

O gerente de projetos deve ter habilidades também em tomada de decisão, comunicação, liderança, motivação e identificação e resolução de problemas (ODUSAMI, 2002; STARKWEATHER & STEVENSON, 2011; MALACH-PINES, DVIR & SADEH, 2009; DAVID STRANG, 2011 e EL-SABAA, 2001).

Chipuluet *al.* (2013), em seu estudo sobre as competências dos gerentes de projetos identificaram seis dimensões, apresentadas a seguir em sua ordem de acordo com a sua importância relativa para os patrocinadores de projetos: 1) expertise na especificidade da indústria em que irá atuar; 2) conhecimento em gestão de projetos; 3) experiência em gestão; 4) saber tratar as pessoas (de uma forma positiva); 5) experiência em metodologias de gestão de projetos e qualificação profissional, e; 6) gerenciamento de riscos além do ciclo de vida do projeto.

De acordo com o PMI (2013), se faz mister que o gerente de projetos saiba lidar com as partes interessadas do projeto, identificando as suas necessidades e requisitos do projeto.

No seu estudo conduzido através de entrevistas, Ramazani&Jergeas (2015) identificaram que o sistema de educação para formação de gerentes de projetos deveria ter uma visão multidimensional e de processos complexos. Nestas entrevistas com especialistas em gestão de projetos realizadas nas empresas foram identificadas três grandes áreas que os gerentes de projetos devem desenvolver em sua formação profissional, são elas: desenvolvimento do pensamento crítico para lidar com complexidade, criação de parâmetros “suaves” para o gerenciamento de projetos (a arte de gerenciar projetos) e preparação para lidar com projetos como eles ocorrem na “vida real” (RAMAZANI & JERGEAS, 2015).

Neste sentido, as competências dos gerentes de projetos não se limitam a apenas competências técnicas, mas também se concentram nas habilidades de negociação, de interdisciplinaridade, ou seja na sua capacidade de entender como estão integrados e interdependentes os processos de gestão dos projetos como também na sua capacidade de exercer liderança e influenciar as pessoas para o atingimento dos objetivos do projeto. O gerente de projetos deve entender que o gerenciamento de projetos deve ser realizado através da cooperação com seus superiores, com os seus pares e também com os seus subordinados, e além disto também promover a cooperação entre eles.

Bredillet *et al.* (2015) afirmam que os padrões IPMA e PMI de certificação para gerentes de projetos focam, enquanto uma abordagem de avaliação do gerente, nas competências de “saída”, medidas através de resultados e ações esperadas. Medida & Medina (2014) afirmam que o grau de envolvimento do GP no gerenciamento das competências nas empresas é baixo, pois ele participa de forma pouco significativa dos processos de desenho, planejamento e controle da gestão dos recursos humanos relacionados aos projetos, em sua própria função não participa da avaliação e desenvolvimento de competências, como também participa pouco da avaliação da sua equipe de projeto (MEDIDA & MEDINA, 2014).

Assim, ainda existem muitas contribuições a serem realizadas na área de pesquisa sobre avaliação de competências e classificação de gerentes de projetos.

3.3. Modelos existentes de alocação de gerentes

Sobre o problema da alocação dos gerentes de projetos, foi possível identificar na literatura os estudos descritos a seguir:

- Ogunlana *et al.*, (2002) – este modelo usa o conjunto de requisitos do projeto e avaliação dos projetos, de acordo com a sua experiência, conhecimento gerencial e liderança. Para tanto, é usada uma Matriz Quantitativa de Planejamento Estratégico, a qual calcula uma pontuação que representa o grau de associação entre as características do projeto e do gerente de projetos, gerando uma lista de gerentes de projetos com os perfis mais adequados para os diferentes projetos.
- Patanakulet *et al.*, (2007) – neste modelo foram consideradas características, tais como: a importância estratégica do projeto, limitações de recursos, interdependências entre projetos e suas interações, e a disponibilidade dos gerentes. Para definir o conjunto de critérios, foi conduzido um estudo de multi-casos, utilizando-se o método Delphi; para a alocação final dos gerentes de projetos, fez-se uso de um modelo de programação linear.
- Rashidi *et al.*, (2011) fizeram uso de conjunto fuzzy, redes artificiais neurais e algoritmos genéticos para avaliar projetos e gerentes de projetos, de acordo com um conjunto de atributos e pontuação dos gerentes; ao final, gera-se uma lista de gerentes e se realiza uma entrevista com os gerentes para alocação final.
- Xu & Yeh, (2014) desenvolveram um método que usa DEA - *Data Envelopment Analysis* para explorar as competências e experiências dos gerentes de projetos, visando identificar a melhor alocação do projeto, através da análise da performance anterior no gerenciamento de projetos em ciclos passados. Os objetivos dos projetos são modelados em funções matemáticas para atingir o máximo da contribuição esperada por projeto, então de acordo com o resultado da performance do gerente o projeto é alocado.

Nos dois primeiros modelos, alguns aspectos não foram considerados, tais como a quantidade de horas a serem alocadas ao gerente de projetos e a perda de tempo que ocorre quando o gerente de projetos gerencia mais de um projeto, necessitando mudar sua atenção de um projeto para outro.

Já o estudo de Patanakulet *al.* (2007) não considera o aprendizado adquirido através da experiência como forma de realizar o trabalho com maior eficiência, o qual neste trabalho foi incorporado através da curva de aprendizagem.

No estudo de Xu&Yeh (2014) não está sendo considerada a curva de aprendizagem, como também a carga de trabalho dos gerentes de projetos. Estes modelos existentes também não consideram a questão de se alocarem múltiplos projetos aos gerentes de projeto simultaneamente.

No processo de alocação de projetos a gerentes de projetos, normalmente se tem a alocação de múltiplos projetos a um único gerente. Uma característica desta problemática que deve ser levada em consideração é a multitarefa, que pode ser definida como quando é necessário mudar a atenção em múltiplas tarefas simultaneamente, o que leva a uma redução na performance quando comparado à execução de atividades de forma sequencial (Buser & Peter, 2012).

Na área de gerenciamento de projetos, este fenômeno (conhecido como *switchovertime-loss*) vem sendo estudado; já existe uma padronização para calcular esta quantidade de horas que se perde ao gerenciar múltiplos projetos simultaneamente. Em casos como este, deve-se adicionar esta quantidade de horas à carga de trabalho do gerente, visando ao melhor dimensionamento da força de trabalho. Esta quantidade de horas foi padronizada e está no *Kapur International Standard*, mostrado na Tabela 3.1 (PATANAKULET *al.*, 2007).

Tabela 3.1 - *Switchovertime-loss*

Número de projetos acumulados	<i>Switchovertime-loss</i> (por pessoa em horas por semana)
1	0
2	6
3	7.5
4	9

Fonte: (Patanakul et al., 2007)

Também pode ser apresentada através da equação 3.1 a seguir:

$$S_n = 1.5Y_n + 4.5Z_n \quad (3.1)$$

Onde:

S_n representa o *switchovertime-loss* do gerente GP_n

Y_n número de projetos em excesso, acima de um, gerenciado pelo GP_n

Z_n fornece a informação de que o gerente é responsável por múltiplos projetos, trata-se de uma variável binária (0, quando o gerente tiver apenas um projeto; 1, quando for mais de um projeto)

Neste caso, a quantidade de horas devido ao gerenciamento de múltiplos projetos deve ser adicionada à carga de trabalho semanal do gerente, de acordo com a quantidade de projetos a serem gerenciadas. O autor indica ainda que a empresa realize um estudo para que este dado esteja o mais próximo possível da realidade da organização.

No processo de alocação de projetos, outro aspecto a ser considerado ainda diz respeito à experiência anterior na gestão de projetos, já que muitos estudos têm demonstrado que a performance do gerente aumenta consideravelmente quando este gerenciou projetos semelhantes anteriormente (MCFARLAN, 1981). A experiência em projetos similares também ajuda a reduzir os atrasos no cronograma do projeto (BROADBENT *et al.*, 1999). Também a experiência em projetos ajuda no desempenho do trabalho do gerente (LEE-KELLEY & LEONG, 2003). As empresas consideram como um fator determinante para o sucesso do projeto a experiência anterior do gerente (HÖLZLE, 2010).

Assim, a experiência do gerente deve ser considerada no processo de designação dos projetos, ou seja, deve ser considerado como um fator de eficiência no gerenciamento de projetos.

Curvas de aprendizagem representam o processo de aquisição de experiência como uma consequência de realizar tarefas similares; como resultado, o tempo requerido para realizar atividades semelhantes tem seu tempo reduzido, demonstrando uma relação entre desempenho e experiência (COROMINAS *et al.*, 2010; JANIÁK & RUDEK, 2008).

As curvas de aprendizagem vêm sendo largamente usadas, e vários estudos demonstram a sua aplicabilidade nas diversas áreas, tais como: avaliação de produtividade na indústria da construção civil (THOMAS *et al.*, 1986), planejamento de projetos de desenvolvimentos (EDEN *et al.*, 1998), projetos de TI que visam maximizar a produtividade organizacional (NGWENYAMA *et al.*, 2007), projetos de novas tecnologias (PLAZA *et al.*, 2010), projetos de melhoria de qualidade (LAPRE *et al.*, 2000), projetos aeronáuticos (GHOLZ, 2011) outras aplicações (ANZANELLO & FOGLIATTO, 2011); alocação de recursos em projetos (ZHANG *et al.*, 2014).

A curva de aprendizagem em sua forma clássica está apresentada por (ARGOTE & EPPLÉ, 1990) e está detalhada a seguir:

$$Y_i = a \cdot x_i^{(-b)} \quad (3.2)$$

Y_i é a performance no i -ésimo período,

a é a performance no primeiro período,

x_i é o número acumulado de períodos ou de unidades ao longo do tempo,

b representa a taxa de aprendizagem,

i representa o período.

Assim, dado que a gestão do projeto envolve complexidade e um ciclo de vida de gerenciamento que se repete para todos os projetos, parece apropriado considerar o efeito 'onthejob' através do acúmulo de experiência em projetos gerenciados anteriormente. Este aspecto foi considerado no modelo e estará apresentado na aplicação no Capítulo 4 deste trabalho.

3.4. Considerações finais sobre o capítulo

Este capítulo teve como principal objetivo apresentar as pesquisas recentes sobre avaliação de projetos e gerentes de projetos, com foco na alocação de projetos, de acordo com as necessidades dos projetos, tema desta pesquisa.

Com isto, foi possível perceber que o problema de avaliação e classificação de projetos e gerentes de projetos é, por natureza um problema multicritério. Tais critérios muitas vezes são conflitantes, o que caracteriza um modelo que vai além da alocação, e que, por isso, deve passar antes por um processo de “*matching*” entre competências e características dos projetos, e ainda, pelo processo de alocação por considerar aspectos como o *switchovertime-loss* e curvas de aprendizagem. Assim, percebeu-se que são escassos os trabalhos que abordem a alocação de projetos com a classificação de projetos e gerentes de projetos. O próximo capítulo apresenta o modelo proposto para alocação de projetos, ressaltando suas etapas e características do modelo.

4. MODELO INTEGRADO DE ALOCAÇÃO DE PROJETOS

O modelo proposto nesta pesquisa tem como objetivo final realizar a alocação de múltiplos projetos a diferentes gerentes de projetos. Para isto passa por três etapas, que são: a classificação de projetos, a classificação de gerentes de projetos (estas duas etapas através do uso de MCDA) e, por fim, a alocação final de projetos intra-classes (usando programação matemática). Estas etapas estão descritas nos subitens a seguir.

4.1. Apresentação do modelo e premissas

No desenvolvimento do modelo de alocação de projetos, foi percebida a necessidade de primeiro realizar uma categorização de tipos de projetos e níveis de experiência e competências dos gerentes de projetos, para que a alocação dos projetos seja realizada, considerando-se estes diferentes aspectos importantes.

Na literatura investigada, não foi encontrado nenhum modelo de alocação que realizasse inicialmente a avaliação dos projetos e dos gerentes de projetos considerando múltiplos critérios e uma classificação para a realização do processo de alocação de projetos. Além disso, também não foi encontrado nenhum modelo de alocação de projetos que realizasse esta alocação de múltiplos projetos simultaneamente, como está proposto neste modelo, o que reduz o tempo e a quantidade de interações necessárias.

Outra contribuição deste estudo está no desenvolvimento do fator de eficiência que representa a experiência acumulado do gerente de projetos como uma forma de reduzir o seu tempo dedicado ao gerenciamento do projeto. Este fator de eficiência foi inspirado na teoria das curvas de aprendizagem, em que é gerado um desconto nas horas necessárias para desenvolver determinadas atividades que são novas e passam a ser aprendidas. Não foi encontrado na literatura nenhum modelo de alocação de gerentes de projetos que use algo similar.

O modelo de classificação está apresentado na Figura 4.1. Trata-se das etapas de classificação de projetos e gerentes de projetos. Em seguida, cada etapa do modelo é descrita.

As premissas do modelo são:

- i. Os projetos devem ser alocados de acordo com o processo de classificação anterior, assim os projetos da classe 1 devem ser alocados aos gerentes da

classe 1; os projetos da classe 2 devem ser alocados aos gerentes da classe 2; e os projetos da classe 3 devem ser alocados aos gerentes da classe 3.

Caso ainda exista disponibilidade de horas e necessidade de alocar mais projetos quando a quantidade de horas dos gerentes daquela classe não for suficiente, podem-se alocar gerentes da classe superior, mas não se devem alocar projetos aos gerentes da classe inferior.

- ii. Vários projetos devem ser alocados a diferentes gerentes de projetos. A alocação deve estar de acordo com o menor tempo do gerente, de acordo com o que foi identificado através do fator de eficiência, a carga horária disponível dos gerentes e o *switchover time loss*.
- iii. Caso não haja disponibilidade de carga horária, deve-se evitar a alocação de projetos.
- iv. Para cada projeto apenas um gerente deve ser alocado.

O modelo é composto por três estágios que são a classificação dos projetos, classificação, a classificação dos gerentes de projetos e finalmente a alocação dos projetos aos gerentes. Estes estágios estão divididos em passos que estão apresentados na Figura 4.1. A aplicação do modelo deve ocorrer no início de cada novo ciclo de projetos novos a serem implantados e deve-se levar em consideração se projetos que já estão sendo em andamento deverão entrar na análise para realocação ou não do gerente. Cada estágio e seus passos estão detalhadamente descritos nos subitens a seguir.

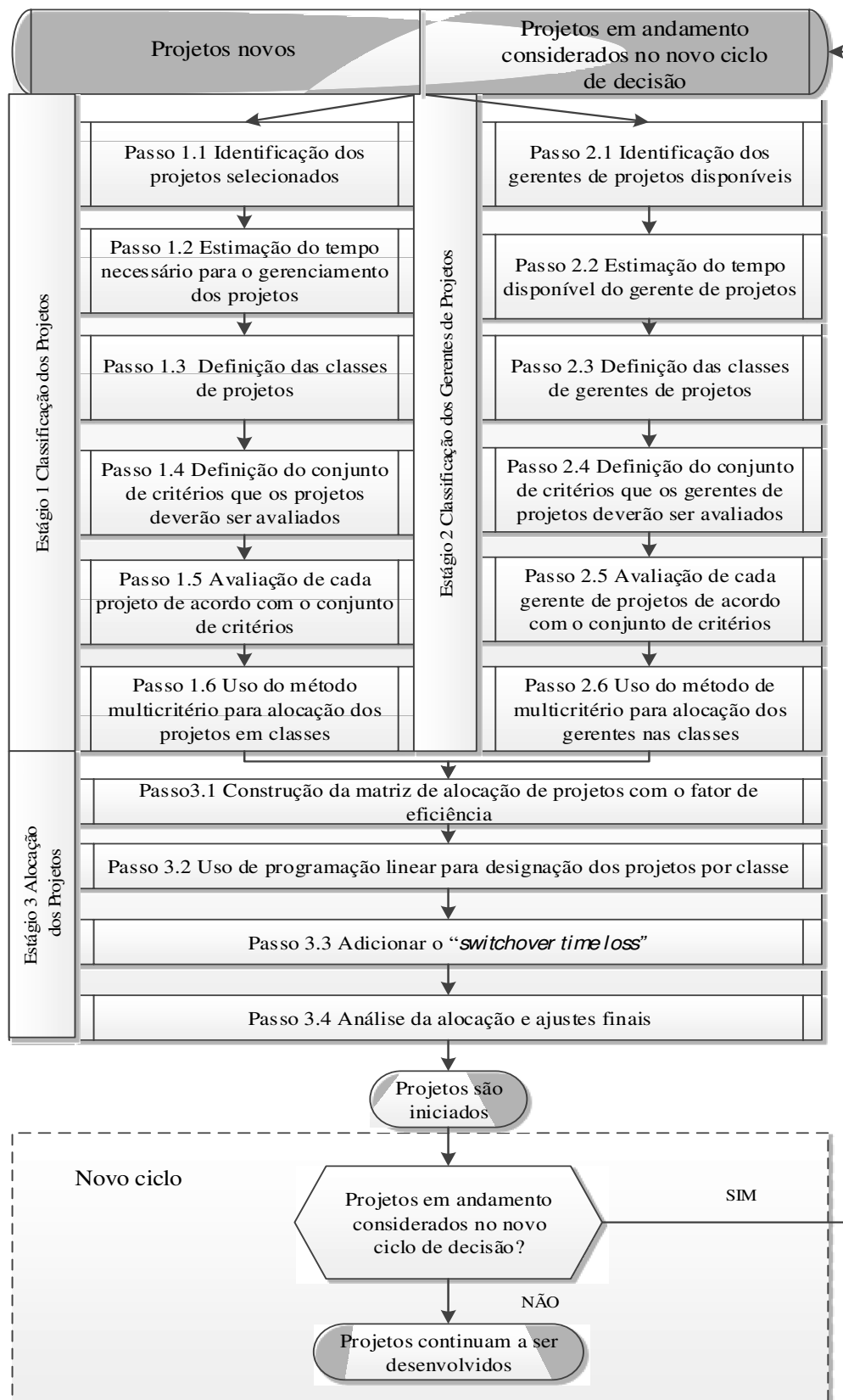


Figura 4.1 - Modelo de alocação de projetos
Fonte: esta pesquisa (2015)

A seguir são detalhados os estágios que estão apresentados na Figura 4.1. Importante ressaltar que a contínua participação e interação do decisor com o analista durante todo o processo se faz essencial para que o resultado final melhor represente as necessidades da organização.

4.2. Estágios 1 e 2 para a classificação dos projetos e dos gerentes de projetos

Todo o processo deve ter seu início desde a Reunião de Partida. No gerenciamento de projetos, esta reunião está formatada para apresentação dos projetos que foram selecionados/priorizados e que irão ser executados no período de análise. Neste momento apenas as informações gerais estão disponíveis, tais como orçamento global, objetivo do projeto, alinhamento com a meta estratégica e prazo final.

A partir desta reunião, pode-se iniciar os estágios de classificação de projetos e de gerentes de projetos identificados como estágios 1 e 2, importante ressaltar que estes dois estágios são independentes entre si e podem ser desenvolvidos de forma paralela ou cada um de uma vez não importando a ordem. Com os resultados obtidos nos estágios 1 e 2, é possível iniciar o estágio 3 de alocação de projetos.

No estágio 1, os passos de 1.1 a 1.6 levarão à classificação dos projetos, e estão descritos a seguir:

Passo 1.1 - Identificação das informações dos projetos:

Neste passo, o PMO ou a pessoa designada deve fornecer informações sobre os projetos a serem designados. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Umalista de projetos contendo a identificação dos projetos, cabendo ressaltar que o portfólio de projetos já foi anteriormente definido pela organização.
- Ferramentas: Um Checklist deverá ser utilizado para o levantamento das informações dos projetos e a equipe deve definir quais são dados que serão necessários. O sistema de informações de gerenciamento de projetos também é outra ferramenta que deve ser utilizada porque contém os dados iniciais dos projetos e reúne as informações gerais, de prazos, custos, requisitos da qualidade, entre outros, de forma integrada.
- Saídas: Informações dos projetos -Estas informações dizem respeito ao orçamento, recursos humanos envolvidos no projeto (quantidade, se próprio e terceirizado), metas estratégicas a serem atendidas (alinhamento do projeto com o planejamento estratégico da empresa), objetivos do projeto a serem alcançados, prazos principais,

que departamentos estarão envolvidos para a realização do projeto e demais informações que estiverem disponíveis.

Passo 1.2 - Estimação do tempo necessário para o gerenciamento dos projetos:

Aqui deve-se realizar uma estimativa de quantas horas de dedicação por parte do gerente de projetos é necessária. Neste caso, se recomenda que sejam usados dados históricos de projetos similares anteriores com a carga horária apontada pelo gerente de projetos, caso não seja possível obter esta informação por dados históricos se faz necessário realizar uma estimativa com os especialistas na organização. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Novamente a lista de projetos deverá ser uma entrada, e também a as informações dos projetos.
- Ferramentas: Poderão ser utilizados aqui o sistema de informações do gerenciamento de projetos e também opinião especializada para estimação dos tempos dos projetos de acordo com as suas características, estes especialistas poderão ser os próprios gerentes de projetos da empresa e diretores, como também, caso exista *expertise* na empresa poderá ser contratado consultor para realizar este tipo de estimativa.
- Saídas: A saída neste processo então são os dados sobre o tempo de gerenciamento dos projetos, que normalmente é dado em quantidades de horas semanais.

Passo 1.3 - Definição das classes de projetos:

Neste passo, uma análise deve ser realizada em relação a quantas classes os projetos devem ser classificados, o que vai variar de acordo com as necessidades da organização. Além disto, as classes não necessariamente devem estabelecer uma ordem entre si. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Lista de Projetos, Informações dos projetos e Ativos de processos organizacionais deverão ser utilizados como entrada. Para os Ativos de processos organizacionais devem ser usadas informações dos procedimentos e manuais existentes sobre a abordagem da empresa na gestão de projetos (manual do sistema de gerenciamento de projetos; normas para gerenciamento de riscos dos projetos, entre outros.)
- Ferramentas: Como ferramenta deste processo pode ser usada a Opinião especializada dos gerentes de projetos e diretores da empresa como também consultores contratados para definir as classes de projetos de acordo com as necessidades e objetivos da

empresa. Outra ferramenta que pode-se sugerir é o Método Delphi que através de um método sistemático de respostas a questões por parte de especialistas define-se uma solução para questão problema. Também podem ser realizadas Reuniões para a definição das classes com os gerentes de projetos, equipes de projetos, chefes de departamentos, diretores, líderes, etc.

- Saídas: Definição das classes de projetos, aqui deve-se ter em mente nas diferentes abordagens que serão dadas aos projetos. É possível sugerir que os projetos sejam divididos em críticos e não-críticos, ou de acordo com a complexidade – muito complexo ou de baixa complexidade, ou ainda de acordo com o grau de inovação.

Passo 1.4 - Definição do conjunto de critérios que os projetos deverão ser avaliados:

Para a definição do conjunto de critérios em que os projetos deverão ser avaliados, o decisor irá participar juntamente com o analista e a equipe de projetos de um estudo sobre o que deve ser considerado neste tipo de escolha, com base na literatura existente e que melhor represente os objetivos e valores da organização.

Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Como entradas tem-se a Lista de projetos, as Informações dos projetos e também uma Revisão da literatura para identificação de critérios que podem ser usados de acordo com as necessidades da empresa.
- Ferramentas: Deverão ser usados o Sistema de informações do gerenciamento de projetos, a Opinião especializada e também uma Pesquisa em bases de periódicos e livros. No Sistema de informações do gerenciamento de projetos deverão ser buscadas as características dos projetos, visando identificar que aspectos devem ser considerados para a definição dos critérios de avaliação. A opinião especializada será de grande valia já que os especialistas da organização poderão contribuir significativamente sobre a definição destes critérios e como eles serão mensurados. Já a pesquisa em bases de periódicos e livros, que poderá ser conduzida internamente ou por uma consultoria, levará ao conhecimento dos critérios que estão sendo usados na atualidade e quais deverão ser adotados e adaptados pela organização.
- Saídas: Como saída deste processo tem-se o Conjunto de critérios para avaliar projetos, que deverão ser utilizados para a classificação dos projetos nas diferentes classes.

Este estudo não tem como objetivo estabelecer um conjunto de critérios para esta

avaliação, pois acredita-se que estes critérios devem ser adotados e ajustados de acordo com as necessidades da organização. No entanto, uma lista de critérios sugeridos para uso é apresentada, de acordo com a literatura levantada. Para os projetos, tem-se os seguintes critérios:

- Complexidade – baseado em Crawford *et al.* (2005) e em Shenhar&Dvir(2007), diz respeito ao nível de dificuldade em integrar diferentes partes interessadas, atender a restrições múltiplas e elevado nível de incerteza.
- Recursos – este critério foi sugerido nesta pesquisa como uma tentativa de incluir no nível de dificuldade de gerenciamento do projeto quantidade de recursos envolvidos.
- Ritmo - baseado em Shenhar&Dvir(2007), diz respeito à velocidade com que o projeto deve ser executado;
- Contribuição para o atingimento das metas estratégicas, baseado em Crawford *et al.* (2005) e Muller & Turner (2007), diz respeito ao atingimento das metas identificadas no planejamento estratégico através dos projetos;
- Tecnologia – também baseado em Shenhar&Dvir(2007), diz respeito ao tipo de tecnologia em que este novo projeto será desenvolvido quanto à experiência da empresa em projetos anteriores.

Passo 1.5 - Avaliação de cada projeto de acordo com o conjunto de critérios:

Cada alternativa deve ser avaliada para cada um dos critérios. Neste problema, muitos dos critérios definidos são qualitativos por sua natureza, o que exige criar escalas de avaliação.

É importante que as pessoas envolvidas com os projetos participem da construção dessas escalas, de forma que o critério realmente retrate a avaliação que a empresa deseja efetuar.

As empresas que usam sistemas de gerenciamento de projetos já têm a possibilidade de realizar a avaliação do desempenho dos projetos e dos gerentes de projetos, o que pode contribuir na aquisição das informações deste processo. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: A Lista de projetos, as Informações dos projetos e o Conjunto de critérios para avaliar projetos definido no passo anterior deverão ser utilizados neste processo;
- Ferramentas: Como ferramentas para este processo tem-se o Sistema de informações do gerenciamento de projetos para aquisição de dados dos projetos de acordo com os

critérios estabelecidos. A opinião especializada também deverá ser usada para a avaliação dos projetos, pois os especialistas da organização irão atribuir valores e pesos para o conjunto de critérios definido.

- Saídas: Como saída deste processo, tem-se os Dados sobre a avaliação dos projetos.

Passo 1.6 - Uso do método multicritério para alocação dos projetos em classes:

Finalmente, após a avaliação dos projetos de acordo com os critérios definidos, é possível agora fazer uso dos métodos multicritério de apoio a decisão. Para a escolha do método multicritério a ser usado, os seguintes aspectos devem ser considerados: as características do problema (neste caso, um problema de classificação), as características das alternativas, o conjunto de critérios, além da estrutura de preferências do decisor e seus objetivos.

O modelo então deve ser aplicado de acordo com o método MCDA escolhido. Como diferentes métodos exigem diferentes parâmetros, então, a depender do método serão definidos os pesos, perfil de classes, entre outros. Dependendo ainda do método de classificação escolhido, os limites superiores e inferiores das classes devem ser definidos. Estes limites irão determinar a qual classe cada alternativa deve ser alocada(MOUSSEAU & SLOWINSKI, 1998). Após a definição dos parâmetros do método o modelo pode ser aplicado e, com isto, se obter a classificação dos projetos. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Lista de projetos, Dados sobre a avaliação de projetos e as Informações sobre o método multicritérios sobre os seus parâmetros e definição dos pesos de acordo com o método escolhido.
- Ferramentas: Opinião especializada, reuniões com as equipes dos projetos e gerentes além do PMO deverão ser ferramentas a serem utilizadas neste processo.
- Saídas: Alocação dos projetos em classes de acordo com o método escolhido e parâmetros definidos, tem-se então o resultado da classificação dos projetos.

A seguir está descrito o estágio 2 para a classificação de gerentes de projetos.

Passo 2.1 Identificação dos gerentes de projetos disponíveis:

Assim como os projetos, os gerentes de projetos deverão ser devidamente identificados. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Lista dos gerentes de projetos que estarão disponíveis para alocação, e cabe

a empresa avaliar os gerentes que já estão alocados a projetos em andamento e se estes gerentes poderão ser realocados a projetos novos.

- Ferramentas: Um Checklist será útil para o levantamento da disponibilidade dos gerentes por semana, também poderá ser utilizado o sistema de informações do gerenciamento de projetos onde se espera ser fonte destes dados sobre os gerentes de projetos.
- Saídas: Informações dos gerentes de projetos, contendo a sua disponibilidade horária semanal. Informações relativas a formação acadêmica, tipos de projetos gerenciados anteriormente, treinamentos realizados, experiência e demais dados históricos do desempenho do gerente em projetos anteriores, deverão ser fornecidas.

Passo 2.2 Estimação do tempo disponível do gerente de projetos:

Deve-se informar a sua carga horária disponível por gerente para a função de gerenciamento de projetos por semana. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Lista de gerentes de projetos e as Informações dos gerentes de projetos
- Ferramentas: Um Checklist será útil para o levantamento da disponibilidade dos gerentes por semana, também poderá ser utilizado o sistema de informações do gerenciamento de projetos onde se espera ser fonte destes dados sobre os gerentes de projetos.
- Saídas: Informações dos gerentes de projetos, contendo a sua disponibilidade horária semanal. Algumas empresas possuem um *pool* de gerentes de projetos alocados ao PMO que definirá quais serão os gerentes e o seu tempo disponível enquanto que outras empresas possuem os gerentes dedicados ao gerenciamento de projetos e ao desenvolvimento de suas atividades funcionais.

Passo 2.3 Definição das classes de gerentes de projetos:

De forma similar à definição das classes de projetos, deve-se definir as categorias a serem estabelecidas para a classificação dos gerentes de projetos de acordo com os objetivos da organização, podendo ser de acordo com as competências requeridas para os projetos, experiência e nível de treinamento dos gerentes. Para este processo deve-se ter:

- Entradas: A Lista dos gerentes de projetos, as Informações dos gerentes de projeto e os Ativos de processos organizacionais, que neste caso, devem considerar as normas e

procedimentos de gestão das competências dos recursos humanos, podendo serem usados o manual do sistema de gerenciamento de projetos, as normas avaliação de recursos humanos, entre outros.

- Ferramentas: - Opinião especializada de gerentes de projetos e diretores que, de acordo com a abordagem gerencial utilizada irão definir as classes. Reuniões com as equipes de projeto também podem ser realizada para se chegar a um consenso sobre as classes.

Passo 2.4 Definição do conjunto de critérios que os gerentes de projetos deverão ser avaliados:

Para a definição do conjunto de critérios em que os gerentes deverão ser avaliados, o decisor irá participar, mais uma vez, juntamente com o analista e a equipe de projetos de um estudo de acordo com a literatura existente e os objetivos da organização. Para este passo deverão ser estabelecidas:

- Entradas: A Lista dos gerentes de projetos, as Informações dos gerentes de projetos e uma Revisão da literatura para identificação de critérios usados em pesquisas e estudos recentes.
- Ferramentas: Sistema de informações do gerenciamento de projetos, Opinião especializada e uma Pesquisa em bases de periódicos e livros deverá ser conduzida para a identificação dos critérios de avaliação e classificação de gerentes.
- Saídas: Conjunto de critérios para avaliação de gerentes de projetos que, assim como para os projetos, pode-se sugerir os seguintes critérios:
 - Experiência como gerente de projetos: tempo como gerente de projetos, baseado em IPMA (2006), Ogunlana *et al.* (2002) e Xu & Yeh (2014);
 - Nível de treinamento: diz respeito à formação do profissional, baseado em Edum-Fotwe & McCaffer (2000);
 - Conhecimento e uso das técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos: diz respeito à aplicação das técnicas, baseado em Edum-Fotwe & McCaffer (2000), Gale (2007) e IPMA (2006).
 - Foco nas necessidades dos clientes: saber identificar e transformar em requisitos de projeto as necessidades dos clientes. Está baseado em Chenget *al.* (2005);
 - Habilidade para resolver problemas: capacidade de enfrentar dificuldades e

encontrar soluções – baseado em Odusami (2002) e Meredith & Mantel (2011);

- Maturidade do Gerente de projetos: neste caso, sugere-se neste estudo que além do tempo em gerenciamento também seja usada como critério a quantidade de projetos que o gerente tem como experiência, baseado em Chipuluet *al.* (2013);
- Comprometimento: baseado em Edum-Fotwe & Mccaffer (2000), este critério traduz a necessidade do gerente em cumprir prazos para entregas de relatórios e informações;
- Tamanho dos projetos anteriores: sugere-se este critério como uma forma de acrescentar a informação da experiência do projeto, além do tempo e da quantidade de projetos, quantidade de projetos, e ainda sua dimensão, que pode ser verificada ou mensurada pelos custos, tempo e quantidade de recursos despendidos em sua execução;
- Complexidade dos projetos anteriores: este critério é sugerido como uma forma de incluir na avaliação, o grau de complexidade dos projetos de tempos passados, o que funcionava como critério na classificação desses projetos;
- Negociação: habilidade de conseguir se comunicar e obter resultados nos diversos níveis da organização – baseado em Edum-Fotwe & Mccaffer (2000).

Passo 2.5 Avaliação de cada gerente de projetos de acordo com o conjunto de critérios:

Com as informações obtidas nos passos 2.1 e 2.4 deste estágio é necessário realizar a avaliação dos gerentes. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: A Lista de projetos, as Informações dos projetos e o Conjunto de critérios para avaliar gerentes de projetos deverão ser utilizados para que os gerentes possam ser avaliados.
- Ferramentas: deverão ser utilizados o Sistema de informações do gerenciamento de projetos para aquisição de informações sobre os gerentes, a Opinião especializada dos gerentes e diretores sobre o desempenho dos gerentes de projetos, como também as Avaliações de desempenho de gerentes de projetos de acordo com o que a empresa use para verificar a performance dos gerentes em projetos anteriores.
- Saídas: Dados sobre a avaliação dos gerentes de projetos será a saída deste processo

contendo as informações sobre os gerentes de acordo com o definido no conjunto de critérios estabelecido.

Passo 2.6 Uso do método de multicritério para alocação dos gerentes nas classes:

Igualmente ao descrito no passo 1.6 do estágio 1 para a classificação dos projetos, neste passo é possível utilizar um método MCDA para a classificação dos gerentes de projetos e aqui as mesmas considerações sobre a escolha do método e parâmetros a serem utilizados devem ser considerados pelo analista e decisor. Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Lista de gerentes de projetos, Dados sobre a avaliação dos gerentes de projetos e Informações sobre o método multicritério sobre quais são as informações necessárias para o uso do método escolhido.
- Ferramentas: Opinião especializada deverá ser usada para a definição dos parâmetros e pesos a serem usados na classificação, assim como Reuniões para avaliação dos parâmetros do modelo.
- Saídas: Alocação dos gerentes de projetos em classes, o resultado então da classificação será gerada.

A partir da classificação dos projetos e gerentes de projetos é possível ir agora ao Estágio 3 – alocação dos projetos descrito no subitem a seguir.

4.3. Estágio 3 - Alocação dos projetos

Com os resultados da classificação de projetos e gerentes, é possível realizar uma integração das informações e realizar um cruzamento entre as classes para que os projetos sejam alocados aos gerentes da classe mais adequada – por exemplo, que os projetos da classe mais crítica sejam alocados aos gerentes mais competentes. O estágio 3 então será realizado através dos seguintes passos:

Passo 3.1 - Construção da matriz de alocação de projetos com o fator de eficiência

Com as informações de gerenciamento dos projetos e as horas disponíveis dos gerentes, uma matriz deve ser construída com o tempo médio das horas a serem dedicadas por gerente para cada projeto. Com a informação de que a experiência em projetos

semelhantes reduz o tempo necessário ao gerenciamento, foi possível desenvolver um fator, denominado neste estudo de Fator de Eficiência (FE), o qual está representado na fórmula (4.1):

$$FE = HG[1 - (aQ_1) + (bQ_2)] * CA_{Q_2+1} \quad (4.1)$$

Em que:

- HG representa a quantidade de horas requeridas para gerenciar o projeto n, e é estimada de acordo com dados históricos de projetos anteriores similares. Se o gerente de projetos não tem experiência anterior em projeto similar ao projeto n, então não há desconto a ser aplicado – a quantidade de horas de que o gerente vai precisar é igual à quantidade estimada sem descontos. Se, entretanto, o gerente de projetos tem experiência anterior neste tipo de projeto, então deve-se proceder com a aplicação da fórmula. Para tanto, se faz necessário responder a duas questões, que são:
 - Q_1 – Quantas horas de gerenciamento em projetos similares tem o gerente de projetos acumulado? Esta quantidade de horas deve ser acumulada/ corrigida de acordo com a Curva de Aprendizagem adotada, escolhida de acordo com cada caso.
 - Q_2 – Quantos projetos similares o gerente de projetos gerenciou anteriormente? Neste caso, se considera também, como um fator que reduz a quantidade de horas necessárias ao gerenciamento, a quantidade de projetos similares, já que a quantidade de ciclos de vida de gerenciamento de projetos também implica numa maior maturidade gerencial.
- a e b representam o peso (importância relativa) que a organização deseja atribuir a cada uma das questões Q_1 e Q_2 , que pode ser diferente para cada tipo de empresa, ou mesmo ambas podem ter o mesmo peso.
- CA_{Q_2+1} representa o valor acumulado de acordo com a curva de aprendizagem para o próximo projeto a ser gerenciado pelo gerente. Por exemplo, se o gerente de projetos A tenha gerenciado anteriormente 2 projetos similares, então o valor a ser consultado na curva de aprendizagem deve ser $n=3$.

Dessa forma, a proposição desse fator de eficiência é importante nesse tipo de problema, já que incorpora a informação da experiência do gerente na estimação da quantidade de horas que devem ser dedicadas ao gerenciamento, o que implica uma redução desta quantidade de horas, haja vista o processo de aprendizagem inerente ao ser humano.

Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Informações sobre os projetos e Informações sobre os gerentes de

projetos de acordo com o que foi estabelecido nos processos anteriores;

- Ferramentas: Opinião especializada e Reuniões deverão ser usadas a definição dos pesos das questões e levantamento dos dados para o uso do fator de eficiência, tais como explicado para a equação 4.1.
- Saídas: como saída deste processo tem-se a Matriz para alocação dos projetos que é o tempo estimado de gerenciamento (com o FE) de cada gerente de projetos para cada um dos projetos.

Passo 3.2 - Uso de programação linear para designação dos projetos por classe:

Neste momento, o modelo de otimização pode ser aplicado para o processo de alocação de projetos, que tem como objetivo minimizar a quantidade de horas (H) de gerenciamento de projetos através da melhor distribuição dos projetos considerando o efeito da curva de aprendizagem. A função objetivo pode ser apresentado através da fórmula (4.2):

$$\text{Min } H = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{nm} p_{nm} \quad (4.2)$$

$n = 1, \dots, i$ em que n representa o número identificador do gerente de projetos

$m = 1, \dots, j$ em que m representa o número identificador do projeto

t_{nm} representa a quantidade de horas que o gerente de projetos n necessita para gerenciar o projeto m , de acordo com o definido em EF;

p_{nm} é a variável de decisão de alocação do projeto m para o gerente n que pode ser 1(sim) ou 0(não).

A função objetivo tem as seguintes restrições.

- a) Restrições de disponibilidade de recursos:

$$t_{11}p_{11} + t_{12}p_{12} + \dots + t_{1m}p_{1m} \leq th_1 \quad (4.3)$$

$$t_{21}p_{21} + t_{22}p_{22} + \dots + t_{2m}p_{2m} \leq th_2 \quad (4.4)$$

⋮

$$t_{n1}p_{n1} + t_{n2}p_{n2} + \dots + t_{nm}p_{nm} \leq th_n \quad (4.5)$$

onde th_n representa o total de horas que o gerente de projetos n tem disponível para gerenciar projetos.

- b) Restrição de tempos mínimos –é preciso informar que a quantidade de horas de projetos a serem alocadas deve ser maior que a soma dos mínimos dos tempos dos gerentes para cada projeto.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{nm} p_{nm} \geq \sum_{j=1}^m \min_n \{ t_{nm} p_{nm} \} \quad (4.6)$$

Dessa forma, se garante que a solução não seja levada ao zero da função objetivo e levando à solução ótima.

- c) Restrições técnicas, já que cada projeto pode ser alocado apenas a um gerente de projetos:

$$\begin{aligned} p_{11} + p_{21} + \dots + p_{n1} &= 1 \\ p_{12} + p_{22} + \dots + p_{n2} &= 1 \\ &\vdots \\ p_{1n} + p_{2n} + \dots + p_{nn} &= 1 \end{aligned} \quad (4.7)$$

Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Matriz de alocação de projetos, Resultado da alocação dos projetos em classes e o Resultado da alocação dos gerentes de projetos em classes.
- Ferramentas: Reuniões para a definição de restrições e Programação Linear para resolução do problema.
- Saídas: Resultado da alocação dos projetos aos gerentes respeitando os parâmetros do modelo e restrições.

Passo 3.3- Adicionar o “switchover time loss”:

Após a alocação dos projetos aos gerentes em cada classe se deve fazer a adição do tempo correspondente à quantidade de projetos que o gerente acumula, conforme equação 3.1.

Para este passo, o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: A saída do passo anterior então se transforma numa entrada deste passo que é o Resultado da alocação dos projetos aos gerentes de projetos.
- Ferramentas: Uso da Equação “switchover time loss”.
- Saídas: Resultado da alocação dos projetos aos gerentes de projetos com adição das horas do “switchover time loss”.

3.4 Análise da alocação e ajustes finais:

Após a aplicação do modelo de otimização, que é aplicado às classes individualmente, uma análise dos resultados deve ser conduzida para verificar se a alocação indicada está coerente e se todos os projetos foram alocados. Caso nem todos os projetos tenham sido alocados, é possível realizar a alocação dos projetos para gerentes de projetos de classes superiores quando houver ainda horas disponíveis.

Para este passo o seguinte processo deverá ser estabelecido:

- Entradas: Informações sobre os projetos, Informações sobre os gerentes de projetos e o Resultado da alocação dos projetos aos gerentes de projetos com adição das horas do “*switchover time loss*”.
- Ferramentas: Reuniões deverão ser realizadas para definição sobre a carga horária de cada gerente e sobre a realocação de projetos quando se fizer necessário;
- Saídas: O resultado será a alocação final com a lista dos projetos e seus respectivos projetos e carga horária estabelecida.

4.4. Considerações finais sobre o capítulo

Este capítulo teve como principal objetivo apresentar o modelo de alocação dos projetos através da classificação dos projetos e gerentes de projetos e alocação final através de programação matemática. Também foram apresentados os aspectos considerados neste modelo, tais como o Fator de Eficiência e a agregação do *switchovertime-loss*.

O modelo foi descrito através de três estágios sendo cada estágio decomposto em passos e cada um deles foi detalhado para que possa ser aplicado a qualquer organização, desde que os critérios sejam avaliados e adaptados de acordo com as características da empresa.

Tendo em vista que se trata de uma pesquisa que utiliza a abordagem de pesquisa operacional para modelagem de problemas, o capítulo a seguir apresenta um estudo com a aplicação do modelo de alocação apresentado.

5. APLICAÇÃO DO MODELO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA

Foi realizada uma aplicação do modelo com dados reais em uma empresa concessionária de energia elétrica. Este estudo foi publicado em Oliveira *et al.* (2015). Para manter a confidencialidade dos dados, os nomes dos gerentes e dos projetos foram codificados. Assim os projetos foram identificados como P1, P2, ... , P49, e os gerentes de projetos foram codificados de GP1, GP2, ..., GP16. Nos itens a seguir serão apresentados a caracterização da empresa, a descrição da aplicação do modelo e os resultados obtidos. A aplicação foi realizada no período de novembro de 2013 a outubro de 2014.

5.1. Caracterização do ambiente da pesquisa

A aplicação do modelo se deu em uma empresa que opera no sistema elétrico brasileiro, a qual possui concessão de fornecimento de energia elétrica, cujo portfólio de projetos é definido de acordo com o seu planejamento estratégico. O plano estratégico é formulado a cada três anos, mas os projetos a serem executados são definidos todos os anos. Estes projetos atendem a demandas do setor elétrico ou necessidades internas, como, por exemplo, desenvolvimento de sistemas de informação para os seus processos.

O portfólio de projetos basicamente é formado por projetos oriundos do planejamento elétrico e dos órgãos regulatórios, projetos de TI, pesquisa e desenvolvimento, melhorias de processos e contratos com clientes. O portfólio anual é composto, em média, por 50 projetos.

A cada início de ano, nas reuniões em que são apresentados os projetos chamadas de reuniões de partida, são definidos o escopo básico, orçamento e prazos dos projetos, além da escolha do gerente de projetos – esta era realizada de forma *ad hoc*, de acordo com as disponibilidades dos gerentes de projetos.

5.2. Aplicação do modelo – Etapas do processo de classificação dos projetos e gerentes de projetos

Neste item serão apresentados os passos 1 a 6 dos estágios 1 e 2 de classificação dos projetos e dos gerentes de projetos.

Na Reunião de Partida, foi realizada uma apresentação sobre o modelo proposto, seus objetivos e resultados esperados. Na condução desta pesquisa, foi definido pela empresa que

o decisor deveria ser o *Project Management Officer – PMO*, pois este representa melhor os objetivos da organização e possui formação em engenharia, o que facilitou a condução da aplicação do método. As informações necessárias foram coletadas na biblioteca de informações de projetos que a empresa possui. Vale ressaltar que a empresa já possui um sistema de gestão de projetos implantado e tem experiência em sua condução, de acordo com a metodologia de processos do PMI, assim, estas informações históricas estavam disponíveis para os últimos 5 anos.

Com isto, foram realizadas algumas reuniões com o PMO, o analista e a equipe de projetos para definição das classes e desenvolvimento dos critérios de avaliação dos projetos e dos gerentes de projetos. Neste caso, foi definido que os projetos seriam classificados em três categorias:

- CP1: Projetos Muito Críticos;
- CP2: Projetos Críticos
- CP3: Projetos Não-Críticos,

Já para os gerentes de projetos foram estabelecidas as classes:

- GPC1: Gerentes Sêniores;
- GPC2: Gerentes Plenos
- GPC3: Gerentes Juniores.

Em seguida, o analista apresentou uma breve revisão da literatura em gestão de projetos sobre tipos e características de projetos e critérios de avaliação de competências de gerentes de projetos. Assim, o PMO por meio de interação com a equipe e o analista, desenvolveu um conjunto de critérios para avaliar os projetos. O analista também auxiliou o PMO na definição das escalas para avaliar os critérios qualitativos. Baseado na lista apresentada no modelo no item 4.2, os critérios foram adaptados e também foram criadas as escalas, que estão apresentados a seguir:

c_1 : Complexidade: neste critério foram considerados como projetos de alta complexidade aqueles que possuíam um prazo curto (até 1 ano), alto custo (acima de R\$ 3 milhões) e que envolviam muitos departamentos (mais do que 4 departamentos envolvidos). Foram considerados de média complexidade aqueles projetos de alto custo (acima de R\$ 3 milhões) e com muitos departamentos envolvidos (mais do que 4 departamentos envolvidos). Projetos de baixa complexidade foram aqueles em que apenas um desses fatores ocorre, ou seja, prazo curto, ou alto custo ou muitos departamentos. E, finalmente, projetos de baixíssima complexidade, aqueles em que nenhum desses fatores ocorre, ou seja, nem alto custo, ou

prazo curto, nem envolve muitos departamentos.

c_2 : Recursos: este critério está representado pelo número de homens-horas requeridos para completar o projeto com um todo, incluindo mão de obra subcontratada.

c_3 : Ritmo: um projeto é dito de baixo ritmo quando são tolerados atrasos; regular quando não está relacionado ao sucesso imediato da organização, como projetos de infraestrutura. O projeto é visto como competitivo quando visa ao atendimento de oportunidades de mercado – por exemplo, quando atende a solicitações/ contratações de outras empresas. São projetos críticos aqueles que, no caso de não atenderem ao prazo final estabelecido pelas agências regulamentadoras, poderão falhar. O projeto é dito como urgente, quando deve ser executado imediatamente, devido a algum tipo de risco de segurança – como, por exemplo, realocação de estruturas de rede de transmissão de energia elétrica, devido ao oferecimento de risco de morte, caso a rede venha a tocar o solo ou que a empresa perca o direito de concessão devido ao não cumprimento de metas de qualidade de fornecimento.

c_4 : Contribuição para o atingimento das metas estratégicas: mede o grau com que o projeto contribui para atingir alguma meta do plano estratégico – por exemplo, se há uma meta de redução de perdas comerciais. Assim, se o projeto contribui com 10% do total desta meta, ficando acima de 15% Muito Alta, entre 15% e 10% considerado como Alta; entre 10% e 5% como Média e abaixo de 5% como Baixa.

c_5 : Tecnologia: o projeto é classificado de Tecnologia desprezível, aquele projeto em que já existe bastante experiência neste tipo de projeto; como de Baixa Tecnologia aquele que usa tecnologia já bem estabelecida, conhecida e que já existe alguma experiência anterior na condução deste tipo de projeto; Média, quando o projeto usa em boa parte tecnologia já conhecida; e Alta quando o projeto se baseia no uso ou implantação de novas tecnologias.

Para os gerentes de projetos, de forma similar como foi realizado com os critérios dos projetos, foram desenvolvidos ou adaptados os termos em que serão avaliados. Os critérios utilizados são aqueles apresentados em 4.2, sendo que as escalas para avaliar os gerentes também foram criadas juntamente com a equipe do PMO:

c_1 : Experiência como gerente de projetos: tempo em anos de experiência na condução de projetos.

c_2 : Nível de treinamento: neste caso se o gerente possui graduação, especialização, mestrado ou doutorado.

c_3 : Conhecimento e uso das técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos: este critério é medido através do tempo em que o gerente foi treinado e por quanto tempo ele vem

aplicando este conhecimento.

c_4 : Foco nas necessidades dos clientes: percentagem de projetos que foram gerenciados com sucesso e em termos de (tempo, custo e qualidade).

c_5 : Habilidade para resolver problemas: Número de problemas resolvidos/ número de problemas cadastrados no sistema.

c_6 : Maturidade do Gerente de projetos: Número de projetos gerenciados nos últimos 5 anos.

c_7 : Comprometimento: Medido através de uma nota média de acordo com as entregas que o gerente deve realizar ao longo do processo de gerenciamento de projetos, que consiste na entrega de relatórios ao PMO (atualização do status dos projetos, custos, informações de riscos). Esta nota é medida mensalmente, e foi usada a média dos últimos doze meses.

c_8 : Tamanho dos projetos anteriores: Medido de acordo com o maior projeto gerenciado anteriormente em termos de Custo: Megaprojetos: orçamentos acima de R\$ 5 milhões; Projetos Grandes são aqueles entre R\$ 5 milhões e R\$ 3 milhões; Projetos Médios são os projetos que estão com o orçamento entre R\$ 1 milhão até R\$3 milhões; e Projetos Menores os que estão abaixo de R\$1 milhão.

c_9 : Complexidade dos projetos anteriores: medido através do número máximo de departamentos envolvidos em projetos gerenciados anteriormente pelo gerente de projetos.

c_{10} : Negociação: a experiência em negociação do gerente foi considerada para o gerenciamento anterior de projetos com grande time de experts com diferentes backgrounds, e/ou um grande número de subcontratados. Ela vai ser considerada Muito Alta, se este número é maior do que 8; Alta, se 8, 7 ou 6; Média, se é 4 ou 5; e Baixa, se menor do que 4.

O PMO estabeleceu, com o suporte do analista, os valores para os pesos de cada critério. Todos os critérios são de maximizar. A Tabela 5.1 apresenta os critérios para a classificação dos projetos e seus parâmetros.

Tabela 5.1 – Critérios para a classificação de projetos

ID	Critério	Peso	Escala verbal	Escala numérica
c_1	Complexidade	0.2	Alta	3
			Média	2
			Baixa	1
			Baixíssima	0
c_2	Recursos	0.2	–	Homens-hora
c_3	Ritmo	0.2	Urgente	4
			Crítico	3
			Competitivo	2
			Regular	1
			Baixo	0
c_4	Contribuição para o atingimento das metas estratégicas	0.3	Muito Alta	3
			Alta	2
			Média	1
			Baixa	0
c_5	Tecnologia	0.1	Alta	3
			Média	2
			Baixa	1
			Desprezível	0

Fonte: Esta pesquisa (2015)

De forma similar foram desenvolvidos os parâmetros para avaliação dos gerentes de projetos, pesos e escalas. Todos os critérios são de maximização e estão apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Critérios para classificação de gerentes de projetos

ID	Critério	Peso	Escala Verbal	Escala numérica
c_1	Experiência como gerente de projetos	0.1	-	Anos
			Doutor	3
c_2	Nível de treinamento	0.05	Mestre	2
			Especialização	1
			Graduação	0
c_3	Conhecimento e uso das técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos	0.05	-	Anos
c_4	Foco nas necessidades dos clientes	0.1	-	%
c_5	Habilidade em resolver problemas	0.1	-	Razão
c_6	Maturidade do Gerente de projetos	0.15	-	nº
c_7	Comprometimento	0.05	-	nº
			Megaprojeto	3
c_8	Tamanho dos projetos anteriores	0.2	Grande	2
			Médio	1
			Pequeno	0
c_9	Complexidade dos projetos anteriores	0.1	-	nº
			Muito alta	3
c_{10}	Negociação	0.1	Alta	2
			Media	1
			Baixa	0

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Na etapa de avaliação das alternativas, o PMO, de acordo com os critérios estabelecidos, realizou a avaliação dos gerentes. A Tabela 5.3 apresenta os dados desta avaliação para os projetos.

Tabela 5.3 – Avaliação das alternativas (Projetos)

ID	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	ID	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅
P1	2	640	2	3	2	P26	1	160	2	2	1
P2	3	480	2	2	1	P27	2	1280	1	3	2
P3	3	640	1	3	2	P28	3	640	2	2	2
P4	1	720	2	2	2	P29	2	800	1	2	2
P5	1	160	3	3	2	P30	2	160	3	2	2
P6	2	160	2	3	2	P31	2	160	1	2	1
P7	3	620	2	1	2	P32	3	320	1	2	2
P8	2	640	1	2	1	P33	2	240	2	3	1
P9	1	320	2	3	3	P34	2	320	2	2	1
P10	2	320	2	3	2	P35	1	120	2	3	1
P11	2	160	3	3	1	P36	2	160	1	3	1
P12	1	160	1	1	2	P37	2	3200	1	2	1
P13	2	640	3	3	2	P38	2	3200	1	2	1
P14	2	240	3	3	2	P39	2	960	1	2	1
P15	1	160	2	2	1	P40	2	3840	1	2	1
P16	1	160	2	3	1	P41	2	2880	1	2	1
P17	3	320	3	2	1	P42	1	1200	3	2	1
P18	3	640	2	3	1	P43	1	1200	3	2	1
P19	3	960	2	3	2	P44	3	7680	4	3	3
P20	1	160	2	2	2	P45	1	2400	3	2	1
P21	2	640	2	2	2	P46	3	5760	4	3	1
P22	1	160	2	2	3	P47	3	2880	4	3	1
P23	3	1280	1	2	2	P48	2	7680	3	3	1
P24	1	320	3	2	2	P49	1	7680	3	3	1

Fonte: Esta pesquisa (2015)

É possível ver na Tabela 5.3 que os dados coletados diferem de um projeto para outro principalmente no que diz respeito à quantidade de recursos humanos envolvidos. Por exemplo, no projeto 40 (P40) a quantidade de horas chega 3.840 h no total enquanto que no projeto 35 (P35) a quantidade de horas não passa de 120 h. Isto acontece porque, por exemplo, alguns projetos envolvem a aplicação ou instalação de dispositivos nas residências dos clientes, construção civil ou instalação de postes de energia elétrica o que envolve muitas pessoas na etapa de execução do projeto, enquanto que projetos que são executados pela equipe de TI, como o desenvolvimento de um software para controle de um novo sistema, não exige tantas pessoas nem tampouco muitos meses de execução.

A Tabela 5.4 apresenta os dados desta avaliação para os gerentes de projetos.

Tabela 5.4 - Avaliação das alternativas (Gerentes de projetos)

ID	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
GP1	3 anos	2	3 anos	60.0%	8	5	7	3	8	2
GP2	5 anos	3	5 anos	80.0%	12	15	8	2	8	2
GP3	3 anos	2	3 anos	62.5%	10	8	7	1	8	2
GP4	1 anos	1	1 anos	66.7%	5	3	7	1	4	1
GP5	2 anos	3	2 anos	70.0%	6	10	8	2	6	3
GP6	3 anos	2	3 anos	60.0%	15	10	8	2	6	3
GP7	4 anos	2	4 anos	66.7%	8	12	8	2	6	3
GP8	4 anos	2	4 anos	80.0%	16	10	8	1	6	3
GP9	4 anos	2	4 anos	100.0%	3	2	9	1	8	1
GP10	5 anos	2	4 anos	87.5%	12	8	8	1	4	1
GP11	3 anos	2	3 anos	100.0%	4	2	8	1	4	1
GP12	3 anos	3	3 anos	66.7%	10	6	8	1	5	2
GP13	1 anos	1	1 anos	66.7%	5	3	7	1	5	2
GP14	2 anos	2	2 anos	50.0%	7	2	7	1	5	2
GP15	2 anos	1	3 anos	66.7%	14	6	9	1	5	2

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Para o uso de um método de MCDA, o PMO, com a ajuda do analista, analisou os métodos existentes para a problemática de classificação e escolheu o método PROMSORT, devido à ordenação das alternativas dentro das classes e também pela sua facilidade de entendimento. Para este método, os perfis das classes devem ser definidos, e, neste caso, foram usadas alternativas de referência. Os perfis das classes estão apresentados nas Tabelas 5.5 e 5.6.

Tabela 5.5 – Perfis limites das classes dos projetos

Perfil	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
b_1	2	1200	2	2	2
b_2	1	600	1	1	1

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Tabela 5.6 – Perfis limites das classes dos gerentes de projetos

Perfil	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}
b_1	2	2	2	80%	10	10	12	2	8	2
b_2	1	1	1	70%	7	8	10	1	6	1

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Os resultados da classificação, após o uso do PROMSORT, estão apresentados na Tabela 5.7 para os projetos e na Tabela 5.8 para os gerentes de projetos. Neste caso, foi considerado o decisor como pessimista, logo $s=1$.

Tabela 5.7 – Resultado da classificação para os projetos

CLASSES	PROJETOS											
CLASSE 1 – PROJETOS MUITO CRÍTICOS	P44,	P46,	P47									
CLASSE 2 – PROJETOS CRÍTICOS	P1,	P2,	P3,	P4,	P5,	P6,	P7,	P8,	P9,	P10,	P11,	
	P13,	P14,	P16,	P17,	P18,	P19,	P21,	P23,	P24,	P25,		
	P27,	P28,	P29,	P30,	P32,	P33,	P35,	P36,	P37,	P38,	P39,	
	P40,	P41,	P42,	P43,	P47,	P48,	P49					
CLASSE 3 – PROJETOS NÃO-CRÍTICOS	P12,	P15,	P20,	P22,	P26,	P31,	P34					

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Tabela 5.8 – Resultado da avaliação dos gerentes de projetos

CLASSES	GERENTES DE PROJETOS							
CLASSE 1 – GERENTES SENIORES	GP2,	GP7,	GP8					
CLASSE 2 – GERENTES PLENOS	GP1,	GP3,	GP5,	GP6,	GP9,	GP10,	GP12,	GP16
CLASSE 3 – GERENTES JUNIORES	GP4,	GP11,	GP13,	GP14,	GP15			

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Foi realizada uma análise de sensibilidade, variando os pesos de todos os critérios, individualmente, em 10%, mas os resultados se mantiveram, demonstrando que o modelo não é sensível a pequenas variações. Os resultados foram então apresentados ao PMO e à sua equipe, os quais consideraram os resultados coerentes e de acordo com o que eles esperavam.

5.3. Aplicação do modelo – Etapas do processo de alocação dos projetos

Com os resultados da classificação, é possível agora realizar estágio 3 do modelo de alocação dos projetos de acordo com cada classe.

Na empresa em questão, foi definido, através de uma média histórica, que os projetos da classe 1 requerem 20h semanais de dedicação dos gerentes de projetos; os projetos da classe 2 em torno de 8 horas por semana; e os projetos da classe 3 necessitam de 4 horas dos gerentes de projetos.

Para a definição das disponibilidades semanais dos gerentes de projetos, um questionário foi preenchido com as informações individuais de cada gerente. Com isto, as questões para a definição do fator de eficiência (Q_1 e Q_2) foram respondidas e estão apresentadas na Tabela 5.9 (classe1), nesta tabela também é possível ver os valores normalizados. No APÊNDICE 1 é possível consultar os valores para as classes 2 e 3.

Tabela 5.9– Classe 1 respostas às questões 1 e 2

CLASSE 1	P44			P46	P47	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q2	Q3
PM2	0	0	0	0	0	0
PM7	20	1	78.68	6	35	2
PM8	35	2	0	0	0	0

Valores
Normalizados

CLASSE 1	P44		P46		P47	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
PM2	0	0	0	0	0	0
PM7	0.25	0.16	1	1	0.44	0.33
PM8	0.44	0.33	0	0	0	0

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Através do preenchimento dos dados nas tabelas anteriores, é possível agora realizar a aplicação da curva de aprendizagem na fórmula (4.1). O PMO definiu que os pesos a e b deveriam ser 0,7 e 0,3 respectivamente, pois, em sua opinião, a quantidade de horas de gerenciamento tem um maior impacto na aprendizagem do que a quantidade de projetos, já que podem ser vários projetos mas de curta duração e baixa complexidade. A curva de aprendizagem usada foi a mesma apresentada anteriormente na equação 3.2.

Então, por exemplo, se o GP7 gerenciou 6 projetos similares ao projeto P46, então o valor acumulado de horas de gerenciamento é de 20×3.93 (onde 3.93 é o valor da curva de aprendizagem acumulado para a unidade 6 com 75% de melhoria), assim, o GP6 acumulou

78,68 horas em experiência de gerenciamento de projetos. Aplicando-se, então, a fórmula do fator de eficiência, ficam 11,08 horas para gerenciar o projeto P47. Vale ressaltar que os valores serão normalizados por classe e então será calculada a estimativa da quantidade de horas que o gerente irá necessitar para gerenciar cada projeto. Os valores calculados estão apresentados no Apêndice 2.

Com os resultados dos tempos dos gerentes para cada projeto, é possível agora aplicar o modelo de programação linear apresentado nas equações 4.2 a 4.6.

O resultado da alocação foi:

- **Classe 1** - P44 ao GP8; P46 e P47 ao GP7;
- **Classe 2** - P6, P8, P25, P35 e P49 ao GP1; P30, P33, P36, P39 e P40 ao GP3; P16, P17, P23, P43 e P48 ao GP5; P5, P10, P13, P18 e P9 ao GP6; P11 ao GP9; P14, P19, P21, P24, P27, P28 e P29 ao GP10; P1, P2, P3, P4 e P32 ao GP12; P7, P37, P38, P41, P42 e P45 ao GP 16;
- **Classe 3** - P12 e P34 ao GP4; P15, P20, P22, P26 e P31 ao GP11.

Com este resultado foi adicionado *a posteriori* o *switchover time loss* para cada um dos gerentes. As horas alocadas por gerente, o *switchover time loss*, o *total de horas com o switchover time loss* e a *sobra de horas para cada gerente* estão apresentados nas Tabelas 5.10, 5.11 e 5.12 para as classes 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 5.10 - Switchover time loss para a Classe 1

Classe 1	GP2	GP7	GP8
Horas alocadas por gerente	0	25.87	14.79
Switchover time loss	0.00	7.50	0.00
Total de horas com o Switchover time loss	0.00	33.37	14.79
Sobra de horas	30.00	-3.37*	15.21

Fonte: Esta pesquisa (2015)

*Valores negativos significam que após o acréscimo do "switchover time loss" a quantidade de horas do gerente de projetos foram extrapoladas

Tabela 5.11-Switchover time loss para a Classe 2

Classe2	GP1	GP3	GP5	GP6	GP9	GP10	GP12	GP16
Horas alocadas por gerente	38.43	34.04	34.63	40.00	5.60	35.13	38.43	29.93
Switchover time loss	12.00	12.00	12.00	12.00	6.00	15.00	12.00	13.50
Total de horas com o Switchover time loss	50.43	46.04	46.63	52.00	11.60	50.13	50.43	43.43
Sobra de horas	-10.43	-6.04	-6.63	-12.00	-1.60	-10.13	-10.43	-13.43

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Tabela 5.12 - Switchover time loss para a Classe 3

Class3	GP4	GP11	GP13	GP14	GP15
Horas alocadas por gerente	6.82	16.57	0.00	0.00	0.00
Switchover time loss	7.50	12.00	0.00	0.00	0.00
Total de horas com o Switchover time loss	8.50	18.00	0.00	0.00	0.00
Sobra de horas	1.50	12.00	10.00	40.00	10.00

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Com estes resultados é possível verificar que a maioria dos gerentes da classe 2 excede a quantidade de horas disponíveis, demonstrando que a empresa possui um déficit de gerentes de projetos.

5.4. Análise da aplicação

Do ponto de vista do PMO, os primeiros estágios do modelo possibilitam uma melhor ideia dos perfis dos projetos e dos gerentes de projetos e proporcionam uma grande ajuda no processo de alocação, pois respeita o nível de experiência dos gerentes e as características dos projetos.

É importante ressaltar que os aspectos subjetivos do processo de alocação são inerentes ao processo de avaliação das alternativas; neste aspecto, os métodos MCDA permitem que estas questões sejam tratadas e transformadas em algo mensurável que não deve ser omitido no processo de alocação de projetos.

O processo de elicitação dos pesos foi realizado através de questionamentos em que o decisor foi ordenando os critérios de acordo com as suas preferências e estabelecendo o grau de importância entre eles – através dos questionamentos realizados, o analista foi testando a consistência da sua avaliação.

A construção das escalas e dos perfis das classes também foi um processo interativo entre o analista, PMO e a equipe de gerenciamento de projetos em que, de acordo com os critérios definidos, foram sendo definidas também as formas de medição, assim como os perfis, de acordo com a avaliação do PMO.

No terceiro estágio, para a equipe de gerenciamento de projetos e gerentes de projetos, a ideia de que a curva de aprendizagem deve ser usada como fator de redução das horas de gerenciamento é consistente com a realidade vivenciada na empresa. Em sua opinião, o modelo atingiu os objetivos, e realiza a união dos conhecimentos e nível de experiência dos

gerentes e as categorias de projetos.

Durante a análise dos resultados da aplicação também foi possível identificar algumas melhorias a serem realizadas no momento da otimização (programação matemática), como a realização da alocação simultânea nas três classes, o que possibilita a alocação de projetos de classes inferiores a gerentes que tenham sobras de horas a serem alocadas na classe superior, realizado de forma *ad hoc*, como apresentado neste capítulo. Além disto, também foi possível perceber que o modelo poderia incorporar o *switchover time loss* no momento da alocação e não como foi realizado inicialmente. Outra melhoria verificada é que é possível apresentar ao decisor outro cenário com a alocação dos projetos respeitando o limite de horas disponíveis dos gerentes. Estas melhorias foram incorporadas no modelo de alocação e estão apresentadas no item 4.5 a seguir.

5.5. Modelo final de alocação de projetos

Neste subitem são apresentadas as melhorias a serem implementadas ao modelo após a aplicação na empresa objeto do estudo de caso.

5.5.1. Descrição das melhorias

A primeira delas foi com relação à inserção do *switchover time loss* adicionado à restrição no modelo de programação matemática, outra melhoria diz respeito à alocação dos projetos considerando na solução todas as classes ao mesmo tempo e também foi gerado mais um cenário respeitando a restrição da disponibilidade das horas dos gerentes de projetos.

O estágio 3 do fluxograma apresentado na Figura 4.1 foi modificado conforme Figura 5.1 e estas melhorias estão destacadas na figura em vermelho.

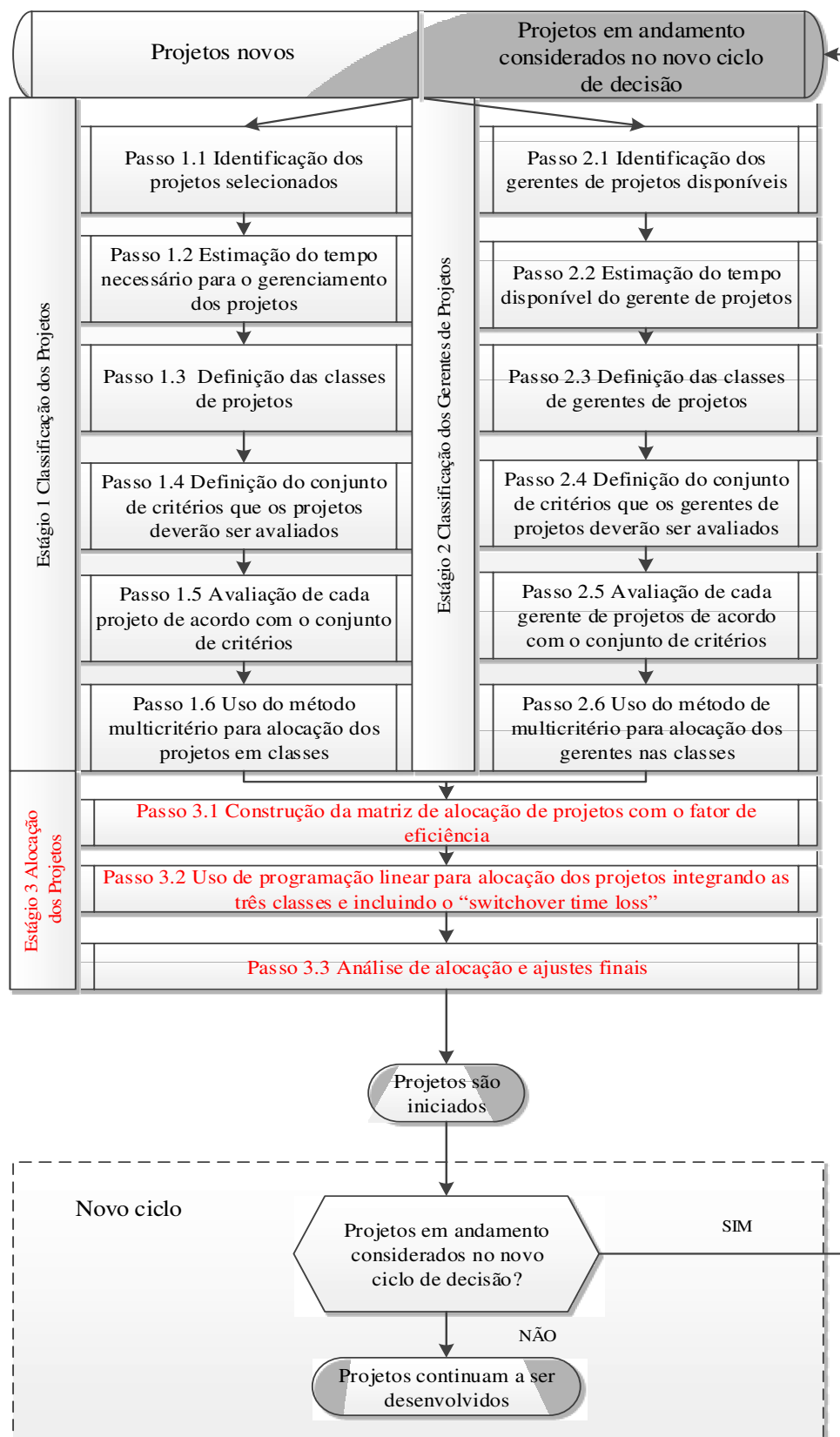


Figura 5.1 – Modelo final de alocação de projetos
 Fonte: esta pesquisa (2015)

Assim, a fase 3.2 agora passa a integrar todas as classes na resolução da alocação ao mesmo tempo que adiona o “*switchover time loss*” às horas dos gerentes. A restrição a), representada pela equação 4.3, passa a ser descrita pelas equações 5.1, 5.2 e 5.3.

a) Restrições de disponibilidade de recursos:

$$t_{11}p_{11} + t_{12}p_{12} + \dots + t_{1m}p_{1m} \leq th_1 - S_1 \quad (5.1)$$

$$t_{21}p_{21} + t_{22}p_{22} + \dots + t_{2m}p_{2m} \leq th_2 - S_2 \quad (5.2)$$

⋮

$$t_{n1}p_{n1} + t_{n2}p_{n2} + \dots + t_{nm}p_{nm} \leq th_n - S_n \quad (5.3)$$

onde:

th_n representa o total de horas que o gerente de projetos n tem disponível para gerenciar projetos.

t_{nm} representa a quantidade de horas que o gerente de projetos n necessita para gerenciar o projeto m , de acordo com o definido em EF;

p_{nm} é a variável de decisão de alocação do projeto m para o gerente n que pode ser 1(sim) ou 0(não).

$$S_n = 1,5 \left(\sum_{j=1}^m p_{nj} - 1 \right) + \frac{4,5 \left(\sum_{j=1}^m p_{nj} - 1 \right)}{\left(\sum_{j=1}^m p_{nj} - 1 \right) - \varepsilon} \quad (5.4)$$

, ε um número próximo de zero

A informação relacionada ao “*switchover time loss*” deve ser adicionada na restrição de horas totais disponíveis, de acordo com a quantidade de projetos alocados. Neste caso, duas medidas podem ser tomadas:

- Relaxamento da restrição das disponibilidades de horas de gerentes de projetos, alocando assim todos os projetos. Isso irá gerar uma superalocação dos gerentes acarretando horas-extras, ou;
- Relaxamento da restrição de que todos os projetos devem ser alocados, prevalecendo assim as quantidades de horas dos gerentes, o que acarretará na não alocação de projetos, o que obviamente inviabilizará a sua execução.

A empresa precisa avaliar qual das duas medidas é mais adequada no momento da avaliação, a depender do momento que ela esteja vivendo. Pode ser mais adequado pagar horas extras, se os projetos são de alta prioridade e não podem deixar de ser desenvolvidos, como por exemplo, quando incorrer em pagamento de multas contratuais, ou atendimento a demandas compulsórias de órgãos reguladores – neste caso, a empresa deve fazer uma relação

dos custos com pagamento de horas e custos decorrentes da não execução dos projetos.

Por outro lado, caso a empresa avalie que é mais interessante, em respeito às condições de trabalho e qualidade de vida do gerente, ou mesmo por impedimentos na ordem dos custos das horas-extras, ou ainda impedimentos legais para a realização destas horas, é preciso avaliar um plano de contingência para contratação de gerentes externos à empresa, ou terceirizar a execução do projeto, quando possível, ou mesmo colocar o projeto em “*stand-by*” até quando for possível executá-lo.

5.5.2. Aplicação das melhorias

Tendo em vista estes pontos, na alocação para todos os projetos ao mesmo tempo, foi realizado o procedimento de PL novamente, e no cenário apresentado na Tabela 5.13 a restrição da disponibilidade dos gerentes de projetos é respeitada, ou seja, alguns projetos não serão alocados já que neste caso a quantidade de horas necessárias ao gerenciamento é maior que a quantidade de horas disponíveis dos gerentes.

É possível observar também que alguns gerentes não foram alocados a estes projetos por pertencerem à classe inferior, o que impede de ser alocado a projetos mais complexos, devido à premissa de atendimento às competências adequadas.

Assim, é possível ver a alocação dos projetos a cada gerente, respeitando as classes de projetos e gerentes, adicionando as horas relativas ao *swithover time loss*.

O decisor, neste caso o PMO, optou por esta medida, a de respeitar as horas disponíveis para cada gerente de projetos. Assim, os seguintes projetos deixaram de ser alocados: P1, P13, P16, P17, P18, P19, P23, P24, P35 e P39. Isto significa que, caso a empresa deseje ainda assim realizar tais projetos, ela deve empenhar esforços no sentido de contratar profissionais especializados no gerenciamento de projetos, ou gerar horas extras, ou ainda liberar ainda mais os gerentes de projetos de atividades funcionais.

O PMO preferiu este cenário ao seguinte como uma forma de sensibilizar a alta direção da empresa no sentido de demonstrar que é urgente o investimento em contratação de profissionais e também para não comprometer o bom andamento dos projetos a serem executados.

Tabela 5.13 – Resultado da alocação dos projetos (com restrição da disponibilidade dos gerentes)

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	GP8	GP9	GP10	GP11	GP12	GP13	GP14	GP15	GP16	Alocado?
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
P5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
P13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P29	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
P31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
P32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
P35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P40	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P41	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P43	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P44	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P46	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P47	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P48	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Horas alocadas	38,0	29,5	38,0	4,0	31,5	39,4	26,1	29,5	8,0	39,5	4,0	39,4	4,0	4,0	4,0	29,1	368,1
Nº de projetos	4,0	2,0	4,0	1,0	3,0	4,0	2,0	2,0	1,0	5,0	1,0	4,0	1,0	1,0	1,0	3,0	39,0

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Legenda :

Vermelho – Projetos classe 1

Amarelo – Projetos classe 2

Verde – Projetos classe 3

O cenário seguinte então trata-se da alocação também em todas as classes simultaneamente, e acréscimo do *switchover time loss* como uma parte da restrição a ser respeitada. Neste cenário que está apresentado na Tabela 5.14, todos os projetos devem ser

alocados, mesmo que isto represente superalocação dos gerentes.

Tabela 5.14 – Resultado da alocação dos projetos (sem restrição da disponibilidade dos gerentes)

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	GP8	GP9	GP10	GP11	GP12	GP13	GP14	GP15	GP16	Alocado?
P1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,0
P21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,0
P27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P31	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,0
P33	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,0
P37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
P38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
P39	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P40	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
P42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
P43	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P44	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0
P46	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P47	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
P49	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
Horas alocadas	48,9	37,0	46,0	12,8	50,6	41,0	37,0	48,9	5,6	48,6	1,8	12,4	0,0	0,0	0,0	41,9	432,7
Nº de projetos	5,0	4,0	6,0	2,0	6,0	4,0	3,0	2,0	1,0	7,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	6,0	
Sobra Horas	-8,9	-7,0	-6,0	-2,8	-10,6	-1,0	-7,0	-18,9	4,4	-8,6	28,2	27,6	10,0	40,0	10,0	-11,9	

Fonte: Esta pesquisa (2015)

Legenda :

Vermelho – Projetos classe 1

Amarelo – Projetos classe 2

Verde – Projetos classe 3

Com isto, na linha de Sobra Horas, estão apresentadas as horas que estão abaixo das quantidades disponíveis dos gerentes. Os valores negativos significam as horas que excedem as quantidades semanais de disponibilidade dos gerentes, que deverão realizar horas extras para suprir esta demanda. Por exemplo, o GP8 está com uma superalocação de quase 19 horas por semana, e mesmo que ele seja designado a realizar exclusivamente gerenciamento de projetos, ainda assim ele deverá cumprir pelo menos mais 9 horas-extras por semana.

O PMO observou que este cenário é muito difícil de ser cumprido por exigir de muitos gerentes uma demanda muito superior à disponibilidade semanal o que pode acarretar o insucesso de projetos, por não permitir a dedicação razoável que cada projeto exige. Porém, muito provavelmente, esta será a alocação a ser adotada pela diretoria da empresa já que os projetos foram previamente selecionados e priorizados de acordo com os objetivos da empresa e não deverão deixar de ser executados mesmo com superalocação dos gerentes, pois poderia acarretar perdas futuras por não cumprir metas estabelecidas de redução de custos, de melhorias nos processos, perdas técnicas, inadimplência ou crescimento de demanda.

Como no segundo cenário todos os projetos foram alocados, através da superalocação dos gerentes, é possível observar que alguns gerentes da classe 3 não foram alocados a nenhum projeto, devido ao número de projetos desta classe ser inferior à disponibilidade de gerentes. Estes gerentes não podem ser alocados às classes superiores por não possuírem competências e habilidades necessárias; em não havendo esse cuidado, pode-se comprometer o sucesso do projeto. Contudo, para haver ganho de experiência estes gerentes deverão ser alocados a pelo menos um projeto dentro de sua classe para que nos anos futuros eles possam vir a ser alocados.

Cabe ressaltar que, de acordo com a disponibilidade dos gerentes de projetos nas empresas, como visto neste estudo de caso, pode acontecer de não ser encontrada uma solução viável. Significando que as restrições não poderão ser atendidas simultaneamente, ou seja, a quantidade de horas necessárias ao gerenciamento de projetos é superior à disponibilidade dos gerentes de projetos sendo assim, a restrição de disponibilidade de recursos não seria atendida.

5.6. Considerações finais deste capítulo

O modelo mostrou que existe uma escassez de gerentes de projetos experientes, provocando uma sobrecarga de trabalho para os gerentes mais experientes. De toda forma, através do processo de otimização, este problema é reduzido. Também foi observado que o modelo desenvolvido nesta pesquisa, por requerer e gerar informações importantes demonstrou ser uma importante ferramenta de diagnóstico organizacional por trazer à superfície limitações de recursos e necessidades de treinamento.

O modelo também demonstrou ser bastante flexível, o que é muito importante para este de problemática, por estar associada a aspectos subjetivos e aspectos que devem ser

adaptados de acordo com a realidade de cada empresa, principalmente na construção dos critérios de avaliação dos projetos e gerentes.

Nesta pesquisa, todas os estágios foram construídos com interação com a organização objeto do estudo de caso, mas a construção do modelo foi fortemente baseado na revisão da literatura. Dessa forma, o modelo pode ser aplicado a qualquer empresa que trabalhe com um número significativo de múltiplos projetos simultâneos, adaptando-se ao contexto em que ela se insere.

6. Conclusões

Neste capítulo, serão apresentadas as conclusões desta tese através das considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

6.1. Considerações Finais

O modelo apresentado neste estudo diz respeito a um modelo integrado para o processo de alocação de projetos em três estágios, sendo os primeiros a avaliação dos projetos e gerentes de projetos e sua classificação em categorias, considerando múltiplos critérios através do uso do MCDA. No último estágio, através da classificação dos projetos e gerentes, a alocação dos projetos é realizada através da aplicação de programação matemática, visando otimizar o tempo dos gerentes de projetos, considerando a curva de aprendizagem e o *swithover time-loss*.

Essa proposta difere de outros modelos apresentados na literatura, pois inicialmente realiza uma avaliação dos projetos e gerentes com o uso de um método MCDA, para corresponder às necessidades e habilidades adequadas, além de considerar a experiência anterior em gerenciamento de projetos com um fator de eficiência, utilizando curvas de aprendizagem para obter um resultado ótimo na alocação dos projetos. Importante ressaltar que o modelo realiza a atribuição dos vários projetos simultaneamente, reduzindo assim o número de análises realizadas nesse processo.

O modelo proposto foi testado através da aplicação em uma empresa com dados reais. O modelo foi ajustado e testado novamente. A equipe de gerenciamento de projetos examinou os resultados e identificou os resultados como razoáveis, coerentes e justos. Os resultados finais foram semelhantes ao que o PMO esperava.

Com a classificação de projetos, uma melhor combinação entre as necessidades de projetos, criticidade e abordagem gerencial necessária pode ser realizada de acordo com a categoria do projeto. Também é possível estabelecer outros usos para esta classificação dos projetos, como a determinação de diferentes políticas para aquisições, priorização de recursos, menor tempo de reuniões de acompanhamento e um acompanhamento mais próximo por parte do escritório de gerenciamento de projetos.

O modelo proposto também permite que os gerentes de projetos sejam selecionados com mais cuidado, auxiliando, assim, a organização na alocação de seus projetos mais importantes para os profissionais mais bem preparados, especialmente quando a organização está desenvolvendo vários projetos simultaneamente.

A cada novo ciclo de lançamento de portfólio, este processo de classificação de projetos e de gerentes de projetos deve ser atualizado e refeito. Assim, novos projetos e gerentes recém-contratados ou incluídos devem ser considerados na avaliação. Além disso, os critérios e os demais parâmetros do modelo são dependentes do contexto do problema.

O modelo também permite que o responsável pelas decisões escolha entre duas estratégias durante a alocação dos projetos, quando ocorrer de as horas disponíveis dos gerentes serem superiores às horas necessárias ao gerenciamento dos projetos, sendo possível realizar a alocação dos projetos provando uma superalocação dos gerentes e consequentes horas extras ou, então, gerar a alocação respeitando as horas disponíveis dos gerentes e deixando de alocar projetos.

É importante deixar claro que, embora o modelo tenha sido aplicado a uma empresa do setor elétrico, ele é aplicável aos vários tipos de organizações (sejam do setor privado ou público) que trabalham com o desenvolvimento de múltiplos projetos simultâneos. O que precisará ser adaptado à natureza das organizações é a definição dos critérios e escalas de avaliação a serem utilizados.

6.2. Limitações e dificuldades na aplicação do modelo

Como todo estudo ou pesquisa não traz apenas situações positivas, verificou-se que algumas dificuldades podem surgir. Uma delas se reflete na aplicação do modelo, já que pode haver uma maior dificuldade no momento de definir os critérios de avaliação que reflitam os objetivos da empresa, o uso dos métodos multicritério e programação matemática, o que provavelmente irá exigir que a organização necessite da ajuda de especialistas no processo de alocação de projetos e despenda tempo da sua equipe de projetos para a estruturação dos critérios e definição dos parâmetros do modelo.

Uma limitação desta pesquisa é que não foi possível a sua condução até a fase de implantação do modelo. Como fronteira desta pesquisa, é preciso ressaltar que não se trata de seleção e priorização de projetos, pois parte-se da premissa que os projetos já estão no portfólio da empresa.

6.3. Sugestões para futuros trabalhos

Como sugestão para futuros estudos a serem desenvolvidos, tem-se:

- A realização de uma classificação dos projetos e gerentes em que sejam considerados diferentes pontos de vistas através dos métodos de decisão em grupo.
- Aplicação de outros métodos de classificação para os projetos e gerentes, de forma que incorporem outras formas de avaliação desses projetos.
- Aplicações em empresas de outros setores, para se identificar o conjunto de critérios a serem utilizados nas avaliações.
- Uso de outros métodos de programação matemática, como por exemplo programação dinâmica, para resolução do problema de alocação considerando tempos probabilísticos.

REFERÊNCIAS

- Abdolmohammadi, M., & Wright, A. An Examination Of The Effects Of Experience And Task Complexity On Audit Judgments. *Accounting Review*, 62(1), 1-13, 1987.
- Ackoff, R. L., & Sasieni, M. W. *Pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.
- Adler, P., Mandelbaum, A., Nguyen, V., & Schwerer, E. Getting the most out of your product development process. *Harvard Business Review*, 74(2), 134-140, 1996.
- Almeida, A. T. D.. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.
- Anzanello, M. J., & Fogliatto, F. S. Learning curve models and applications: Literature review and research directions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), p. 573-583, 2011.
- Araz, C., & Ozkarahan, I. Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International Journal of Production Economics*, 106(2), 585-606, 2007.
- Archer, N.; Ghasemzadeh, F. Project portfolio selection and management. In: Morris, P.; Pinto, J. (Org.). *The wiley guide to Project Program and Portfolio Management*. Hoboken: John Wiley And Sons, p. 237-255, 2007.
- Argote, L., & Eppler, D. Learning curves in manufacturing. *Science*(247), 1990.
- Behzadian, M. *et al.* PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2010.
- Bredillet, C., Tywoniak, S., Dwivedula, R. International What is a good project manager? An Aristotelian perspective. *International Journal of Project Management*, v.33, n 2, p. 254-266, 2015.
- Brans, J. P., & Mareschal, B. PROMETHEE Methods. In J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys*. New York: Springer, 2005.
- Broadbent, M., Weill, P., & St Clair, D. The implications of information technology infrastructure for business process redesign. *Mis Quarterly*, 23(2), 159-182, 1999.
- Buser, T., & Peter, N. Multitasking. *Experimental Economics*, 15(4), 641-655, 2012.
- Campello De Souza, F. M. Decisões racionais em situações de incerteza. 2ª. Recife, 2007.
- Cheng, Mei-I, Dainty, Andrew R.J., Moore, David R. What makes a good project manager? *Human Resource Management Journal*. 15(1), 25-37, 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*, v. 37 no. 2 (June)

p. 38-50, 2006.

Corominas, A., Olivella, J., & Pastor, R. A model for the assignment of a set of tasks when work performance depends on experience of all tasks involved. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 335-340, 2010.

Crawford, L.; Hobbs, J. B.; Turner, J. R. Project Categorization Systems: Aligning Capability with Strategy for Better Results Newtown Square, PA, 2005.

Darrell, V., Baccarini, D., & Love, P. Demystifying the Folklore of the Accidental Project Manager in the Public Sector. *Project Management Journal*, 41(5), 56-63, 2010.

David Strang, K. Leadership substitutes and personality impact on time and quality in virtual new product development projects. *Project Management Journal*, 42, 73-90, 2011.

Dinsmore, Paul C. *et al.* AMA-Manual de Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

Doumpos, M., Zanakis, S., & Zopounidis, C. Multicriteria preference disaggregation for classification problems with an application to global investing risk. *Decision Sciences*, 32(2), 333-385, 2001.

Doumpos, M., & Zopounidis, C. A multicriteria classification approach based on pairwise comparisons. *European Journal of Operational Research*, 158(2), 378-389, 2004.

Eden, C., Williams, T., & Ackermann, F. Dismantling the learning curve: the role of disruptions on the planning of development projects. *International Journal of Project Management*, 16(3), 131-138, 1998.

Edum-Fotwe, F. T. & McCaffer, R. Developing project management competency: perspectives from the construction industry. *International Journal of Project Management*, 18, 111-124, 2000.

El-Sabaa, S. The skills and career path of an effective project manager. *International Journal of Project Management*, 19(1), 1-7, 2001.

Fricke, S.E., Shenbar, A.J. Managing multiple engineering projects in a manufacturing support environment. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 47(2), 258-268, 2000.

Figueira, J., Smet, Y., & Brans, J. *MCDA methods for sorting and clustering problems: Promethee TRI and Promethee CLUSTER*. Bruxelles: Université Libre de Bruxelles, Working Paper, 2004.

Gale, A. Project Management Maturity Models, in *The Wiley Guide to Managing Projects* (eds P. W. G. Morris and J. K. Pinto), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2007.

Gholz, E. Eisenhower versus the Spin-off Story: Did the Rise of the Military-Industrial Complex Hurt or Help America's Commercial Aircraft Industry? *Enterprise & Society*, 12(1), 46-95, 2011.

Hadad, Y., Keren, B., & Laslo, Z. A decision-making support system module for project manager selection according to past performance. *International Journal of Project Management*, 31(4), 532-541, 2013.

Howell, D., Windahl, C., & Seidel, R. A project contingency framework based on

- uncertainty and its consequences. *International Journal of Project Management*, 28(3), 256-264, 2010.
- Hölzle, K. Designing and implementing a career path for project managers. *International Journal of Project Management*, 28(8), 779-786, 2010.
- Iansiti, M. How the incumbent can win: Managing technological transitions in the semiconductor industry. *Management Science*, 46(2), 169-185, 2000.
- IPMA. *ICB – IPMA Competence Baseline Version 3.0*, 2006.
- Janiak, A., & Rudek, R. A new approach to the learning effect: Beyond the learning curve restrictions. *Computers & Operations Research*, 35(11), 3727-3736, 2008.
- Kerzner, Harold. *Gestão de projetos. As Melhores práticas*. Bookmam, 2006.
- Larson, E. W., Gray, C. F. *Project Management – the managerial process*. McGraw-Hill Irwin. New York, 2011.
- Lapre, M., Mukherjee, A., & Van Wassenhove, L. Behind the learning curve: Linking learning activities to waste reduction. *Management Science*, 46(5), 597-611, 2000.
- Lee-Kelley, L., & Leong, L. K. Turner's five-functions of project-based management and situational leadership in IT services projects. *International Journal of Project Management*, 21(8), 583-591, 2003.
- Lima, M. T. de A. de; Oliveira, E. C. B. de; Alencar, L. H. Modelo de apoio a decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento. *Prod.*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 351-363, 2014.
- Malach-Pines, A., Dvir, D., & Sadeh, A. Project manager-project (PM-P) fit and project success. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(3-4), 268-291, 2009.
- Mcfarlan, F. Portfólio Approach To Information-Systems. *Harvard Business Review*, 59(5), 142-150, 1981.
- Medina, R., Medina, A. The project manager and the organisation's long-term competence goal. *International Journal of Project Management*. Vol:32 iss:8 pg:1459 -1470, 2014.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J., Jr. *Project management—A management approach* (8rd ed.). New York: J Wiley, 2011.
- Mota, C., de Almeida, A., & Alencar, L. A multiple criteria decision model for assigning priorities to activities in project management. *International Journal of Project Management*, 27(2), 175-181, 2009.
- Mousseau, V., & Slowinski, R. Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of Global Optimization*, 12(2), 157-174, 1998.
- Müller, R., & Turner, R. The Influence of Project Managers on Project Success Criteria and Project Success by Type of Project. *European Management Journal*, 25(4), 298-309, 2007.
- Nemery, P. & Lamboray, C. FlowSort: a flow-based sorting method with limiting or central

profiles. *TOP*, 16(1), 90-113, 2008.

Ngwenyama, O., Guergachi, A., & McLaren, T. Using the learning curve to maximize IT productivity: A decision analysis model for timing software upgrades. *International Journal of Production Economics*, 105(2), 524-535, 2007.

Odusami, K. Perceptions of construction professionals concerning important skills of effective project leaders. *Journal of Management in Engineering*, 18(2), 61-67, 2002.

Ogunlana, S., Siddiqui, Z., Yisa, S., & Olomolaiye, P. Factors and procedures used in matching project managers to construction projects in Bangkok. *International Journal of Project Management*, 20(5), 385-400, 2002.

Oliveira, E. C. B., Alencar, L. H., Costa, A. P. C. S. An Integrated Model for Classifying Projects and Project Managers and Project Allocation. *International Journal of Industrial Engineering* (Online). In press, 2015.

Patanakul, P., & Milosevic, D. The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria. *International Journal of Project Management*, 27(3), 216-233, 2009.

Patanakul, P., Milosevic, D. Z., & Anderson, T. R. A Decision Support Model for Project Manager Assignments. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 54(3), 548-564, 2007.

Patanakul, P. Key drivers of effectiveness in managing a group of multiple projects. *IEEE T Eng Manag*, 60, 4-17, 2013.

Plaza, M., Ngwenyama, O. K., & Rohlf, K. A comparative analysis of learning curves: Implications for new technology implementation management. *European Journal of Operational Research*, 200(2), 518-528, 2010.

PMI. *A guide to the project management body of knowledge PMBoK GUIDE: Project Management Institute*, 2013.

Ramazani, J., Jergeas, G. Project managers and the journey from good to great: The benefits of investment in project management training and education. *International Journal of Project Management*. vol:33 iss:1, pg:41 -52, 2015.

Rashidi, A., Jazebi, F., & Brilakis, I. Neurofuzzy Genetic System for Selection of Construction Project Managers. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, 137(1), 17-29, 2011.

Roy, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Nonconvex Optimization and its Applications*: Kluwer Academic Publishers, 1996.

Shenhar, A. One size does not fit all projects: Exploring classical contingency domains. *Management Science*, 47(3), 394-414, 2001.

Shenhar, A., & Dvir, D. Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation. *Research-Technology Management*, 50(6), 68-69, 2007.

Vincke P. *Multicriteria decision-aid*. Bruxelles: Wiley& Sons, 1992.

Xu, Y. and Yeh, C.-H. A performance-based approach to project assignment and

- performance evaluation. *International Journal of Project Management*. 32(2), 218-228, 2014.
- Zeleny, M. Multiple Criteria Decision Making. New York: MacGraw-Hill, 1982.
- Zhang, L., Zou, X., Kan, Z. Improved Strategy for Resource Allocation in Repetitive Projects Considering the Learning Effect. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol:140 iss:11. 2014
- Zopounidis, C., & Doumpos, M. Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 138(2), 229-246, 2002.

APÊNDICE 1 - Respostas às questões 1 e 2 (Q1 e Q2)

Tabela A1.1 - Respostas às questões 1 e 2 da classe 2

	P1		P2		P3		P4		P5	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	P6		P7		P8		P9		P10	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0

	P11		P13		P14		P16		P17	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	0	0	1	3	1	3	1	1	0	0
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	P18		P19		P21		P23		P24	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	1	1	1	3	1	3	0	0	1	3
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	P25		P27		P28		P29		P30	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	1	1	1	3	1	3	1	3	0	0
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	P32		P33		P35		P36		P37	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
GP3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
GP12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4

	P38		P39		P40		P41	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	1	3	1	2	1	2	1	3
GP3	1	2	1	3	1	3	1	2
GP5	0	0	0	0	0	0	0	0
GP6	0	0	0	0	0	0	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	0	0	0	0	0	0	0	0
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	1	4	1	2	1	2	1	4

	P42		P43		P45		P48		P49	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP1	1	1	0	0	1	3	0	0	1	1
GP3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GP5	0	0	1	1	1	2	1	2	0	0
GP6	0	0	1	1	1	2	1	2	0	0
GP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP16	1	1	0	0	1	5	0	0	0	0

Tabela A1.1 - Respostas às questões 1 e 2 da classe 2

	P12		P15		P20		P22		P26		P31		P34	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
GP4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP11	1	1	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0
GP13	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
GP14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GP15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Legenda:

GP - Gerente de projetos

P - Projetos

Q1 - Quantidade de horas de gerenciamento em projetos similares tem o gerente de projetos acumulado

Q2 – Quantidade de projetos similares que o gerente de projetos gerenciou anteriormente

APÊNDICE 2 - Horas requeridas de gerenciamento

Tabela A.2.1 - Horas requeridas de gerenciamento

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	GP8	GP9	GP10	GP11	GP12	GP13	GP14	GP15	GP16
P1	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P2	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P3	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P4	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P5	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P6	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P7	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				5,6
P8	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P9	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P10	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P11	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	5,6	8,0		8,0				8,0
P12	4,0	4,0	4,0	2,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P13	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P14	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P15	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P16	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P17	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P18	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P19	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P20	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,8	4,0	2,2	4,0	4,0	4,0
P21	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P22	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P23	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P24	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P25	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6,4		8,0				8,0
P26	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	4,0	4,0	4,0
P27	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P28	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P29	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P30	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P31	4,0	4,0	8,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P32	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		6,4				8,0
P33	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P34	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P35	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P36	8,0	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	5,2		8,0				8,0
P37	5,2	8,0	5,6		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				4,6
P38	5,2	8,0	5,6		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				4,6
P39	5,6	8,0	5,2		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				5,6
P40	5,6	8,0	5,2		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				5,6
P41	5,2	8,0	5,6		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				4,6
P42	6,4	8,0	6,7		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				6,4
P43	8,0	8,0	8,0		6,4	6,4	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P44		20,0					16,6	14,2								
P45	5,0	8,0	8,0		5,6	5,3	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				4,2
P46		20,0					7,3	20,0								
P47		20,0					14,2	20,0								
P48	8,0	8,0	8,0		4,3	4,3	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
P49	6,4	8,0	8,0		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,0				8,0
Horas di	4,0	3,0	4,0	1,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	4,0	3,0	4,0	1,0	4,0	1,0	3,0

Legenda :

Vermelho – Projetos classe 1

Amarelo – Projetos classe 2

Verde – Projetos classe 3