

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Proposição de um Modelo Matemático Baseado em
Programação Linear para Priorização e Seleção de
Portfólio de Projetos**

Dalton Garcia Borges de Souza

Itajubá, fevereiro de 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Dalton Garcia Borges de Souza

**Proposição de um Modelo Matemático Baseado em
Programação Linear para Priorização e Seleção de
Portfólio de Projetos**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**.

Área de Concentração: Engenharia de Produção
(Qualidade e Produtos)

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva

Fevereiro de 2016
Itajubá – MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Dalton Garcia Borges de Souza

**Proposição de um Modelo Matemático Baseado em
Programação Linear para Priorização e Seleção de
Portfólio de Projetos**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 18 de fevereiro de 2016, conferindo ao autor o título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva (Orientador)

Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado

Itajubá, 2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, criador do universo e arquiteto das oportunidades que me trouxeram até aqui.

A minha família, que educou e orientou na formação do meu caráter. Em especial, minha avó, Alda, que segurou minha mão durante os primeiros passos do saber e depois me impulsionou para descobrir o mundo através dos livros.

Ao meu grande amor, Rafaela, que através do exemplo, do companheirismo e do amor, me ensinou a ser firme e justo na busca dos meus ideais.

Ao meu orientador e amigo, Professor Carlos Eduardo Sanches da Silva, pelo bom-humor, sabedoria, dedicação e confiança.

Agradeço ainda à UNIFEI, CAPES, FAPEMIG e ao CNPq, pela estrutura e apoio financeiro oferecidos, e aos professores do programa, pela paciência e conhecimento compartilhado.

“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar o contrário”

Albert Einstein

RESUMO

A escassez de recursos somada à alta competitividade entre as empresas faz com que companhias busquem alocar seus recursos em projetos que tragam os melhores resultados conforme seus objetivos estratégicos. É neste contexto que surge a gestão de portfólio de projetos, onde fazer o projeto certo é tão importante quanto conduzir e executar corretamente cada projeto. Nem sempre projetos resultam em ganhos financeiros, porém todos consomem recursos e buscam resultados. Atualmente, há uma grande variedade de modelos para gestão de portfólio de projetos disseminados dentro das organizações. Os modelos qualitativos geralmente proporcionam elevados níveis de imprecisão, já os quantitativos podem apresentar formulações matemáticas complexas. Entre essas concepções tem-se uma lacuna na literatura para a proposição de modelos que unifiquem a precisão dos quantitativos com a alta aplicabilidade dos qualitativos. Sendo assim, esta dissertação tem como objetivo apresentar um novo modelo para priorização e seleção de portfólio de projetos, baseando-se em Programação Linear e na atribuição de pesos aos projetos por parte dos gestores, considerando-se assim julgamentos e pontos de vista. Para tanto, optou-se pela modelagem como metodologia de pesquisa. O modelo foi aplicado a um órgão de uma instituição pública, a fim de verificar e validar os resultados, atestando-se assim a eficiência do modelo. Com base nos resultados, constatou-se que o modelo proposto possui benefícios de ambas abordagens típicas, qualitativa e quantitativa, e é capaz de prover os tomadores de decisão com respostas satisfatórias.

Palavras-chave: gestão de projetos; portfólio de projetos; programação linear

ABSTRACT

The shortage of resources coupled with high competitiveness among the markets make companies allocate their resources into projects that bring the best results according to their strategic objectives. The project portfolio management arises in this context, where doing the right project is as important as managing and executing each project properly. Not all projects are meant to bring financial profits, however all of them seek for results and need resources to be carried on. Nowadays, there is a wide range of project selection methods, in one hand the qualitative ones can provide inaccurate results, in other hand the quantitative methods can be based on complex mathematic formulations. Between this two conceptions there is a gap in literature to propose methods that unify the accuracy of quantitative models with the applicability of the qualitative ones, while considering the experiences of those involved with the projects. Thus, this thesis aims to present a new model for prioritization and selection of project portfolios, based on linear programming and weights given by the managers, which considers judgements and points of view. Therefore, modeling was the research methodology employed. The model was also applied to an organization of a public institution, in order to verify and validate the results, which confirm the model's efficiency. The results show that the proposed model brings benefits from both typical approaches, qualitative and quantitative, and is capable to give satisfactory responses to the decision makers.

Keywords: project management; project portfolio; linear programming

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Projetos, programas, portfólios e suas relações	21
Figura 2.2 - Exemplificação gráfica do efeito da gestão de portfólios sobre os projetos de uma organização.....	22
Figura 2.3 - Gerenciamento de Portfólio de Projetos	24
Figura 2.4 - Métodos mais utilizados em PPS nas investigações recentes.....	30
Figura 2.5 - Ferramentas típicas de PO	33
Figura 3.1 – Quadro resumo da modelagem	55
Figura 4.1 - Número de horas dispendidas pelo pró-reitor para execução dos diferentes tipos de projetos	61
Figura 4.2 - Número de horas dispendidas pelo diretor de pós-graduação para execução dos diferentes tipos de projetos	61
Figura 4.3 - Número de horas dispendidas pelo diretor de pesquisa para execução dos diferentes tipos de projetos	62
Figura 4.4 - Número de horas dispendidas pelo coordenador de pesquisa para execução dos diferentes tipos de projetos	63
Figura 4.5 - Número de horas dispendidas pelo coordenador de orçamento para execução dos diferentes tipos de projetos	63
Figura 4.6 - Número de horas dispendidas pelas secretárias na execução dos diferentes tipos de projetos	64
Figura 4.7 - Número de horas dispendidas pelos estagiários para execução dos diferentes tipos de projetos	65
Figura 4.8 – Percentual de tempo que cada função exercerá em cada tipo de projeto	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Modelo de estratificação das várias escolas em gestão de projetos	19
Tabela 2.2 - Definições de projetos, programas e portfólios.....	21
Tabela 2.3 - Principais problemas causados pela negligência da gestão de portfólio	23
Tabela 2.4 - Categorização de projetos e exemplos	26
Tabela 2.5 - Vantagens e desvantagens dos métodos qualitativos mais utilizados	28
Tabela 2.6 - Métodos mais utilizados nas organizações.....	28
Tabela 2.7 - Métodos pesquisados em PPS de 2010 a 2015.....	29
Tabela 2.8 - Vantagens e Desvantagens dos métodos pesquisados atualmente	31
Tabela 3.1 - Conjunto de projetos estratégicos da PRPPG da UNIFEI.....	41
Tabela 3.2 - Conjunto de projetos operacionais da PRPPG da UNIFEI	42
Tabela 3.3 - Conjunto de projetos obrigatórios da PRPPG da UNIFEI	42
Tabela 3.4 – Indicador de Peso conforme critérios de Importância e Urgência dos projetos ..	43
Tabela 3.5 - Determinação dos pesos dos projetos.....	43
Tabela 3.6 - Tempo disponível por função para condução de projetos	45
Tabela 3.7 - Tempo em horas que cada função exercerá por projeto	46
Tabela 4. 1 - Projetos estratégicos que serão executados	57
Tabela 4.2 - Projetos estratégicos que não deverão ser executados	57
Tabela 4.3 - Projetos operacionais que serão realizados	59
Tabela 4.4 - Projetos operacionais que não deverão ser executados	59
Tabela 4.5 - Projetos obrigatórios que deverão necessariamente ser executados	60
Tabela 4.6 - Avaliação do modelo.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Análise Hierárquica de Processo)
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPPD	Comissão Permanente de Pessoal Docente
EAD	Ensino a Distância
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i> (Perguntas Frequentes)
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas)
PL	Programação Linear
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PO	Pesquisa Operacional
PPG	Programa de Pós-Graduação
PPS	<i>Project Portfolio Selection</i> (Seleção de Portfólio de Projetos)
PROAP	Programa de Apoio à Pós-Graduação
PRPPG	Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
ROI	<i>Return on Investment</i> (Retorno sobre Investimento)
SBV	Solução Básica Viável
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i> (Estrutura Analítica de Projetos)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Considerações Iniciais	13
1.2. Justificativa	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo Geral	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.4. Estrutura do Trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. A gestão de projetos.....	17
2.2. A gestão de portfólio de projetos.....	21
2.3. Modelos de gestão de portfólio de projetos.....	26
2.4. Programação linear	32
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	38
3.1. O método	38
3.2. Definição do problema e das condições iniciais.....	39
3.2.1. A organização e seus objetivos estratégicos.....	39
3.2.2. Os projetos a serem selecionados	40
3.2.3. A hierarquia da organização e seus recursos gargalo	44
3.3. Modelagem do problema.....	47
3.3.1. Definição das variáveis de decisão.....	47
3.3.2. Definição da função objetivo.....	47
3.3.3. Definição das restrições do problema.....	48
3.2.4. Definição das restrições adicionais do problema	53
3.2.5. Quadro resumo do modelo proposto	54
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
4.1. Resolução pelo modelo.....	56
4.2. Análise das restrições	60
4.2.1. Recurso horas do pró-reitor	60

4.2.2. Recurso horas do diretor de pós-graduação.....	61
4.2.3. Recurso horas do diretor de pesquisa	62
4.2.4. Recurso horas do coordenador de pesquisa.....	62
4.2.5. Recurso horas do coordenador de orçamento.....	63
4.2.6. Recurso horas das secretárias	64
4.2.7. Recurso horas dos estagiários.....	64
4.2.8. Restrição de participação em projetos operacionais.....	65
4.3. Proposições de melhorias segundo os resultados do modelo	66
4.4. Validação do modelo	67
5. CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	72
ANEXOS	79
Anexo A. Modelo computacional proposto.....	79
Anexo B. Modelo computacional resolvido	81

1. INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo desta dissertação contextualiza e justifica o tema de pesquisa, além de apresentar a questão de pesquisa, seus objetivos, a metodologia e a estrutura utilizada no trabalho.

1.1. Considerações Iniciais

A necessidade crescente de melhores resultados com recursos cada vez mais escassos requer que empresas selecionem e invistam apenas nos projetos capazes de gerar vantagem competitiva (LI *et al.*, 2015). Entretanto, como citado por Campos (2014), grande parte das decisões gerenciais tomadas pelas empresas é baseada no bom-senso, experiência e *feeling*. Salvo raras exceções, não se faz análise de processos e projetos de forma sistemática nas empresas brasileiras e desta maneira não se usa a gestão de forma adequada. Na realidade, essas decisões deveriam ser pautadas em análise de fatos e dados, os quais objetivam localizar as causas fundamentais do problema.

Contudo, esse cenário está sofrendo alterações positivas. Cresce a cada dia a quantidade de empresas que têm buscado meios de realizarem decisões de maneira planejada e organizada em seus processos e produtos. Assim, tem-se tornado frequente a presença de programas de melhoria contínua em diversas empresas (PMI, 2013).

Para Carvalho, Lopes e Marzagão (2013), o fato do processo de seleção de projetos envolver interesses e riscos gera a necessidade de uma efetiva gestão de portfólio de projetos, que pode fornecer suporte de forma estruturada e organizada. A seleção de um portfólio de projetos coerente com as aspirações da organização é um dos problemas de tomada de decisão mais importantes na rotina das empresas modernas (BHATTACHARYYA, 2015; YU *et al.*, 2012). Autores e organizações com diferentes níveis de abrangência de suas obras, como Tavana *et al.*, (2015) e PMI (2006), apresentam modelos de priorização e seleção de projetos, buscando melhor alocação de recursos e alcance dos resultados esperados. Tais modelos podem empregar diferentes abordagens, como quantitativas e qualitativas, e diferentes critérios de priorização, como financeiros e abordagens estratégicas (DIETRICH; LEHTONEN, 2005). Tanto os modelos, quanto os critérios não são absolutos e, para cada ambiente organizacional, deve-se averiguar quais impulsionam rumo aos objetivos esperados.

Segundo Liesiö, Mild e Salo (2008), nem sempre as condições para gerenciamento de um portfólio são simples e frequentemente apresentam características que dificultam o processo de tomada de decisão. Tais características são comumente relacionadas a um alto volume de

projetos, critérios em demasia, interdependência entre projetos, existência de projetos excludentes entre si, número elevado de restrições, informações incompletas e riscos elevados (ABBASIANJAHROMI; RAJAIE, 2012; BHATTACHARYYA, 2015; GHAPANCHI *et al.*, 2012; HASSANZADEH; NEMATI; SUN, 2014).

No entanto, ao mesmo tempo que as adversidades dos portfólios tornam as decisões e as análises trabalhosas, abre-se espaço a novas investigações sobre o tema e a proposições de novas abordagens e modelos capazes de contornar tais condições, principalmente àquelas que sejam de fácil utilização no ambiente corporativo e capazes de fornecer soluções satisfatórias aos tomadores de decisão.

1.2. Justificativa

Os autores Abbassi, Ashra e Shari (2014), com certo exagero, descrevem que modelos e técnicas para seleção de portfólios são ferramentas poderosas, que propiciam aos tomadores de decisão analisar e otimizar os resultados globais de seus projetos antes mesmo da execução dos mesmos, o que aumenta o lucro e favorece a perpetuidade das organizações. Atualmente, tais modelos são numerosos, variando desde simples processos de atribuição de pesos e seleção até mesmo a abordagens matemáticas complexas, estruturadas em programas e vastos bancos de dados (TAVANA; KHALILI-DAMGHANI; ABTAHI, 2013). Com relação aos vários modelos disponíveis na literatura, estes podem ser classificados em dois tipos principais: os quantitativos e os qualitativos (IAMRATANAKUL; PATANAKUL; MILOSEVIC, 2008).

De acordo com Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2000), os modelos qualitativos são os mais utilizados pelas organizações. Os quais, de maneira genérica, se destacam pela facilidade de uso, pela consideração de juízo e pontos de vista daqueles diretamente envolvidos com os projetos. São ainda, muitas vezes, modelos intuitivos, que possibilitam o rápido aprendizado e dispensam o uso de *softwares* e cálculos complexos. No entanto, possuem sérias limitações, que podem ser resumidas em: baixa precisão no processo de hierarquização dos projetos, impossibilidade de se considerar interdependência entre projetos e não levar em conta restrições de diferentes recursos, como janelas de tempo, disponibilidade de mão de obra e facilidades para obtenção de fundos de acordo com características estratégicas de cada projeto.

Por outro lado, ainda que os modelos quantitativos sejam menos utilizados pelas organizações de diferentes setores, são os mais investigados e abordados por cientistas da área de gestão de

projetos (BHATTACHARYYA, 2015; VILKKUMAA *et al.*, 2015). Contudo, ainda que sejam mais precisos e capazes de considerar restrições de diferentes naturezas e interdependência entre os projetos, geralmente são de difícil utilização e aprendizado, possuem emprego restrito a certos casos e se mostram incapazes de considerar as opiniões dos tomadores de decisão durante o processo de hierarquização dos projetos (DUTRA, 2012).

Por meio de uma revisão bibliográfica sobre quais modelos de seleção e priorização de projetos foram investigados nos últimos cinco anos, percebe-se que as afirmações de Dutra (2012) ainda continuam autênticas quanto à predominância dos modelos quantitativos e à falta de modelos que combinem pontos positivos destes com os dos métodos qualitativos (ARASTEH *et al.*, 2014; BHATTACHARYYA, 2015; FAEZY RAZI *et al.*, 2014; TAVANA *et al.*, 2015).

Sendo assim, o presente trabalho sugere um modelo híbrido para seleção de projetos, predominantemente quantitativo, mas que integra aspectos positivos de métodos qualitativos disseminados dentro das organizações.

Outra forma de elucidar o objetivo central deste trabalho é por meio da seguinte questão de pesquisa: como selecionar projetos com precisão e rigor, sem abrir mão de considerações de juízo dos tomadores de decisão e da facilidade de uso, comumente observada em métodos qualitativos?

1.3. Objetivos

A seguir, é exposto o objetivo geral desse trabalho de dissertação, bem como os objetivos específicos relacionados.

1.3.1. Objetivo Geral

- Propor e analisar um modelo baseado em programação linear inteira mista capaz de selecionar e priorizar portfólios de projetos levando em consideração opiniões de tomadores de decisão, restrições de diferentes naturezas e que seja de fácil aplicação, quando comparado a outros métodos quantitativos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar na literatura os principais modelos utilizados para seleção de projetos, assim como seus benefícios e limitações;

- Determinar os coeficientes da função objetivo do modelo, baseando-se em pesos atribuídos pelos gestores conforme seus juízos e pontos de vista;
- Aplicar o modelo a uma organização real, segundo suas peculiaridades e particularidades de seus projetos;
- Validar o modelo proposto junto aos tomadores de decisão da organização, a fim de atestar sua eficácia na seleção de projetos.

1.4. Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está dividida em 5 capítulos. O Capítulo 1 introduz o tema, traz as justificativas para condução deste trabalho e mostra os objetivos gerais e específicos da dissertação e sua estrutura.

O Capítulo 2, por sua vez, está estruturado de maneira clássica, trazendo em seu interior a fundamentação teórica necessária para condução deste trabalho. É subdividido em quatro grandes seções. A primeira aborda aspectos gerais da gestão de projetos e suas tendências, a segunda analisa a gestão de portfólio de projetos como um todo, a terceira apresenta os principais métodos empregados na seleção de projetos e, por fim, a quarta seção discorre sobre a programação linear e o algoritmo Simplex.

A metodologia de pesquisa encontra-se no Capítulo 3, sendo subdividida em três grandes seções que abordam o método de pesquisa utilizado, o problema e suas condições iniciais e, por último, a modelagem do problema.

No Capítulo 4 aborda-se: a solução do modelo proposto, a análise das restrições e as proposições de melhorias e ajustes, visando a otimização do portfólio analisado e de sua gestão. Além disso, confronta-se os resultados obtidos com a literatura especializada da área e as opiniões dos gestores.

E por fim, tem-se o Capítulo 5, das conclusões, onde são tecidos comentários sobre os objetivos e os resultados obtidos, as vantagens do modelo proposto e propostas para trabalhos futuros.

Adicionalmente, tem-se ainda as referências e os anexos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A gestão de projetos

Baseando-se nas definições do PMI (2013) e Morris, Pinto e Söderlund (2010), projetos são esforços temporários com fins definidos e intencionais, desenvolvidos para gerar benefícios para uma organização permanente ou certos *stakeholders*, por meio da criação de produtos, serviços ou resultados exclusivos. Sendo assim, toda estratégia é implementada por meio de projetos, os quais, uma vez que agreguem valor, estarão alinhados ao planejamento estratégico da organização (LARSON; GRAY, 2011). Alternativamente, Klastorin (2004) define projetos como um conjunto de tarefas que devem ser executadas individualmente de modo a atingir os objetivos do projeto como um todo. Tais tarefas são interligadas e alinhadas por meio de relações de precedência, que definem restrições de ordem de execução e, por vezes, exige-se o término de uma tarefa para se iniciar outra.

Ainda que a definição de projetos seja atual, sua origem é imprecisa e remonta à idade antiga, antes mesmo da construção das pirâmides do Egito, que empregou princípios básicos de gestão de projetos, os quais se tornaram base para o desenvolvimento da área. Sendo assim, durante um grande período da história, a gestão de projetos foi aplicada à construção civil, na construção de estradas, pontes e grandes projetos arquitetônicos. Sua formalização só se deu na década de 60, com o desenvolvimento computacional, ainda que em décadas anteriores muitas ferramentas gerenciais já tivessem surgido, como o gráfico de Gantt, apresentado em 1917 (HALL, 2012; LARSON; GRAY, 2011).

Ainda de acordo com Hall (2012), é na década de 60 que foi conduzido um dos projetos mais impressionantes da história da humanidade, o projeto Apollo, que empregou o trabalho coordenado de 410.000 trabalhadores, a um custo de 25 bilhões de dólares, em valores de 1961.

Segundo Garel (2013), é somente no final dos anos 80 que a gestão de projetos começa a se popularizar dentro de certos meios empresariais, como na indústria de produção em massa, na área de serviços e em companhias públicas. É ainda nessa época que ferramentas até então desenvolvidas em outros campos do conhecimento começam a ser incorporadas e abordadas como elementos fundamentais para a gestão de projetos, como é o caso da WBS (*Work Breakdown Structure*), PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o já citado gráfico de Gantt (URLI; TERRIEN, 2010).

Já o aprofundamento das pesquisas inicia-se em meados da década de 90, quando parte do conhecimento tácito em gestão de projetos ganha espaço nas ciências gerenciais, não só como um sistema organizacional, mas também como uma ferramenta de antecipação e racionalização de atividades e recursos.

Com a evolução tecnológica, tende-se a acentuar as diferenças entre as formas de condução de projetos tradicionais e os considerados modernos. Com a modernização dos projetos, variáveis determinísticas são frequentemente substituídas por estocásticas, o que torna as tarefas de agendamento e previsão de orçamentos mais precisas e difíceis, por exemplo. Projetos de produtos tangíveis cedem lugar aos intangíveis, o que torna as atividades de monitoramento dos percentuais concluídos de cada projeto mais complexas.

Outro fator importante com a modernização é a transparência e facilidade de acesso à informação, que contribui significativamente para a disseminação dos conceitos relacionados à gestão de projetos. Um exemplo típico é o estabelecimento de instituições voltadas apenas à divulgação de práticas em gestão de projetos e treinamento de profissionais por todo o mundo, como é o caso do *Project Management Institute*, presente em 180 países e com aproximadamente 550.000 associados, o que é cerca de 5.500% maior que o número de associados na década de 80 (PMI, 2013).

Segundo Klein, Biesenthal e Dehlin (2015), com a crescente estruturação das empresas em ambientes voltados à prática de projetos, tem-se hoje uma sólida base de conhecimento em gestão de projetos. Tal base é constantemente aprimorada pelo elevado volume de pesquisas científicas na área, e popularizada e disseminada dentro das organizações através de guias de gestão (MIR; PINNINGTON, 2014). No entanto, não existe um consenso sobre qual seria a melhor teoria para gestão de projetos, já que todas são baseadas em conjuntos de melhores práticas, que possuem níveis de eficiência variável conforme o perfil das organizações que as aplicam (KLEIN; BIESENTHAL; DEHLIN, 2015).

Sendo assim, o estado da arte em gestão de projetos é melhor descrito como um conjunto de teorias, as quais são aprimoradas por meio do ciclo perpétuo entre observação de aplicações práticas e proposição de melhorias. Uma vez que há um grande número de teorias aplicáveis e com êxito comprovado, também se observa diferentes escolas de pensamento em gestão de projetos, as quais são classificadas e descritas por diferentes autores (BREDILLET, 2010; KWAK; ANBARI, 2009; SÖDERLUND, 2011).

De acordo com Bredillet (2010), as escolas de pensamento em gestão de projetos podem ser classificadas em nove grupos, os quais são estratificados por suas diferenças quanto à maneira de condução dos projetos e à dimensão alvo. A Tabela 2.1 mostra os grupos propostos.

Tabela 2.1 - Modelo de estratificação das várias escolas em gestão de projetos

Escola em gestão de projetos	Principal foco das teorias e modelos	Dimensão alvo
Otimização	Otimiza a duração dos projetos através de processos matemáticos	Tempo
Modelagem	Lança mão de teorias simples e complexas para modelar o projeto	Tempo, custo, performance, qualidade, risco, etc.
Governança	Governa o projeto e as relações entre os envolvidos	O projeto, seus participantes e mecanismos de governança
Comportamento	Gerencia as relações entre as pessoas e os projetos	Pessoas e times envolvidos com o projeto
Sucesso	Define sucesso e fracasso. Identifica causas	Critérios e fatores de sucesso
Decisão	Processa as informações por meio de análises do ciclo de vida do projeto	Informação das decisões tomadas
Processo	Procura o caminho apropriado para alcançar as saídas desejadas	O projeto, seus processos, as saídas desejadas e os subprocessos
Contingência	Determina o tipo de projeto para selecionar os sistemas apropriados	Fatores de diferenciação e seleção dos sistemas, projetos
Marketing	Comunicam-se com os <i>stakeholders</i> a fim de obter suporte	<i>Stakeholders</i> e seus interesses no projeto e sua gestão

Fonte: Adaptado de Bredillet, (2010) e de Klein, Biesenthal e Dehlin (2015)

Ainda que as escolas possuam características bem definidas, muitas teorias em gerenciamento de projetos podem ser híbridas de duas escolas ou mais, e suas aplicações serão vantajosas ou não, conforme o contexto prático de suas aplicações. Em outras palavras, ainda que a organização seja a mesma, mas considerando-se diferentes ambientes, certa linha de raciocínio pode ser mais frutífera do que outras. Sendo assim, nota-se que o trabalho em projetos é contextual por natureza e as teorias, ainda que aumentem em muito a taxa de sucesso dos projetos, não garantem os sucessos dos mesmos (KLEIN; BIESENTHAL; DEHLIN, 2015; LARSON; GRAY, 2011).

Em linhas gerais, quando comparados com processos de negócio, projetos tendem a ser mais custosos de se conduzir. Suas principais restrições são orçamentárias e temporais, o que

vincula o sucesso do projeto a sua conclusão dentro do período acordado e montante de orçamento disponibilizado. Além disso, sua característica de exclusividade gera incertezas quanto ao resultado criado, assegurando maiores riscos aos projetos que em atividades de natureza repetitiva (PMI, 2008). Segundo Larson e Gray (2011), em 2004, apenas 29% dos projetos relacionados à área de TI foram concluídos dentro do prazo e tempo determinados e cerca de 18% de todos esses projetos falharam, ou seja, foram abortados ou não entregaram os resultados esperados.

Pensel e Wiewiora (2013) afirmam que pesquisas conduzidas na elaboração de novos modelos e ferramentas para gestão de projetos não conseguem impactar a gestão das empresas da mesma forma que aquelas desenvolvidas em décadas passadas, já que as taxas de sucesso dos projetos tendem hoje à estabilização. Sendo assim, cria-se espaço para novas formas de pesquisa e investigação dentro da gestão de projetos, principalmente para aquelas que estudam o conjunto de projetos de uma determinada organização e não apenas as identidades únicas de cada projeto.

Comumente, sucesso e fracasso de um projeto estão relacionados ao nível de agregação de valor gerado à empresa. De fato, a conclusão, em conjunto com o respeito às restrições de tempo e custo, tende a definir o sucesso de cada projeto. No entanto, escolher corretamente quais projetos serão executados tende a ser tão vantajoso para as organizações quanto apenas executar corretamente cada projeto (LARSON; GRAY, 2011; PMI, 2008). Segundo Urli e Terrien (2010) tal fato se intensifica com a situação das empresas modernas, as quais estão cada vez mais orientadas a projetos, o que resulta em elevado volume de projetos em seus portfólios e exige novas maneiras e ferramentas de gestão.

Segundo Abbassi, Ashra e Shari (2014), devido a tais limitações de recursos e orçamentos, assim como ao aumento da competitividade no meio empresarial de hoje, empresas frequentemente se veem forçadas a eleger um subgrupo de projetos, de acordo com técnicas de seleção e dentre todos os projetos candidatos de um determinado grupo, de forma a mitigar riscos e aumentar o valor gerado por esses projetos.

A esse coletivo de projetos dá-se o nome de portfólio de projetos, que possui em seu interior tanto projetos isolados, quanto programas, que são conjuntos menores de projetos alinhados conforme certos objetivos.

A Figura 2.1 ilustra as relações entre projetos, programas e portfólios, enquanto a Tabela 2.2 traz breves explicações do que consiste cada um deles.

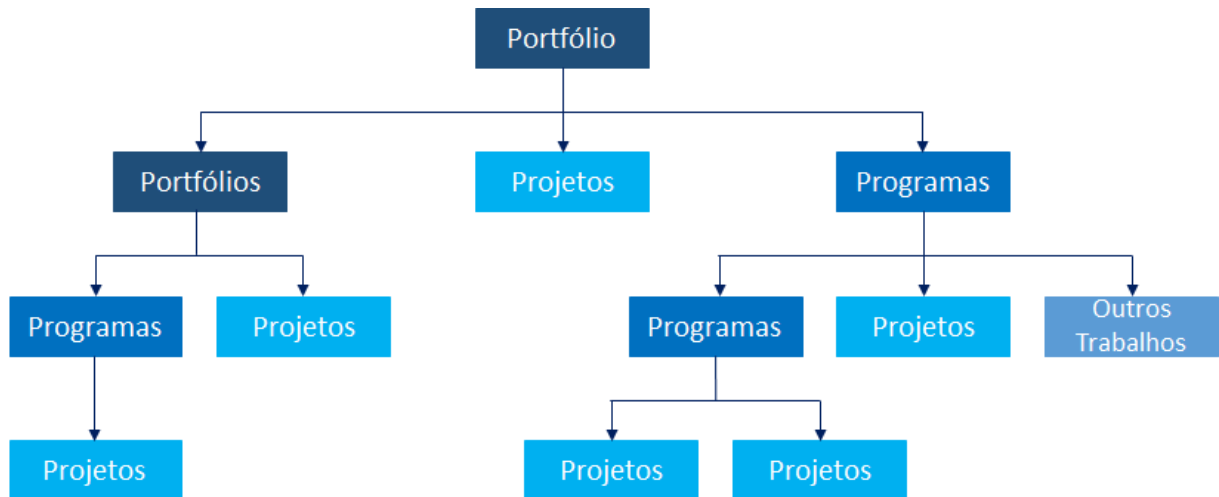


Figura 2.1 - Projetos, programas, portfólios e suas relações
Fonte: Adaptado de PMI (2006)

Tabela 2.2 - Definições de projetos, programas e portfólios

	Definição
Projeto	Esforços temporários que objetivam criar produtos, serviços ou resultados únicos (PMI, 2013).
Programa	Um grupo de projetos geridos de forma conjunta e coordenada, de forma a obter benefícios e controles que não seriam alcançados caso fossem geridos separadamente (PMI, 2006).
Portfólio	Conjunto de projetos, programas e outros trabalhos, agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz desses trabalhos a fim de atingir os objetivos estratégicos do negócio (PMI, 2013).

2.2. A gestão de portfólio de projetos

De acordo com Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2000), a Gestão de Portfólio de Projetos estabelece critérios de priorização e seleção de projetos, de forma a otimizar a alocação de recursos e atingir os resultados esperados. Independente da forma adotada, a gestão de portfólio tem por objetivo assegurar que as organizações realizem apenas os projetos certos, ao invés de fazer certo qualquer projeto (MUELLER, 2011). Um portfólio de projetos é um conjunto de projetos que concorrem por recursos escassos (pessoas, tempo, orçamento) que são realizados e conduzidos sob o patrocínio de uma organização em particular (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). Para tanto, é necessário que se estabeleçam padrões, critérios e métodos de avaliação para este gerenciamento.

Outro dado importante é que cerca de 90% de todos os projetos conduzidos em todo globo estão inseridos em um contexto de múltiplos projetos, ou seja, dentro de uma carteira com um

número finito de outros projetos concorrendo pelos mesmos recursos (SHOU; HUANG, 2010).

Pelo estudo de Gasnier (2010), o gerenciamento da carteira de projetos, ou comumente conhecida como portfólio de projetos, resume-se aos processos de controle e planejamento aplicados a um conjunto de projetos em andamento, ou propostas, com o intuito de se ter a melhor alocação dos recursos disponíveis na organização, alinhando-se assim com o seu planejamento estratégico. Trata-se de um processo dinâmico que exige revisões constantes, baseando-se em mudanças e oscilações do mercado, ameaças externas, novos concorrentes, necessidades e desejos dos clientes e objetivos estratégicos definidos pela organização (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2000).

No ambiente administrativo de todos os setores, encontra-se dificuldades ao priorizar projetos para que a gestão dos mesmos encontre melhores resultados, considerando sua dinamicidade resultante das necessidades de se incorporar mudanças ao longo do tempo, tanto de fatores internos quanto externos. Portanto, é necessário estruturar os projetos em um contexto de acordo com sua importância e necessidade para a empresa, estabelecendo prioridades para que a alocação de recursos seja feita da maneira correta. Geralmente, vários projetos são conduzidos ao mesmo tempo, consumindo recursos da mesma fonte e competindo por prioridade. Nota-se ainda que a gestão de portfólios tem por objetivo ordenar projetos que se encontram dispersos, classificá-los e organizá-los em grupos, mantendo-se assim os objetivos estratégicos da organização em foco, por meio da presença e da condução de um gestor de portfólio. Tais relações são apresentadas na Figura 2.2.

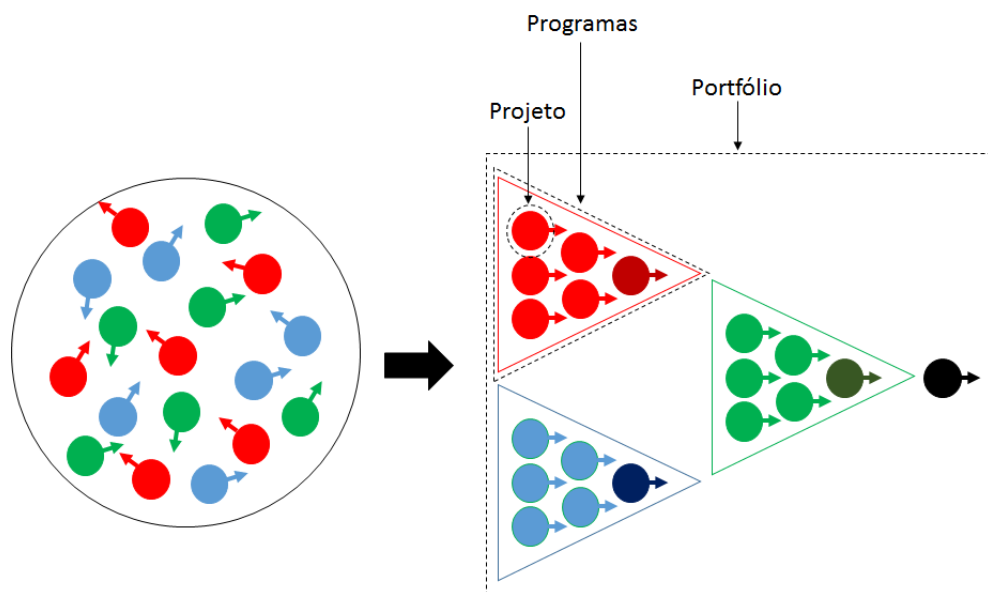


Figura 2.2 - Exemplificação gráfica do efeito da gestão de portfólios sobre os projetos de uma organização
Fonte: Adaptado de Larson e Gray (2011)

Existem diversas razões pelas quais as empresas decidem pelo gerenciamento de portfólio de projetos, entre os motivos mais específicos Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2000) citam os seguintes:

- Financeiros: Maximizar o retorno, atingir metas de lucratividade e obter alta produtividade em projetos de pesquisa e desenvolvimento;
- Competitividade: Manter a posição competitiva da empresa, aumentar as vendas e a participação no mercado;
- Alocação adequada de recursos: Uso racional de recursos limitados por meio de investimento em projetos com real potencial de sucesso;
- Alinhamento estratégico: Seleção de projetos vinculados à estratégia de negócios, sendo o portfólio a expressão da estratégia;
- Balanceamento da carteira: Estar alinhada aos objetivos do negócio para alcançar o equilíbrio certo entre projetos de curto e longo prazo e entre alto e baixo risco;
- Comunicação e alinhamento de informações: Para melhor compartilhar as prioridades dentro da organização e para proporcionar objetividade na seleção de projetos, eliminando projetos sem maturidade de requisitos ou baixo benefício;

Os autores Larson e Gray (2011), em contrapartida, citam os malefícios de não se gerenciar o portfólio dentro de uma organização ou possuir um gerenciamento deficiente. Tais problemas são expostos na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Principais problemas causados pela negligência da gestão de portfólio

Problema	Descrição	Exemplo
Gap de implementação	Estratégia organizacional confusa ou não compreendida	<ul style="list-style-type: none"> • Conflitos entre gerentes funcionais; • Excesso de reuniões para estabelecer metas e prioridades.
Políticas da organização	Disputa de poder entre razão e poder de persuasão	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos selecionados conforme interesses próprios; • Os projetos selecionados podem estar desalinhados com a missão da companhia.
Conflitos de recurso e multitarefa	Recursos escassos e disputa pelos melhores	<ul style="list-style-type: none"> • Má administração dos recursos escassos, gerando conflitos de interesse; • Alta rotatividade de pessoas entre projetos, levando ao baixo rendimento.

Fonte: adaptado de Larson e Gray (2011).

Pelo padrão de Gerenciamento de Portfólios do PMI (2013), mostrado na Figura 2.3, tem-se a discriminação das etapas, organizando a gestão de portfólio de projetos em processos de alinhamento, para a composição do portfólio de forma estruturada e alinhada à estratégia de negócio, e de monitoramento e controle, para verificação dos resultados esperados do portfólio.

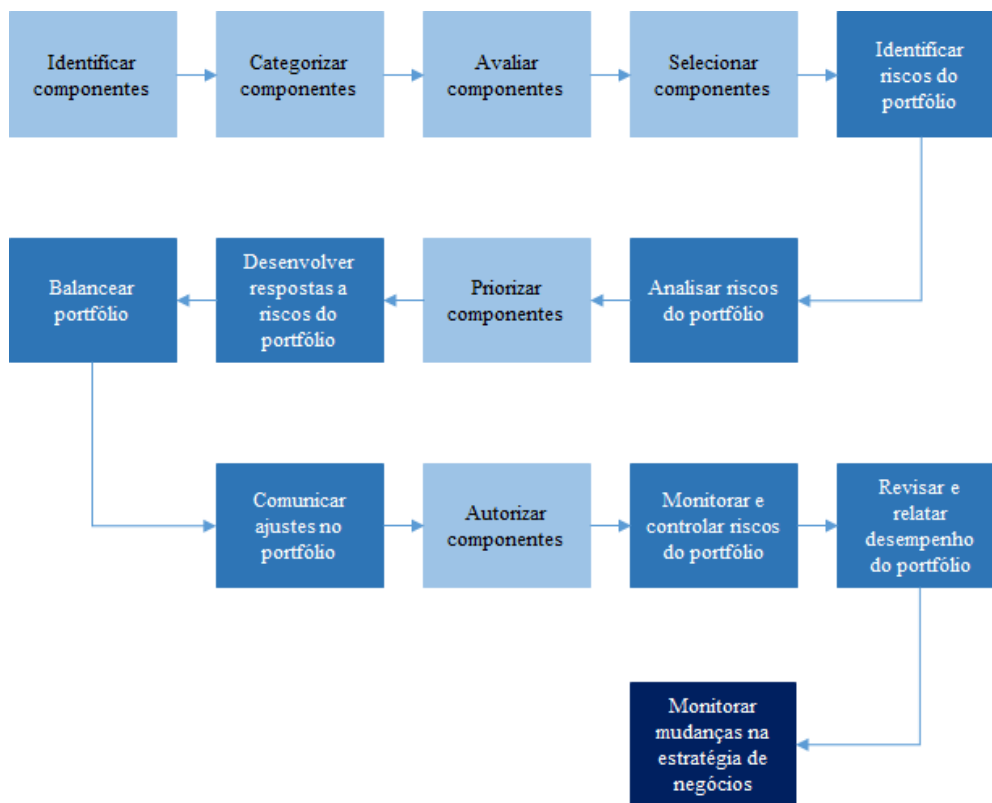


Figura 2.3 - Gerenciamento de Portfólio de Projetos
Fonte: adaptado de PMI (2013)

Pelo estudo de Mueller (2011), a metodologia de gerenciamento do portfólio de projetos segue processos semelhantes ao PMI (2013):

- Identificar: onde se obtém informações das unidades interessadas e comprometidas com a gestão do portfólio;
- Avaliar: consiste na atribuição de notas aos critérios, tendo por base as informações geradas pelo processo anterior de identificação, que propiciam a avaliação dos componentes com o intuito de compará-los;
- Categorizar: é a estratificação dos vários componentes em certos grupos estratégicos;
- Priorizar: consiste em classificar os projetos selecionados de acordo com certos critérios adotados;

- Analisar os riscos: apresenta ações a fim de conquistar novas oportunidades e mitigar possíveis ameaças aos objetivos do portfólio;
- Balancear: aglomera os componentes com grande potencial para a criação de iniciativas estratégicas e atendimento aos objetivos;
- Selecionar: seleciona os projetos de acordo com métodos, os quais avaliam, priorizam e balanceiam;
- Aprovar: etapa em que os recursos financeiros e humanos são alocados para execução dos componentes em ordem de prioridade e por restrições de balanceamento.
- Monitorar e controlar: etapa final, onde são levantados indicadores de desempenho através de relatórios. Tem-se ainda a revisão periódica do portfólio quanto ao seu alinhamento, utilização dos recursos e monitoramento de riscos.

Na etapa de identificar, faz-se a averiguação de quais projetos são conduzidos e quais estão concorrendo por recursos para o seu início. Esta etapa tem sua importância, já que projetos não inscritos no portfólio tendem a não ser executados.

Quanto à etapa de categorizar, as empresas podem optar por classificar ou não os projetos de acordo com suas necessidades e características, o que implica em grandes variações no tipo de classificação de organização para organização. No entanto, alguns autores propõem algumas maneiras de se classificar. Segundo Shenhar (2001), os projetos podem ser estratificados em quatro dimensões, cada uma mudando o perfil de gerenciamento conforme certas peculiaridades, são elas: novidade, tecnologia, complexidade e ritmo. Por outro lado, para Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1997), como todos os projetos competem pelos mesmos recursos, independente do seu tipo e classificação, devem fazer parte de um mesmo portfólio, fazendo com que os conflitos entre os projetos sejam minimizados durante a implementação.

Larson e Gray (2011) por sua vez, pensam em três diferentes tipos de projetos em seu portfólio: projetos considerados obrigatórios ou legais são aqueles necessários para atender às condições normativas para operar, aqueles considerados operacionais são necessários para o suporte das operações atuais e os estratégicos são aqueles que suportam diretamente a missão de longo prazo de uma organização. A Tabela 2.4 contextualiza a classificação proposta com exemplos, já que essa abordagem será utilizada no tratamento do portfólio analisado nesta dissertação.

Tabela 2.4 - Categorização de projetos e exemplos

Classificação	Descrição	Exemplo
Obrigatórios ou legais	Aqueles necessários para atender às condições normativas exigidas para operar ou continuar produzindo	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrução do telhado de um hangar destruído pela chuva; • Implementação da norma ISO 14001 por imposições governamentais ou de clientes; • Desenvolvimento de novos fornecedores, devido à falência de alguns antigos.
Operacionais	Visam aumentar a eficiência produtiva (tempo, custo e qualidade)	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação da filosofia Lean em uma linha de montagem de helicópteros; • Mudança de layout de uma unidade produtiva de peças usinadas; • Implementação de novas esteiras em uma linha produtiva de conjuntos elétricos.
Estratégicos	Suportam diretamente a missão de longo prazo da organização	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência do gerenciamento do estoque para terceiros; • Desenvolvimento de um novo veículo para produção seriada; • Transferência de uma unidade produtiva para outra cidade.

Fonte: Adaptado de Larson e Gray (2011)

Já as etapas de avaliar, analisar os riscos, balancear e selecionar são compreendidas dentro dos vários modelos disponíveis na literatura para gestão de portfólio de projetos, o que consequentemente muda a abordagem de cada uma dessas etapas.

2.3. Modelos de gestão de portfólio de projetos

É de extrema importância que as empresas selecionem um portfólio de projetos para o gerenciamento, no entanto existem muito mais projetos disponíveis que recursos suficientes nas organizações para realizá-los. Sendo assim, a seleção de um portfólio de projetos deve ser feita de maneira adequada, visando o melhor uso dos recursos oferecidos pela empresa.

É na etapa de seleção de portfólio que são realizadas as comparações entre um conjunto de projetos, sendo que apenas aqueles mais alinhados com o objetivo estratégico da organização e que se encaixam dentro das restrições de recursos serão selecionados e, consequentemente, integrarão a carteira de projetos cotados para execução (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999). No entanto, para Heldman (2009), os projetos devem ser escolhidos por um comitê em um processo formal de seleção e priorização, de forma a identificar a lista de projetos que será trabalhada nos anos seguintes. Castro e Carvalho (2010), por sua vez, comentam que os

projetos devem ser priorizados considerando-se sua importância para com o objetivo estratégico da organização, sempre comparados aos pares com outros projetos. Deve-se ainda considerar a avaliação de projetos que já estão em andamento, já que sua continuidade deve seguir os mesmos princípios.

Muitos modelos de gerenciamento de portfólio são acompanhados de informações que sobrecarregam os gerentes e executivos das organizações, os quais raramente conseguem utilizá-las de maneira adequada, como critérios estratégicos mal formulados ou até mesmo taxas de retorno imprecisas ou inadequadas. Sendo assim, o desafio para as empresas é fazer com que sua estratégia seja clara o suficiente para que ao escolher o critério de priorização, gerentes e funcionários saibam a melhor maneira de seguir com seus projetos de acordo com os objetivos da organização.

Diversos autores abordam em seus estudos métodos para tomada de decisão, entretanto existem muitos e a escolha deles vai depender do tipo de projeto e do tipo de organização em questão (BHATTACHARYYA, 2015; YUNNA et al., 2013). Sendo assim, nenhum método parece possuir o monopólio na área de gerenciamento de portfólio e seleção de projetos, ocorrendo por vezes a opção pelo uso concomitante de vários métodos para o gerenciamento do portfólio.

Uma grande variedade de modelos para gestão de portfólio de projetos foi desenvolvida e aplicada nas últimas décadas, os quais são essencialmente modelos matemáticos ou não matemáticos. Os autores Iamratanakul, Patanakul e Milosevic (2008), classificam as teorias em PPS (*Project Portfolio Selection*) em duas escolas de pensamento. A primeira escola tem por base abordagens quantitativas para seleção de projetos e alocação de recursos. De maneira geral, essas formulações correspondem a problemas de programação estatístico-matemáticos e suas soluções não são nada mais do que recomendações de ótimo. Tais abordagens são criticadas por sua incapacidade em capturar a natureza dinâmica do processo de tomada de decisão e, principalmente, por não considerarem informações tácitas que podem ser providenciadas pelos gestores e demais envolvidos dos projetos. Dentre as abordagens quantitativas, o método financeiro é o mais utilizado e como Dietrich e Lehtonen (2005) mostram em seu estudo, pouco mais da metade das organizações utiliza o cálculo do ROI (*Return on Investment*) como critério único de avaliação e priorização dos projetos. E apenas 25% das organizações medem o ROI alcançado após a efetivação dos mesmos (CASTRO; CARVALHO, 2010)

A segunda escola de pensamento é focada na seleção de projetos através de métodos qualitativos, como o diagrama de bolhas e modelos de *scoring*, por exemplo. Tais abordagens são criticadas pelo alto grau de subjetividade atribuída aos processos de seleção e à incapacidade de se considerar restrições de recursos e vínculos entre projetos. Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1998), as abordagens qualitativas mais utilizadas são: métodos com abordagens estratégicas, método da pontuação e diagrama de bolhas. Na Tabela 2.5 tem-se uma breve descrição de cada um desses métodos.

Tabela 2.5 - Vantagens e desvantagens dos métodos qualitativos mais utilizados

Método	Pontos Fortes	Pontos fracos
Abordagens estratégicas	Alinha-se com as estratégias da organização, os projetos de alto valor são selecionados, o método se ajusta ao estilo da decisão e é bem compreendido e fácil de utilizar.	Não permite a análise individual dos projetos nem o bom balanceamento entre os mesmos.
Pontuação	Se ajusta ao estilo de decisão e na seleção de projetos de alto valor. Se alinha bem às estratégias.	Difícil de se utilizar e não considera restrições de capacidade
Diagrama de bolhas	Possui bom alinhamento estratégico, é efetivo e fácil de se utilizar.	Não considera restrições de capacidade, não possui dinamismos e os gastos não condizem com a estratégia estabelecida.

Fonte: adaptado de Cooper; Edgett; Kleinschmidt (1998)

A Tabela 2.6 traz a relação dos modelos mais populares, ou seja, que são mais conhecidos em diferentes meios, e os modelos mais dominantes, ou seja, os mais utilizados para seleção de projetos.

Tabela 2.6 - Métodos mais utilizados nas organizações

Modelo	Popularidade (%)	Dominância (%)
Modelos financeiros	77,3	40,4
Abordagens estratégicas	64,8	26,6
Mapas de portfólio	40,0	8,3
Técnicas de <i>scoring</i>	37,9	18,3
<i>Checklist</i>	20,9	2,7

Fonte: Adaptado de Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001)

Ainda que os modelos mostrados na Tabela 2.6 sejam amplamente utilizados em diferentes segmentos empresariais, uma análise bibliográfica revela que atualmente há uma predominância no estudo de métodos quantitativos.

Procurando-se por “project portfolio selection” ou “project portfolio evaluation” no portal de periódicos da CAPES, em todas as categorias, idiomas, e bases de pesquisa, após a exclusão de artigos duplicados e fora de contexto, constatou-se que 42 artigos, apenas de periódicos, internacionais e com revisão por pares, traziam modelos de PPS no cerne de suas discussões. Cada artigo apresentava um ou mais modelos, os quais foram classificados conforme indicado por Dutra (2012) e são mostrados na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Métodos pesquisados em PPS de 2010 a 2015

Abordagem	Método	Referências
Quantitativa	Programação não-linear	Abbassi, Ashra e Shari (2014); Gutjahr e Froeschl (2013); Faezy Razi <i>et al.</i> (2014); Gutjahr <i>et al.</i> (2010); Liesiö e Salo (2012); Shou e Huang (2010); Urli e Terrien (2010); Vilkkumaa, Liesiö e Salo (2014); Yu <i>et al.</i> (2012); Fernandez <i>et al.</i> (2013); Gutjahr (2009)
	Programação linear	Arasteh, Aliahmadi e Omran (2014); Ghapanchi <i>et al.</i> (2012); Li <i>et al.</i> (2015); Liesiö e Punkka (2014); Rafiee e Kianfar (2011); Tavana <i>et al.</i> (2015); Tavana, Khalili-Damghani e Sadi-Nezhad (2013)
	Lógica Fuzzy	Arasteh, Aliahmadi e Omran (2014); Bas (2012); Bhattacharyya (2015); Bhattacharyya, Kumar e Kar (2011); Ebrahimnejad, Hosseinpour e Nasrabadi (2013); Abbasianjahromi e Rajaie (2012); Khalili-Damghani <i>et al.</i> (2013); Khalili-Damghani, Sadi-Nezhad e Tavana (2013); Tavana, Khalili-Damghani e Abtahi (2013); Ravanshadnia, Rajaie e Abbasian, (2010); Mohagheghi, Mousavi e Vahdani (2015); Özkir e Demirel (2012); Perez e Gomez (2014); Tavana <i>et al.</i> (2015); Khalili-Damghani, Tavana e Sadi-Nezhad (2012); Tavana, Khalili-Damghani e Sadi-Nezhad (2013); Wei e Chang (2011)
	Programação multi-objetivo	Carazo <i>et al.</i> (2010); Hassanzadeh, Nemati e Sun (2014); Khalili-Damghani, Tavana e Sadi-Nezhad (2012); Xidonas <i>et al.</i> (2015)
	Modelos Econômico-Financeiros	Jafarzadeh <i>et al.</i> (2014); Vilkkumaa <i>et al.</i> (2015); Perez e Gomez (2014); Yunna <i>et al.</i> (2013)
Qualitativa	Método Delphi	Jeng e Huang (2015)
	Técnica de escore	Yunna <i>et al.</i> (2013)
Quanti/ Qualitativa	AHP	Kornfeld e Kara (2011); Kornfeld (2013); Özkir e Demirel (2012); Smith-Perera <i>et al.</i> (2010)
	PROMETHEE	Kornfeld e Kara (2011); Kornfeld (2013)

Nota-se que dentre os métodos quantitativos pesquisados atualmente, aqueles que integram aspectos da Lógica Fuzzy são os mais abundantes na literatura, seguidos por aqueles que abordam programação não-linear e programação linear.

A Figura 2.4 ilustra a frequência de aparição de cada um dos métodos acima citados e também os classifica em quantitativos, qualitativos e quanti/qualitativos.

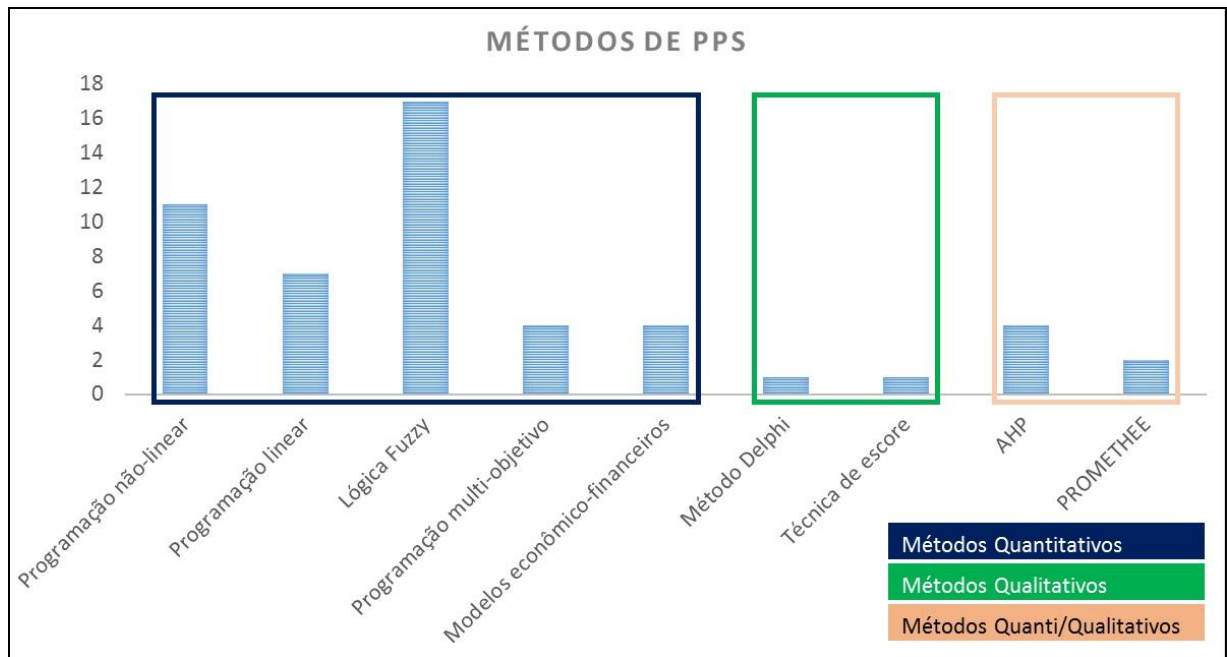


Figura 2.4 - Métodos mais utilizados em PPS nas investigações recentes

Assim como os métodos qualitativos amplamente utilizados nas organizações, os métodos comumente presentes na literatura também possuem benefícios e limitações, os quais são mostrados pela Tabela 2.8 de maneira sucinta.

Nota-se que todos os métodos quantitativos compartilham de certas vantagens como precisão e maior abrangência de restrições. O mesmo é válido para os métodos qualitativos, que geralmente possuem fácil aplicação e são de rápido aprendizado. Os métodos quali/quantitativos citados, por mais que possuam abordagens matemáticas em uma parcela de seu processo de aplicação, possuem cálculos fáceis e são comumente classificados como métodos qualitativos quando aplicados em suas formas mais simples.

Tabela 2.8 - Vantagens e Desvantagens dos métodos pesquisados atualmente

Método	Benefícios	Limitações
Programação não-linear	São métodos de elevada precisão na seleção de portfólios, capazes de considerar relações quadráticas entre restrições e coeficientes da função objetivo.	São pouco utilizados no meio corporativo, por não incluírem julgamentos em sua formulação e serem de difícil aplicação e compreensão.
Programação linear	São capazes de considerar restrições e independência entre projetos. Dentre os métodos quantitativos, destaca-se pela boa relação entre facilidade de aplicação e precisão do método.	Geralmente, não consideram pontos de vista dos tomadores de decisão e possuem algoritmos de difícil compreensão.
Lógica Fuzzy	Capaz de trabalhar com um grande número de informações inexatas. Aumenta a precisão de seleção de projetos.	Pela complexidade dos testes e simulações, é uma técnica difícil de ser aprendida quando comparada às demais. As regras não são fáceis de serem estabelecidas e sua definição matemática não é precisa.
Programação multi-objetivo	São capazes de considerar múltiplos objetivos e funções objetivo, tornando o método robusto e mais próximo da realidade, onde espera-se que o portfólio otimize múltiplas saídas.	São pouco utilizados no meio corporativo, por não incluírem julgamentos em sua formulação e serem de difícil aplicação e compreensão.
Modelos econômico-financeiros	Por apresentar um procedimento transparente e claro, são amplamente utilizadas por tomadores de decisão. As comparações entre projetos são objetivas e de fácil compreensão.	Não avaliam abordagens estratégicas e não financeiras, o que torna sua aplicação incompleta, ainda que seja fácil. Dependendo dos indicadores analisados, leva-se muito tempo para a coleta dos dados.
Método Delphi	Úteis para as etapas iniciais de análise de um portfólio, onde apenas informações qualitativas estão disponíveis.	A avaliação dos projetos é realizada subjetivamente, sem o emprego de lógica numérica ou algoritmos matemáticos. Permite que gerentes de projetos tornem seus projetos mais atraentes para o tomador de decisão, prejudicando a seleção e priorização.
Técnica de escore	São de fácil aplicação e entendimento. São amplamente utilizadas para priorização de projetos com múltiplos critérios	A atribuição de pesos pode ser trabalhosa e de difícil avaliação. Não é recomendada para portfólios com projetos interdependentes.
AHP	Trata-se de um método intuitivo e relativamente fácil para formulação e análise de decisões complexas.	Não é apropriado para portfólios que envolvem um grande número de projetos, pois o número de comparações pareadas necessárias inviabiliza a utilização do método.
PROMETHEE	Trata-se de um semelhante do método AHP difundido principalmente na Europa. Trata-se de um método amigável aos tomadores de decisão por ser de fácil utilização.	Trata-se de um método pouco utilizado e difundido na seleção de portfólio de projetos. Compartilha das mesmas fraquezas do método AHP, salvo algumas diferenças.

Fonte: adaptado de Dutra (2012)

A seguir tem-se o aprofundamento da programação linear, que será incorporada no novo método proposto neste trabalho.

2.4. Programação linear

A programação linear é uma das várias abordagens pertencentes à grande área da pesquisa operacional, a qual merece ser brevemente explicada para facilitar o entendimento da programação linear e de seus algoritmos, em especial o SIMPLEX.

Conforme Oliveira e Ferreira (2011), o início da atividade da Pesquisa Operacional (PO) é atribuído às atividades militares da segunda Guerra Mundial por haver uma necessidade de se alocar de forma eficiente os escassos recursos para as diversas operações militares. Andrade (2015) afirma que a Segunda Guerra foi o marco para o uso dessa terminologia. Após a guerra estenderam-se as aplicações para o meio acadêmico e profissional.

Moreira (2010) afirma que dois aspectos foram decisivos para o desenvolvimento da PO ao longo do tempo: o primeiro aspecto refere-se ao avanço nas técnicas de Pesquisa Operacional, por meio de importantes técnicas para formulação de problemas que surgiram, e o segundo aspecto corresponde à maior popularização dos computadores.

Segundo Ehrlich (1991), a Pesquisa Operacional é uma metodologia de estruturar processos aparentemente não estruturados por meio da construção de modelos. A PO utiliza um conjunto de técnicas quantitativas com o intuito de resolver os aspectos matemáticos dos modelos. Ela ainda permite criar representações da realidade, ou seja, modelos, e, com ajuda deles, encontrar um algoritmo de solução que explique como remover ou superar uma dificuldade (GOLDBARG; LUNA, 2005). Para Corrar e Theóphilo (2004), a PO trata sistematicamente de problemas de recursos escassos. Seu enfoque é na tomada de decisão e possui três características marcantes: uso de modelos matemáticos para resolver problemas, desejo constante por otimização e orientação à aplicação (ARENALES et al., 2007; COLIN, 2007).

As principais etapas para formulação de um problema de Pesquisa Operacional são: definir a situação-problema; formular um modelo quantitativo; resolver o modelo e encontrar a melhor solução; considerar os fatores imponderáveis; e implementar a solução (MOREIRA, 2010). Já para Bronson (1985), existem três aspectos fundamentais: criar a função objetivo, escolher as variáveis de decisão e apresentar o conjunto de restrições. A função objetivo é composta por um número finito de variáveis, da qual se deseja encontrar um valor máximo ou mínimo. Segundo Moreira (2010), as restrições são compostas por um número finito de equações e

inequações que são estabelecidas em decorrência das particularidades inerentes a cada problema.

De acordo com Oliveira e Ferreira (2011), a Figura 2.5 mostra a árvore de representação das ferramentas típicas apresentadas pela PO no auxílio à tomada de decisões.

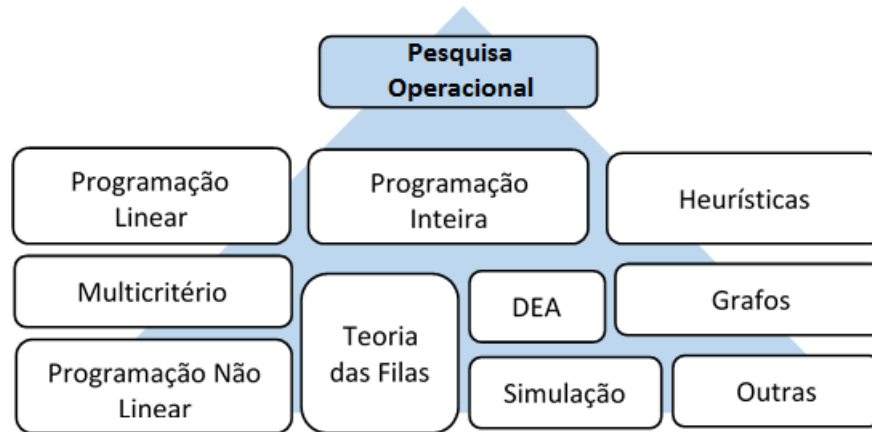


Figura 2.5 - Ferramentas típicas de PO
Fonte: Oliveira e Ferreira (2011)

A Programação Linear (PL) é uma técnica que permite estabelecer a mistura ótima de diversas variáveis segundo uma função objetivo linear e satisfazendo um conjunto de restrições lineares (PRADO, 2004). Este modelo se caracteriza por resolver problemas que apresentem variáveis que possam ser mensuradas e cujos relacionamentos possam ser expressos por meio de expressões lineares (BRONSON, 1985; COLIN, 2007; MOREIRA, 2010)

Para Colin (2007), a Programação Linear é uma das técnicas mais eficientes dentre as ferramentas gerenciais disponíveis, já que existe uma segurança relativamente grande de não existir outra solução melhor quando a modelagem e a solução são apropriadas.

Já o valor da Programação Linear reside principalmente em sua aplicação, mesmo quando a modelagem PL é uma aproximação grosseira do problema real. Na década de 1940, muitas organizações estavam ávidas por soluções de PL, por exemplo (HALL, 2010).

De acordo com Nash (2000), as empresas petrolíferas e químicas lideraram o caminho para otimização do *mix* de produção a partir de múltiplas fontes ou locais. Companhias de transporte e organizações militares também reconheceram cedo que os problemas de transporte e logística poderiam ser formulados como PL, assim como a aplicação nos problemas econômicos de agricultura de larga escala também se deu antecipadamente. Outros exemplos de aplicação da PL podem ser encontrados no Planejamento da Produção e Pessoal, alocação de recursos, e fluxo de trânsito ou tráfego de redes. A aplicação da modelagem LP é

tão vasta que pode até mesmo ser usada para manter a confiabilidade de estatísticas governamentais.

Embora seja um campo de estudo mais recente, o uso de métodos de programação linear para auxílio à gestão de portfólio de projetos e à gestão de projetos também é possível. Yang e Lin (2013), por exemplo, propõe a aplicação de um modelo Programação Linear Fuzzy multi-objetivo para gestão de projetos, enquanto Lopes e Costa (2007) sugerem um modelo de decisão baseado em decisão multicritério e programação inteira.

Nos últimos anos, os gestores de projetos têm vivenciado um ambiente mais desafiador, na medida em que o ciclo de vida de produtos está diminuindo e há aumento na demanda por serviços personalizados. Isso significa que muitas das incertezas presentes na gestão da informação não podem ser eliminadas, o que faz com que a alocação de recursos e tomada de decisão se torne mais importante e também mais complicada do ponto de vista do gerenciamento (YANG; LIN, 2013).

Lachtermacher (2007) apresenta o modelo matemático genérico da Programação Linear conforme abaixo:

Otimizar a função objetivo:

$$Z = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Sujeita a:

$$g_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq b_1$$

$$g_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq b_2$$

...

$$g_m(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq b_m$$

Onde:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$$

$$g_i(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Sendo:

n : o número de variáveis

m : o número de restrições

i : o índice de uma determinada restrição

Assim, de acordo com Taha (2010) um modelo de programação linear possui as seguintes características

- Proporcionalidade: a contribuição de determinada variável de decisão deve ser diretamente proporcional ao valor da variável;
- Aditividade: a soma das contribuições individuais das variáveis presentes no modelo deve representar a contribuição total das variáveis da função objetivo e restrições;
- Certeza: os coeficientes das restrições e da função objetivo são determinísticos.

Uma vez formulado o problema, muitos algoritmos podem ser utilizados para sua solução. O algoritmo Simplex é o mais famoso deles e consiste em um método para resolução de problemas de PL em que se parte de uma Solução Básica Viável (SBV) para uma Solução Básica Viável adjacente até que seja encontrada uma solução ótima para o problema ou seja detectado de que se trata de um problema sem fronteiras.

A aplicação desse método, originalmente proposto por Dantzig em 1947, foi viabilizada com o desenvolvimento computacional e continua sendo um dos principais algoritmos para solucionar problemas de Programação Linear nos dias de hoje, por ter proporcionado a solução de problemas PL com aplicação direta no planejamento e tomada de decisão em grandes organizações.

Dantzig, ao descrever a “Origem do Método Simplex” (traduzido do inglês *Origins of Simplex Method*), observou que o uso do computador digital moderno foi essencial para o desenvolvimento e aprimoramento dos modelos de Programação Linear para aplicação em problemas reais, pois anteriormente parecia mais atrativo buscar uma solução através do métodos de ponto interior, do que procurá-la ao longo das fronteiras de restrição do problema. (GILL *et al.*, 2008).

Embora o método Simplex seja relativamente simples do ponto de vista prático e teórico, é preciso resolver alguns detalhes para sua aplicação, como por exemplo, encontrar a solução viável inicial e detectar se o problema não possui solução ou se possui infinitas soluções. Essas questões, somadas à necessidade de memória para execução do algoritmo em problemas mais complexos, tornaram-se assunto de discussão desde a criação do algoritmo (DANTZIG, 1989).

Dessa forma, o sucesso do algoritmo simplex levou a uma vasta gama de especializações e generalizações que tem dominado a Pesquisa Operacional prática por mais de meio século. (NASH, 2000)

A seguir, são apresentados os passos para execução de uma iteração do algoritmo Simplex de acordo com De Cosmis e De Leone (2012).

Passo 0:

Seja $B \subseteq \{1, \dots, n\}$ a base atual e $x \in X$ a SBV atual:

$$x_B = A_B^{-1} b \geq 0$$

$$x_N = 0$$

$$|B| = m$$

Assuma que:

$$B = \{j_1, j_2, \dots, j_m\}$$

e:

$$N = \{1, \dots, n\} \quad B = \{j_{m+1}, \dots, j_n\}$$

Passo 1:

Calcule:

$$\pi = A_B^{-T} c_B$$

E o vetor reduzido do custo:

$$\bar{c}_{jk} = c_{jk} - A_{jk}^T \pi, \quad k = m + 1, \dots, n$$

Passo 2:

Se:

$$\bar{c}_{jk} > 0, \quad \forall k = m + 1, \dots, n$$

O ponto atual é um SBV ótimo e o algoritmo termina. Senão, se $\bar{c}_N \not\geq 0$, escolha j , com $r \in \{m + 1, \dots, n\}$ de forma que $\bar{c}_{jr} < 0$. Essa variável é candidata a entrar na base.

Passo 3:

Calcule:

$$\bar{A}_{jr} = A_B^{-1} A_{jr}$$

Passo 4:

$$\text{Se } \bar{A}_{jr} \leq 0$$

O problema é ilimitado inferiormente e o algoritmo é interrompido.

Caso contrário, calcule:

$$\bar{\rho} = \min_{i \in A_{ijr}} \left\{ \frac{(A_B^{-1} b)_i}{A_{ijr}} \right\}$$

E sendo $s \in \{1, \dots, m\}$ de forma que $\frac{(A_B^{-1} b)_s}{\bar{A}_{sjr}} = \bar{\rho}$; j_s é a variável que sai.

Passo 5:

Defina:

$$\bar{x}_{jk} = 0, \quad k = m + 1, \dots, n, \quad k \neq r$$

$$\bar{x}_{jr} = \bar{\rho}$$

$$\bar{x}_B(\rho) = A_B^{-1} b - \bar{\rho} \bar{A}_{jr}$$

E:

$$\bar{B} = B \setminus \{j_s\} \cup \{j_r\} = \{j_1, j_2, \dots, j_{s-1}, j_r, j_{s+1}, \dots, j_m\}$$

Note que quando um passo não-degenerado é executado, o valor da função objetivo diminui estritamente. Dessa forma, o método Simplex estará concluído após um número finito de iterações se todas as SVBs são não-degeneradas. Caso exista degeneração, o valor da função objetivo deve permanecer constante e o algoritmo entrará em *loop* infinito. Assim, regras específicas devem ser implementadas a este algoritmo para evitar esta situação.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. O método

Para este trabalho, será utilizado o método de modelagem axiomática normativa, com tratamento das variáveis de forma determinística e estática para seleção e priorização dos projetos da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIFEL.

A forma de condução da pesquisa depende da natureza do problema e sua formulação, da teoria, do referencial teórico e da proximidade do pesquisador com o objeto de estudo. Tradicionalmente, a abordagem quantitativa é baseada em métodos lógicos que buscam explicar a realidade por meio das relações de causa e efeito, de forma a expressá-la através de dados numéricos, que possibilitam a condução de análises estáticas e replicações. A descrição externa e metrificada e o alcance de resultados objetivos por parte do pesquisador são características marcantes dessa abordagem (BERTO; NAKANO, 1999).

De acordo com Sanches, Marins e Montevechi (2009), a pesquisa axiomática tem foco na obtenção de soluções para o problema estudado, assegurando que essas soluções possam ampliar o conhecimento sobre a estrutura do problema em questão. Nessa mesma linha, o método axiomático normativo tem como objetivo desenvolver padrões, normas, políticas estratégicas ou ações para melhorar os resultados presentes na literatura.

Sendo assim, é desenvolvido um trabalho de natureza aplicada, com abordagem quantitativa, a partir da determinação de quais projetos devem ser executados no intervalo de um ano a fim de maximizar o indicador de importância/urgência dos projetos da PRPPG, levando em consideração as restrições de disponibilidade de tempo das diferentes funções dentro da pró-reitoria. O escopo consiste no portfólio atual, composto de 40 projetos, divididos, segundo a pró-reitoria, em estratégicos, operacionais e obrigatórios. Para esta investigação, não foram consideradas as restrições de recursos financeiros, visto que todos os projetos do portfólio estão na etapa de pré-execução, com recursos disponíveis conforme a necessidade de cada projeto.

De acordo com Cargnin-Stieler e Bisognin (2009), a modelagem matemática é um método de pesquisa que busca compreender, propor e solucionar problemas do mundo real que por sua complexidade geralmente requerem uma abordagem multidisciplinar que tem trazido avanços à pesquisa. As seguintes etapas geralmente são desenvolvidas quando da aplicação desse modelo: definir a problemática ou tema, buscar informações e dados relacionados ao tema,

selecionar variáveis, formular hipóteses, fazer simplificações, resolver o problema, analisar as soluções encontradas e validar o modelo. Sendo as cinco primeiras etapas abordadas nesta Seção, as outras 3 etapas serão abordadas na Seção 4, análise dos resultados.

Nesse contexto, observa-se que o trabalho proposto também é multidisciplinar, ao utilizar conceitos de Pesquisa Operacional aplicados à área de Gestão de Projetos. Para esse trabalho, opta-se pela utilização da modelagem baseada em programação linear. Posteriormente, na Seção 4, elege-se o SIMPLEX como algoritmo de solução do problema montado, por ser o algoritmo de maior simplicidade de uso para solução deste tipo de problema e por geralmente estar disponível no pacote básico de *softwares* de cálculo e de planilhas eletrônicas.

3.2. Definição do problema e das condições iniciais

Nesta Seção, serão definidas as condições iniciais pré-modelagem, ou seja, a organização e seus objetivos estratégicos, os projetos a serem selecionados e sua hierarquia na organização e restrições de tempo.

3.2.1. A organização e seus objetivos estratégicos

A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG) é um dos muitos órgãos da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) responsáveis pela manutenção de um certo grupo de atividades. A PRPPG é subdividida em duas áreas principais, pesquisa e pós-graduação, cada uma com objetivos e atividades bem específicas.

Todos os funcionários da organização dedicam seu tempo a dois tipos de atividades: às operacionais, que são aquelas que se repetem em intervalos de tempo específicos e são orientadas por processos; e aos projetos, que possuem começo e fim definidos e têm por objetivo trazer melhorias, criar novos serviços ou adequar a organização a determinadas imposições normativas.

Atualmente a PRPPG possui em seu portfólio 40 projetos independentes entre si, que deverão ser implementados em um horizonte de 1 ano. Todos os projetos já tiveram seus custos aprovados e o montante de verba para cada um já está disponibilizado. No entanto, ainda que não haja restrições financeiras para condução dos projetos, os recursos humanos disponíveis são escassos, não existindo hoje funcionários suficientes para execução de todos os projetos existentes.

Sendo assim, o objetivo da pró-reitoria é alocar seus recursos nos projetos que mais impactarão em suas operações e mais contribuirão na manutenção de sua missão a longo

prazo, que se resume em prestar serviços de excelência aos diversos pesquisadores da instituição.

3.2.2. Os projetos a serem selecionados

Segundo a pró-reitoria, os projetos a serem selecionados para execução são classificados em três grandes grupos:

- **Estratégicos:** geralmente são de médio-longo prazo e têm por objetivo sustentar a missão da empresa a longo prazo. Geralmente empregam em sua coordenação profissionais de alta posição hierárquica.
- **Operacionais:** melhoram e garantem as operações atuais da organização, promovem avanços nas operações atuais e deixam os postos de trabalho mais dinâmicos e em melhores condições de funcionamento. Normalmente são projetos de curto-médio prazo de duração e não precisam estar diretamente sob os cuidados dos gestores de elevada posição hierárquica.
- **Obrigatórios:** têm por função ajustar a organização a imposições normativas de órgãos superiores ou governamentais. Geralmente, tais projetos bloqueiam as operações atuais, ou parte delas, caso não sejam cumpridos dentro de um prazo estipulado. Ainda que precisem ser implementados, competem igualmente por recursos, assim como projetos estratégicos e operacionais.

As Tabelas de 3.1 a 3.3 apresentam separadamente os projetos de cada grupo e uma pequena descrição de cada um deles.

Tabela 3.1 - Conjunto de projetos estratégicos da PRPPG da UNIFEI

Projeto	Descrição
1	Atualização da norma de auxílio para participação em eventos e trabalhos de campo
2	Atualização da norma de registro de projetos de pesquisa
3	Elaboração do edital interno para apoio à pesquisa (<i>coaching</i>)
4	Atualização do regimento da pós-graduação
5	Elaboração de curso sobre a plataforma Lattes, obrigatório para todos os alunos bolsistas
6	Atualização dos regulamentos dos cursos de pós-graduação
7	Elaboração de índices sobre o fluxo de alunos
8	Elaboração de índices sobre a utilização de bolsas
9	Elaboração de curso para formação de pós-graduandos em didática
10	Participação na elaboração do planejamento estratégico da UNIFEI
11	Elaboração de <i>Script Lattes</i> para projetos do FINEP
12	Elaboração de proposta para o edital CT Infra FINEP
13	Elaboração de proposta para o edital de Pró-equipamentos da CAPES
14	Estudo para participação de premiações para teses e dissertações
15	Acompanhamento de egressos
16	Implementação de plano de trabalho dinâmico para dissertações e teses (online)
17	Tabulação dos indicadores quantitativos da CAPES para a pós-graduação
18	Acompanhamento dos resultados dos programas de pós-graduação via <i>Script Lattes</i>
19	Implementação do sistema de defesas via WEB
20	Implementação de curso EAD para preenchimento do currículo Lattes
21	Marketing dos programas de pós-graduação (regional, nacional e internacional)
22	Integração de graduação e pós-graduação para captação de alunos
23	Implementação de conselho de ética em pesquisa
24	Realização de avaliação de desempenho da PRPPG e programas de pós-graduação

Tabela 3.2 - Conjunto de projetos operacionais da PRPPG da UNIFEI

Projeto	Descrição
25	Disponibilização de normas e procedimentos na página online da PRPPG
26	Implementação de quadros de gestão à vista
27	Anexação de folha de resultados aos documentos de defesa
28	Elaboração de lista de perguntas frequentes (FAQ) sobre a pós-graduação
29	Elaboração de lista de perguntas frequentes (FAQ) sobre pesquisa
30	Levantamento de equipamentos obtidos pelos editais CT Infra FINEP e Pró-equipamentos
31	Organização da jornada de iniciação científica de 2015
32	Organização dos arquivos físicos da PRPPG
33	Atualização da norma de afastamento de docentes para capacitação
34	Apresentação para alunos de IC sobre as regras e contexto de C&T-NIT e Incubação
35	Capacitação de servidores no software Sucupira
36	Implementação do Portal Café UNIFEI para o campus de Itajubá
37	Simplificação dos editais de iniciação científica de 2015
38	Implantação do módulo pós-graduação do sistema SIGAA

Tabela 3.3 - Conjunto de projetos obrigatórios da PRPPG da UNIFEI

Projeto	Descrição
39	Elaboração de regulamento sobre pesquisador colaborador
40	Regulamentação de comissão de bolsas dos programas de pós-graduação

Ainda na coleta de dados sobre os projetos, incentivou-se o pró-reitor e os diretores a atribuírem notas aos projetos. Pelo elevado número de projetos em seu portfólio e a necessidade de se considerar julgamentos na avaliação de cada projeto, foi adotado um método simples para o cálculo do peso, onde ponderou-se igualmente dois critérios, os quais foram apontados pelos tomadores de decisão e são descritos a seguir:

- **Importância:** mede quão positivamente o projeto vai impactar nas operações atuais ou estratégias futuras da organização.
- **Urgência:** pondera o impacto que o projeto causará com o início de sua execução. Muitos projetos perdem seu potencial de eficiência caso sejam executados tardiamente, já que são mais efetivos caso sejam executadas em determinados períodos.

As notas foram atribuídas conjuntamente pelos diretores, tornando o processo de coleta das notas mais dinâmico, ainda que a consistência fosse reduzida, pela falta de repetitividade e reprodutividade na coleta.

A Tabela 3.4 mostra o cálculo do peso e as variáveis envolvidas. Para estabelecer os critérios de importância e urgência, foram atribuídas notas de 0 a 10 para cada projeto. O Peso foi calculado pela média ponderada das notas desses dois critérios, variando de 1 a 10 e, neste caso, com pesos iguais para ambos os critérios.

Tabela 3.4 – Indicador de Peso conforme critérios de Importância e Urgência dos projetos

	Importância (I)	Urgência (U)	Peso (P = I x U)
Projeto 1	i_1	u_1	$p_1 = i_1 \times u_1$
Projeto 2	i_2	u_2	$p_2 = i_2 \times u_2$
Projeto 3	i_3	u_3	$p_3 = i_3 \times u_3$
...
Projeto n	i_n	U_n	$p_n = i_n \times u_n$

A Tabela 3.5 apresenta os pesos calculados para cada um dos projetos, assim como mostra os índices de importância e urgência.

Tabela 3.5 - Determinação dos pesos dos projetos

ID	Importância	Urgência	Peso	ID	Importância	Urgência	P
1	3	5	4	21	7	1	4
2	7	3	5	22	5	1	3
3	1	1	1	23	3	3	3
4	2	2	2	24	7	5	6
5	4	2	3	25	4	4	4
6	8	8	8	26	8	4	6
7	7	5	6	27	10	10	10
8	4	6	5	28	3	1	2
9	1	1	1	29	3	1	2
10	9	5	7	30	3	1	2
11	1	1	1	31	3	5	4
12	7	5	6	32	1	1	1
13	7	5	6	33	1	1	1
14	10	8	9	34	5	1	3
15	1	3	2	35	10	10	10
16	6	8	7	36	5	5	5
17	7	3	5	37	3	1	2
18	4	6	4	38	10	10	10
19	8	10	9	39	2	4	3
20	9	5	7	40	7	7	7

3.2.3. A hierarquia da organização e seus recursos gargalo

Para a execução de todos os projetos, a organização conta com 14 funcionários, cada um com diferentes jornadas de trabalho, habilidades e disponibilidade de tempo para condução de projetos. Os funcionários são:

- 1 pró-reitor: doutor em engenharia de produção e atuante na área de gestão de projetos há mais de 20 anos. É responsável pela gestão da organização. Reserva grande parte do seu tempo para condução de projetos e se envolve diretamente com a maioria deles, variando o grau de participação conforme as particularidades de cada projeto.
- 1 diretor de pós-graduação: doutor em engenharia biomédica e responsável por atividades administrativas na PRPPG da UNIFEI desde 2014. Atua como gestor da área de pós-graduação da organização. Reserva uma parcela considerável de tempo à condução de projetos, predominantemente àqueles de seu setor.
- 1 diretor de pesquisa: possui doutorado em engenharia mecânica e dirige as atividades de pesquisa da organização desde 2012, podendo reservar até 30% de seu tempo para condução de projetos, principalmente àqueles do tipo estratégicos e de seu setor.
- 1 coordenador de pesquisa: trabalha diretamente com o diretor de pesquisa na condução de projetos.
- 1 coordenador de orçamento: auxilia todos os diretores e o pró-reitor na condução de projetos com detalhes orçamentários ou projetos que afetam diretamente a área de orçamentos. Dedicar grande parte do seu tempo a atividades operacionais, tendo pouco tempo disponível para participação em projetos.
- 5 secretárias: responsáveis pelas atividades operacionais e com pouco tempo para participação em projetos. Não possuem papel de coordenação nos projetos conduzidos.
- 4 estagiários: auxiliam os demais funcionários em suas atividades, principalmente as secretárias. Ainda que possuam pouca disponibilidade de tempo para participação de projetos, possuem maior participação na condução de projetos do que as secretárias.

A Tabela 3.6 mostra o tempo disponível para condução de projetos para cada tipo de função dentro do órgão público. O cálculo foi realizado tomando-se por base a jornada diária média de trabalho da função, multiplicada pelo número de funcionários na função e os dias disponíveis de trabalho em 1 ano. Posteriormente, desse montante, tomou-se o percentual destinado a projetos corrigido pelo coeficiente de rendimentos dos funcionários, estabelecido em 95%. Tem-se assim o tempo anual por função em horas para condução de projetos.

Tabela 3.6 - Tempo disponível por função para condução de projetos

	Pró-reitor	Dir. de PG	Dir. de Pesquisa	Coord. de Pesquisa	Coord. de Orçamento	Secretárias	Estagiários
Jornada diária média de trabalho	4 h	6 h	4 h	8 h	8 h	8 h	4 h
Número de funcionários por função	1	1	1	1	1	5	4
Dias disponíveis de trabalho em 1 ano	194	194	194	209	209	209	209
Disponibilidade anual por função	776 h	1164 h	776 h	1672 h	1672 h	8360 h	3344 h
Percentual destinado à condução de projetos	40%	30%	30%	25%	10%	10%	15%
Rendimento dos funcionários	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Disponibilidade anual para projetos	295 h	332 h	221 h	397 h	159 h	794 h	477 h

Segundo levantamento realizado em conjunto com o pró-reitor e diretores da PRPPG, para cada projeto listado nas Tabelas de 3.1 a 3.3, tem-se a disponibilidade de tempo estimado que cada função exercerá para conclusão do mesmo. Percebe-se que ainda que existam mais de um funcionário para algumas funções, a Tabela 3.7 considera o tempo disponível apenas por função, já que diferentes funcionários dentro da mesma função são tratados aqui como completamente substituíveis por seus pares, ainda que na prática seja recomendado, geralmente, o emprego de um mesmo funcionários do início ao fim de uma tarefa, evitando-se assim treinamentos e retrabalhos adicionais.

Tabela 3.7 - Tempo em horas que cada função exercerá por projeto

Projeto	Pró-reitor	Dir. de PG	Dir. de Pesquisa	Coord. de Pesquisa	Coord. de Orçamento	Secretárias	Estagiários
1	8		8	20	20		
2	8	20	40	40			
3	8	4	20	20			40
4	40	20	20	20	20	20	
5	4	4	4	8	8	8	20
6	4	20				8	
7	80	40	10			80	
8	20	20				40	
9	12				30		
10	4	16				16	
11	4	4	4	12	12	20	20
12	4	16				8	40
13	4	4	4		10	16	20
14	4	4	4	16		8	20
15	20	16	16	8	8	8	
16	16	4					80
17	4	16					30
18	8	8	16	32	8	4	80
19	8	30			8		
20	8	30	6		40	2	
21	8	32	8	8			
22	2	2	2	8	8	40	40
23	2	20		4			
24	2	2	2	8		2	32
25	1	64	1	4	4	400	
26						4	
27	2		10	20			8
28						4	
29	8				40	4	8
30	10	10					40
31	12	12	4		8	8	40
32	20	20					80
33	2	2	2				20
34	20	4				16	
35		40					
36	20	20			30		40
37	8	8				20	
38	20					8	
39	10	10	4	4	4	8	40
40	96	10				120	20

Além do limite de tempo para cada função e do tempo empregado por projeto, outras restrições foram ainda salientadas pela pró-reitoria, como:

- O pró-reitor e o diretor de pós-graduação deverão dedicar, obrigatoriamente, de 20% a 40% do tempo (dedicado a projetos) a projetos do tipo operacionais. O diretor de pesquisa por sua vez deverá utilizar no máximo 20% do tempo (dedicado a projetos em geral) a projetos do tipo operacional;
- Projetos obrigatórios precisam necessariamente ser executados até o final do ano;
- Todos os projetos precisam ser executados em sua totalidade, com exceção dos projetos 6, 7, 8, 21, 25, 30, 32, 37 e 38, que poderão ser executados parcialmente.

3.3. Modelagem do problema

A modelagem em si segue o processo usual para solução de problemas de programação linear, onde se apresenta as variáveis de decisão, a função objetivo, as restrições do problema e as restrições adicionais e o quadro resumo do modelo matemático proposto.

3.3.1. Definição das variáveis de decisão

As variáveis de decisão são tantas quanto o número de projetos. Seus valores variam necessariamente entre 0 e 1. Uma variável com valor “0” implica na não execução do projeto correspondente, assim como variáveis com valor “1” implicam na execução total do projeto. Grande parte das variáveis de decisão terão tratamento inteiro, no entanto alguns projetos poderão assumir valores reais positivos, ou seja, os projetos poderão ser executados parcialmente sem trazer prejuízos à organização.

Devido a tal abordagem, será utilizada a programação linear inteira mista para modelagem do problema.

Sendo assim, a nomenclatura utilizada para definir as variáveis de decisão será:

$$\text{Variável de Decisão} = x_n,$$

Com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$

3.3.2. Definição da função objetivo

No caso do portfólio analisado, alguns projetos ainda que possam consumir mais tempo de trabalho para execução, também possuem pesos consideravelmente maiores. Sendo assim, pode-se optar por desenvolver os projetos que mais contribuem para o objetivo estratégico da

organização, em detrimento daqueles que, ainda que tomem pouco tempo dos funcionários, não ajudarão significativamente no alcance deste objetivo.

Sendo assim, a função objetivo tem por intuito maximizar o peso total dos projetos, ou seja, o somatório dos pesos dos projetos executados deverá apresentar o maior valor possível.

A função objetiva é dada por:

$$\text{Max } Z = \sum_{n=1}^{40} C_n^T \cdot x_n$$

Onde C_n representa o peso de cada projeto, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

$$C_n^T = [4,5,1,2,3,8,6,5,1,7,1,6,6,9,2,7,5,4,9,7,4,3,3,6,4,6,10,2,2,2,4,1,1,3,10,5,2,10,3,7]$$

3.3.3. Definição das restrições do problema

Foram definidas todas as restrições do problema, ou seja, todas as condições imutáveis, por hora, que limitam a plena utilização dos recursos disponíveis e, conseqüentemente, a execução de todos os projetos do portfólio estudado. Todas as restrições afetam o fator tempo e são aplicadas aos 14 funcionários, que cumprem todas as 7 funções da organização. Abaixo tem-se o delineamento matemático para cada uma delas. Todos os dados utilizados nas formulações foram retirados das Tabelas 3.6 e 3.7.

Restrição de horas do pró-reitor

Neste caso, o pró-reitor possui disponíveis 295 horas para condução de projetos por ano, ou seja, a soma das horas gastas em cada projeto não pode exceder esse valor limite.

A formulação matemática desta restrição será:

$$r_1: \sum_{n=1}^{40} \alpha_n^T \cdot x_n \leq 295$$

Onde α_n representa o número de horas tomadas pelo pró-reitor para condução e execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

$$\text{Com } \alpha_n^T = [8, 8, 8, 40, 4, 4, 80, 20, 12, 4, 4, 4, 4, 4, 20, 16, 4, 8, 8, 8, 8, 2, 2, 2, 1, 0, 2, 0, 8, \\ 10, 12, 20, 2, 20, 0, 20, 8, 20, 10, 96]$$

Restrição de horas do diretor de pós-graduação

O diretor de pós-graduação possui 332 horas disponíveis para condução de projetos como um todo por ano. A soma das horas despendidas em cada projeto não deve ultrapassar este valor limite.

Sendo assim, a formulação matemática desta restrição será:

$$r_2: \sum_{n=1}^{40} \beta_n^T \cdot x_n \leq 332$$

Onde β_n representa o número de horas tomadas pelo diretor de pós-graduação para execução e condução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\beta_n^T = [0, 20, 4, 20, 4, 20, 40, 20, 0, 16, 4, 16, 4, 4, 16, 4, 16, 8, 30, 30, 32, 2, 20, 2, 64, 0, 0, 0, 0, 10, 12, 20, 2, 4, 40, 20, 8, 0, 10, 0]$

Restrição de horas do diretor de pesquisa

O diretor de pesquisa possui no máximo 221 horas anuais disponíveis para condução de projetos. Sendo assim, ao final de 1 ano, a soma de todas as horas gastas em projetos não devem exceder este montante.

A formulação matemática para esta restrição será:

$$r_3: \sum_{n=1}^{40} \gamma_n^T \cdot x_n \leq 221$$

Onde γ_n representa o número de horas tomadas pelo diretor de pesquisa para condução e execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\gamma_n^T = [8, 40, 20, 20, 4, 0, 10, 0, 0, 0, 4, 0, 4, 4, 16, 0, 0, 16, 0, 6, 8, 2, 0, 2, 1, 0, 10, 0, 0, 0, 4, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4, 0]$

Restrição de horas do coordenador de pesquisa

No caso do coordenador de pesquisa, há 397 horas anuais disponíveis para condução de projetos, as quais não devem ser ultrapassadas ao final do período.

Matematicamente, tem-se:

$$r_4: \sum_{n=1}^{40} \delta_n^T \cdot x_n \leq 397$$

Onde δ_n representa o número de horas tomadas pelo coordenador de pesquisa para execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\delta_n^T = [20, 40, 20, 20, 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 12, 0, 0, 16, 8, 0, 0, 32, 0, 0, 8, 8, 4, 8, 4, 0, 20, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4, 0]$

Restrição de horas do coordenador de orçamento

O coordenador de orçamento possui 159 horas anuais para participação em projetos. Ao final do período, o total de horas gastas em projetos não deve ser maior que o valor estipulado.

O equacionamento desta restrição será:

$$r_5: \sum_{n=1}^{40} \theta_n^T \cdot x_n \leq 159$$

Onde θ_n representa o número de horas tomadas pelo coordenador de orçamento para execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\theta_n^T = [20, 0, 0, 20, 8, 0, 0, 0, 30, 0, 12, 0, 10, 0, 8, 0, 0, 8, 8, 40, 0, 8, 0, 0, 4, 0, 0, 0, 40, 0, 8, 0, 0, 0, 0, 30, 0, 0, 4, 0]$

Restrição de horas das secretárias

As secretárias, juntas, possuem anualmente disponibilidade de 794 horas para participação em projetos, ou seja, a posição de secretária não deve ultrapassar o valor estabelecido.

A formulação matemática desta restrição é dada por:

$$r_6: \sum_{n=1}^{40} \mu_n^T \cdot x_n \leq 794$$

Onde μ_n representa o número de horas tomadas pelas secretárias para execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\mu_n^T = [0, 0, 0, 20, 8, 8, 80, 40, 0, 16, 20, 8, 16, 8, 8, 0, 0, 4, 0, 2, 0, 40, 0, 2, 400, 4, 0, 4, 4, 0, 8, 0, 0, 16, 0, 0, 20, 8, 8, 120]$

Restrição de horas dos estagiários

Semelhante às secretárias, juntos, os estagiários possuem disponibilidade anual de 477 horas para participação em projetos, ou seja, a posição de estagiário não deve exceder o limite estipulado de horas.

Tem-se abaixo o equacionamento da restrição:

$$r_7: \sum_{n=1}^{40} \rho_n^T \cdot x_n \leq 477$$

Onde ρ_n representa o número de horas tomadas pelos estagiários para execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

Com $\rho_n^T = [0, 0, 40, 0, 20, 0, 0, 0, 0, 0, 20, 40, 20, 20, 0, 80, 30, 80, 0, 0, 0, 40, 0, 32, 0, 0, 8, 0, 8, 40, 40, 80, 20, 0, 0, 40, 0, 0, 40, 20]$

Restrição de comprometimento do pró-reitor

Além da restrição de tempo máximo dedicado a projetos, o pró-reitor precisa comprometer uma parcela do seu tempo disponível para condução de projetos operacionais. Sendo assim, deve-se comprometer no mínimo 20% de seu tempo disponível para projetos operacionais e no máximo 40%.

A formulação para esta restrição é a seguinte:

$$59 \leq \sum_{n=25}^{38} \alpha_n^T \cdot x_n \leq 118$$

Tal restrição pode ainda ser subdividida em outras duas, que serão:

$$r_8: \sum_{n=25}^{38} \alpha_n^T \cdot x_n \geq 59$$

$$r_9: \sum_{n=25}^{38} \alpha_n^T \cdot x_n \leq 118$$

Onde α_n representa o número de horas tomadas pelo pró-reitor para condução e execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [25,38]$;

$$\alpha_n^T = [1, 0, 2, 0, 8, 10, 12, 20, 2, 20, 0, 20, 8, 20]$$

Restrição de comprometimento do diretor de pós-graduação

Assim como o pró-reitor, o diretor de pós-graduação também precisa comprometer uma parcela do seu tempo disponível para condução de projetos operacionais. Sendo assim, deve-se comprometer no mínimo 20% e no máximo 40% de seu tempo disponível para projetos.

A restrição formulada será:

$$66 \leq \sum_{n=25}^{38} \beta_n^T \cdot x_n \leq 133$$

Tal restrição também pode ser subdividida em outras duas:

$$r_{10}: \sum_{n=25}^{38} \beta_n^T \cdot x_n \geq 66$$

$$r_{11}: \sum_{n=25}^{38} \beta_n^T \cdot x_n \leq 133$$

Onde β_n representa o número de horas dedicadas pelo diretor de pós-graduação à execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [25,38]$;

Com $\beta_n^T = [64, 0, 0, 0, 0, 10, 12, 20, 2, 4, 40, 20, 8, 0]$

Restrição de comprometimento do diretor de pesquisa

O diretor de pesquisa por sua vez deve comprometer no máximo 20% do seu tempo dedicado a projetos aos projetos do tipo operacional, deixando-se assim mais tempo livre para condução e execução dos projetos do tipo estratégico e obrigatório.

A seguir tem-se esta restrição formulada:

$$r_{12}: \sum_{n=25}^{38} \gamma_n^T \cdot x_n \leq 44$$

Onde γ_n representa o número de horas dedicadas pelo diretor de pós-graduação a execução de cada um dos projetos, com $n \in Z_+^* \mid n: [25,38]$;

Com $\gamma_n^T = [1, 0, 10, 0, 0, 0, 4, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 0]$

3.2.4. Definição das restrições adicionais do problema

Para que a modelagem matemática fique completa, deve-se apresentar as restrições adicionais do problema, que fecham o intervalo de valores possíveis para as variáveis de decisão. Sendo assim, três restrições adicionais são necessárias.

Valor individual dos projetos operacionais e estratégicos definidos por variáveis inteiras

Tomando X_n pelo vetor que representa os valores tomados pela variável x_n , tem-se:

$$0 \leq X_n \leq 1, \text{ ou seja, } 0 \leq \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \leq 1$$

Tem-se as seguintes restrições:

$$r_{13}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \geq 0$$

$$r_{14}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \leq 1$$

Com $x \in Z \mid x: [0, 1]$ e $n \in Z \mid n: [1, 38]$.

Valor individual dos projetos operacionais e estratégicos definidos por variáveis reais

Tomando X_n pelo vetor que representa os valores tomados pela variável x_n , tem-se:

$$0 \leq X_n \leq 1, \text{ ou seja, } 0 \leq \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \leq 1$$

Tem-se as seguintes restrições:

$$r_{15}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \geq 0$$

$$r_{16}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \leq 1$$

Com $x \in R \mid x: [0, 1]$ e $n \in Z \mid n: [1, 38]$.

Valor individual dos projetos obrigatórios

Neste caso, já que os projetos obrigatórios precisam, necessariamente, serem executados dentro do período de um ano, os valores de suas variáveis de decisão devem, obrigatoriamente, assumir o valor “1”.

Para o portfólio da PRPPG em específico, tem-se ainda a possibilidade de excluir os projetos obrigatórios da modelagem, reduzindo-se os recursos disponíveis para a execução dos demais projetos, o que levaria ao mesmo quadro de projetos selecionados. No entanto, pela forma de declaração das variáveis e resolução do modelo, a maneira apresentada é mais genérica e possui menos cálculos.

Sendo assim, constitui-se uma nova restrição definida abaixo:

$$r_{17}: \begin{bmatrix} x_{39} \\ x_{40} \end{bmatrix} = 1$$

3.2.5. Quadro resumo do modelo proposto

Como forma de melhor organizar a modelagem realizada, a Figura 3.1 resume o que foi delineado nos tópicos da seção 3.2.

$$\text{Max } Z = \sum_{n=1}^{40} C_n^T \cdot x_n$$

Sujeito a:

$$r_1: \sum_{n=1}^{40} \alpha_n^T \cdot x_n \leq 295$$

$$r_2: \sum_{n=1}^{40} \beta_n^T \cdot x_n \leq 332$$

$$r_3: \sum_{n=1}^{40} \gamma_n^T \cdot x_n \leq 221$$

$$r_4: \sum_{n=1}^{40} \delta_n^T \cdot x_n \leq 397$$

$$r_5: \sum_{n=1}^{40} \theta_n^T \cdot x_n \leq 159$$

$$r_6: \sum_{n=1}^{40} \mu_n^T \cdot x_n \leq 794$$

$$r_7: \sum_{n=1}^{40} \rho_n^T \cdot x_n \leq 477$$

$$r_8: \sum_{n=25}^{38} \alpha_n^T \cdot x_n \geq 59$$

$$r_9: \sum_{n=25}^{38} \alpha_n^T \cdot x_n \leq 118$$

$$r_{10}: \sum_{n=25}^{38} \beta_n^T \cdot x_n \geq 66$$

$$r_{11}: \sum_{n=25}^{38} \beta_n^T \cdot x_n \leq 133$$

$$r_{12}: \sum_{n=25}^{38} \gamma_n^T \cdot x_n \leq 44$$

Com $n \in Z_+^* \mid n: [1,40]$;

E tomando-se:

$$r_{13}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \geq 0, x \in Z$$

$$r_{14}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \leq 1, x \in Z$$

$$r_{15}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \geq 0, x \in R$$

$$r_{16}: \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{38} \end{bmatrix} \leq 1, x \in R$$

$$r_{17}: \begin{bmatrix} x_{39} \\ x_{40} \end{bmatrix} = 1$$

Figura 3.1 – Quadro resumo da modelagem

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma vez gerado o modelo explicitado pela Figura 3.1, é possível resolver o problema por meio dos diversos algoritmos de programação linear presentes na literatura. No caso deste trabalho, é utilizado o algoritmo SIMPLEX, através do tratamento inteiro misto das variáveis de decisão.

O SIMPLEX é escolhido por ser um algoritmo de resolução preciso e por ser um dos mais empregados para solução de problemas lineares, além de estar disponível em programas computacionais de planilhas eletrônicas.

Como meio de resolução, é utilizado o *software* MS Excel[®], por meio do *Solver*, um dos muitos suplementos disponibilizados em sua versão básica.

Tem-se no Anexo A duas Figuras, que mostram a arquitetura do modelo no *software* em dois momentos, antes e depois de sua resolução.

Nos tópicos seguintes tem-se, primeiramente, o resultado procurado pelos tomadores de decisão, que é a listagem de todos os projetos que deverão ser executados e em qual proporção, posteriormente tem-se a análise e verificação das restrições do problema e, por último, a validação do modelo junto aos tomadores de decisão.

4.1. Resolução pelo modelo

Nas Tabelas 4.1 a 4.6 são listados os projetos que devem ser executados, separados nas três categorias propostas: estratégicos, operacionais e obrigatórios. Nota-se que a ordenação dos projetos nas Tabelas se dá pelo peso, e não pelo número representativo do projeto.

No caso dos projetos estratégicos, os projetos deixados de lado são aqueles com menor peso, já que possuem uma má relação entre seu retorno esperado (caracterizado pelo peso) e o tempo consumido. A maioria dos projetos selecionados serão realizados em sua plenitude, com exceção dos projetos 7 e 21, que terão 10% e 80% de suas entregas concluídas, respectivamente.

O decisor concorda com os projetos priorizados e utilizará a ordem estabelecida por pesos para auxiliar no estabelecimento de sua ordem cronológica de realização, assim como sua posterior gestão.

Tabela 4. 1 - Projetos estratégicos que serão executados

Projeto	Descrição	Peso	Percentual realizado
14	Estudo para participação de premiações para teses e dissertações	9	100%
19	Implementação do sistema de defesas via WEB	9	100%
6	Atualização dos regulamentos dos cursos de pós-graduação	8	100%
10	Participação na elaboração do planejamento estratégico da UNIFEI	7	100%
16	Implementação de plano de trabalho dinâmico para dissertações e teses (online)	7	100%
20	Implementação de curso EAD para preenchimento do currículo Lattes	7	100%
7	Elaboração de índices sobre o fluxo de alunos	6	10%
12	Elaboração de proposta para o edital CT Infra FINEP	6	100%
13	Elaboração de proposta para o edital de Pró-equipamentos da CAPES	6	100%
24	Realização de avaliação de desempenho da PRPPG e programas de pós-graduação	6	100%
2	Atualização da norma de registro de projetos de pesquisa	5	100%
8	Elaboração de índices sobre a utilização de bolsas	5	100%
17	Tabulação dos indicadores quantitativos da CAPES para a pós-graduação	5	100%
1	Atualização da norma de auxílio para participação em eventos e trabalhos de campo	4	100%
18	Acompanhamento dos resultados dos programas de pós-graduação via Script Lattes	4	100%
21	Marketing dos programas de pós-graduação (regional, nacional e internacional)	4	80%
5	Elaboração de curso sobre a plataforma Lattes, obrigatório para todos os alunos bolsistas	3	100%
22	Integração de graduação e pós-graduação para captação de alunos	3	100%
23	Implementação de conselho de ética em pesquisa	3	100%

Tabela 4.2 - Projetos estratégicos que não deverão ser executados

Projeto	Descrição	Peso	Percentual realizado
4	Atualização do regimento da pós-graduação	2	0%
15	Acompanhamento de egressos	2	0%
3	Elaboração do edital interno para apoio à pesquisa (coaching)	1	0%
9	Elaboração de curso para formação de pós-graduandos em didática	1	0%
11	Elaboração de Script Lattes para projetos do FINEP	1	0%

Quanto aos projetos estratégicos não executados, o pró-reitor afirma que os projetos 9, 11 e 15 podem ser realizados posteriormente. Já o projeto 3 necessita de recursos financeiros a serem aportados pela Reitoria, já que se trata de um projeto relevante pois visa assegurar o desenvolvimento de futuros pesquisadores, sendo uma das maneiras de se manter o crescimento dos programas de pós-graduação.

Ainda segundo o pró-reitor, a formação de um pesquisador, até obter bolsa de produtividade do CNPq, leva em média oito anos após o término do doutorado e ingresso em um PPG (Programa de Pós-Graduação), apesar deste tempo estar se reduzindo. É importante se ter um programa de pós-graduação com docentes neófitos, medianos e seniores, já que é um fator que assegura o crescimento do PPG no longo prazo. No caso da UNIFEI, tem-se vários PPGs com elevado percentual de pesquisadores seniores. Considera-se ainda as necessidades do Campus de Itabira, onde tem-se anseios para criação de cursos de pós-graduação com praticamente todos os docentes neófitos em pesquisa. Assim, apesar dos resultados, o gestor decidiu ainda assim realizar o projeto 3.

Quanto ao projeto 4, a UNIFEI está realizando seu estatuto e regimento, resultando na atualização obrigatória do regimento da pró-reitoria. Este projeto pode aguardar, pois é dependente de aprovação do estatuto e regimento da UNIFEI. Porém, quando esses estiverem aprovados será prioritário aprovar o da pró-reitoria.

Com relação aos projetos operacionais, mesmo que apresentando baixos pesos, alguns projetos foram selecionados, já que possuem uma boa relação entre seu retorno (caracterizado pelo peso) e o tempo dispendido pelos funcionários na sua execução, como o projeto 33, por exemplo. Relação semelhante pode ser estabelecida com o projeto 36, já que ainda que possua um peso considerável, neste caso 5, não foi selecionado por consumir tempo em demasia dos funcionários, principalmente daqueles considerados recursos gargalo, que serão melhor discutidos na seção 4.2.

Dos projetos operacionais executados, apenas o de número 25 e 30 serão realizados parcialmente, neste caso 12% e 46% respectivamente. Os demais projetos serão realizados em sua plenitude.

Tabela 4.3 - Projetos operacionais que serão realizados

Projeto	Descrição	Peso	Percentual realizado
27	Anexação de folha de resultados aos documentos de defesa	10	100%
35	Capacitação de servidores no <i>software</i> Sucupira	10	100%
38	Implantação do módulo pós-graduação do sistema SIGAA	10	100%
26	Implementação de quadros de gestão à vista	6	100%
25	Disponibilização de normas e procedimentos na página online da PRPPG	4	12%
34	Apresentação para alunos de IC sobre as regras e contexto de C&T-NIT e Incubação	3	100%
28	Elaboração de lista de perguntas frequentes (FAQ) sobre a pós-graduação	2	100%
29	Elaboração de lista de perguntas frequentes (FAQ) sobre pesquisa	2	100%
30	Levantamento de equipamentos obtidos pelos editais CT Infra FINEP e Pró-equipamentos	2	46%
37	Simplificação dos editais de iniciação científica de 2014	2	100%
33	Atualização da norma de afastamento de docentes para capacitação	1	100%

Tabela 4.4 - Projetos operacionais que não deverão ser executados

Projeto	Descrição	Peso	Percentual realizado
36	Implementação do Portal Café UNIFEI para o campus de Itajubá	5	0%
31	Organização da jornada de iniciação científica de 2015	4	0%
32	Organização dos arquivos físicos da PRPPG	1	0%

Há concordância do pró-reitor com todos os projetos operacionais que devem ser executados e sua ordenação facilita sua posterior gestão. Vale destacar que devido a alterações no regimento da UNIFEI, o projeto 33 teve sua responsabilidade atribuída à CPPD (Comissão Permanente de Pessoal Docente).

Quanto aos projetos operacionais que não devem ser executados, os recursos liberados pelos órgãos de fomento obrigam a realização da jornada de IC 2015 (projeto 31), sendo assim, o que o resultado sugere é que seja realizado apenas o básico para a realização da jornada. Já os projetos 31 e 36 podem ser postergados.

Os projetos obrigatórios por sua vez devem ser, necessariamente, executados. Sendo assim, seus pesos não influenciam na sua execução ou não, mas apenas sua classificação.

Tabela 4.5 - Projetos obrigatórios que deverão necessariamente ser executados

Projeto	Descrição	Peso	Percentual realizado
40	Regulamentação de comissão de bolsas dos programas de pós-graduação	7	100%
39	Elaboração de regulamento sobre pesquisador colaborador	3	100%

O decisor concorda com os projetos priorizados e utilizará a ordem estabelecida por pesos para auxiliar no estabelecimento de sua ordem cronológica de realização, assim como sua posterior gestão.

4.2. Análise das restrições

Nesta seção, cada um dos recursos que restringe a resposta de ótimo será analisado separadamente a fim de se ter uma maior compreensão do cenário estabelecido na organização. Ainda que todos os recursos, a princípio, possuam um valor teto para seu uso, nem todos são utilizados próximos a sua plenitude, o que evidencia diferentes fontes potenciais de desperdícios, as quais serão analisadas na Seção 4.3.

Por se tratar de uma programação inteira mista, análises de sensibilidade não são disponibilizadas diretamente pelo *software* utilizado e quando realizadas de maneira forçada, considerando-se variáveis inteiras em variáveis reais, não refletem a realidade do portfólio, visto o elevado número de projetos e a grande modificação causada por mudanças na natureza dos conjuntos matemáticos utilizados.

Primeiramente, as restrições serão analisadas quanto aos valores absolutos assumidos na condução de cada um dos projetos. Posteriormente discute-se os valores baseando-se em seus percentuais.

4.2.1. Recurso horas do pró-reitor

A Figura 4.1 mostra o número de horas empregadas pelo pró-reitor no gerenciamento e execução dos diferentes tipos de projetos. Percebe-se que das 295 horas disponíveis para esse fim, 124,13 horas foram empregadas na condução de projetos estratégicos, 64,76 horas em projetos operacionais e 106 horas em projetos obrigatórios. Nota-se ainda que todo tempo destinado a projetos é utilizado, evidenciando que o recurso horas do pró-reitor é um recurso gargalo. Sendo assim, caso se deseje aumentar o número de projetos conduzidos na PRPPG, investir neste recurso constitui-se de uma escolha viável.

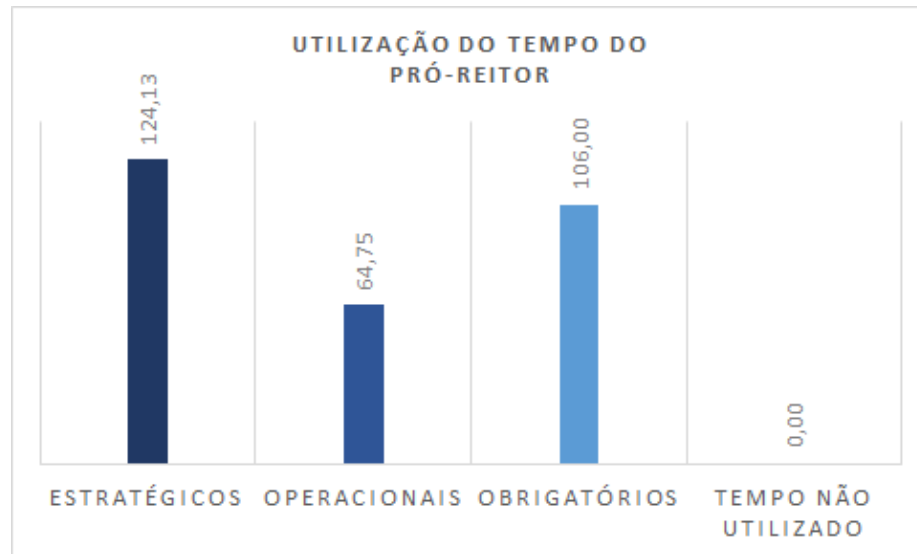


Figura 4.1 - Número de horas dispendidas pelo pró-reitor para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.2. Recurso horas do diretor de pós-graduação

Na Figura 4.2, tem-se o número de horas empregadas pelo diretor de pós-graduação na condução dos diferentes tipos de projetos. Das 332 horas destinadas a este fim, os projetos estratégicos consomem 245,39, os operacionais 66,35 horas e os obrigatórios 20,00 horas. Assim como o recurso horas do pró-reitor, o recurso horas do diretor de pós-graduação também é um recurso gargalo e as mesmas afirmações feitas anteriormente são válidas aqui, ou seja, este é um recurso passível de investimento.

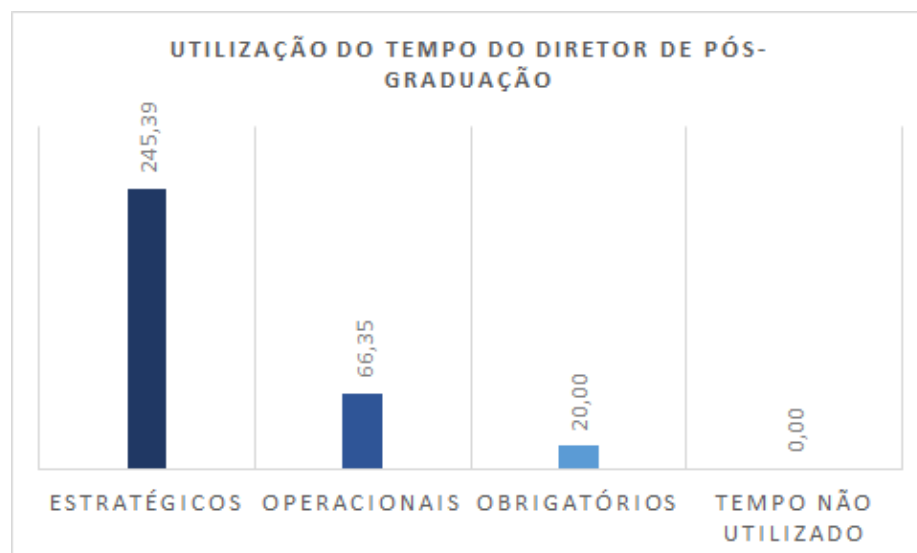


Figura 4.2 - Número de horas dispendidas pelo diretor de pós-graduação para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.3. Recurso horas do diretor de pesquisa

No caso deste recurso, tem-se a utilização de 93,35 horas do tempo disponível para condução de projetos estratégicos, 12,12 horas para projetos operacionais e 4,00 horas para projetos obrigatórios. No entanto, ao contrário dos dois recursos anteriormente analisados, o tempo não utilizado para condução de projetos é grande, cerca de 111 horas, sendo o mais representativo dentre as quatro categorias trazidas pela Figura 4.3.

Nota-se então que caso seja necessário aumentar o número de projetos conduzidos, aumentar o número de horas do diretor de pesquisa não surtirá efeitos positivos. No entanto, realocar atividades de outros recursos que sejam gargalos pode se configurar como alternativa viável, sempre se respeitando as limitações de cada função.

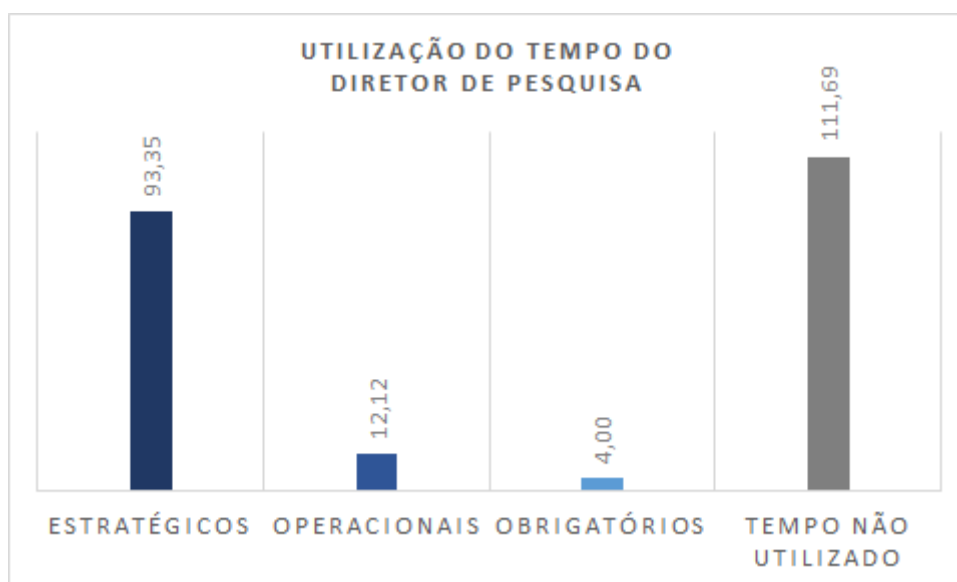


Figura 4.3 - Número de horas dispendidas pelo diretor de pesquisa para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.4. Recurso horas do coordenador de pesquisa

Para o coordenador de pesquisa, de um total de 397 horas disponíveis para participação em projetos, 142,38 horas serão empregadas em projetos estratégicos, 20,40 horas em operacionais e 4,00 horas em projetos do tipo obrigatórios. No entanto, 230,24 horas, que representa mais da metade do tempo desta função, não serão utilizadas. Sendo assim, trata-se de um recurso não gargalo. A figura 4.4 mostra a divisão das horas por tipo de projeto.

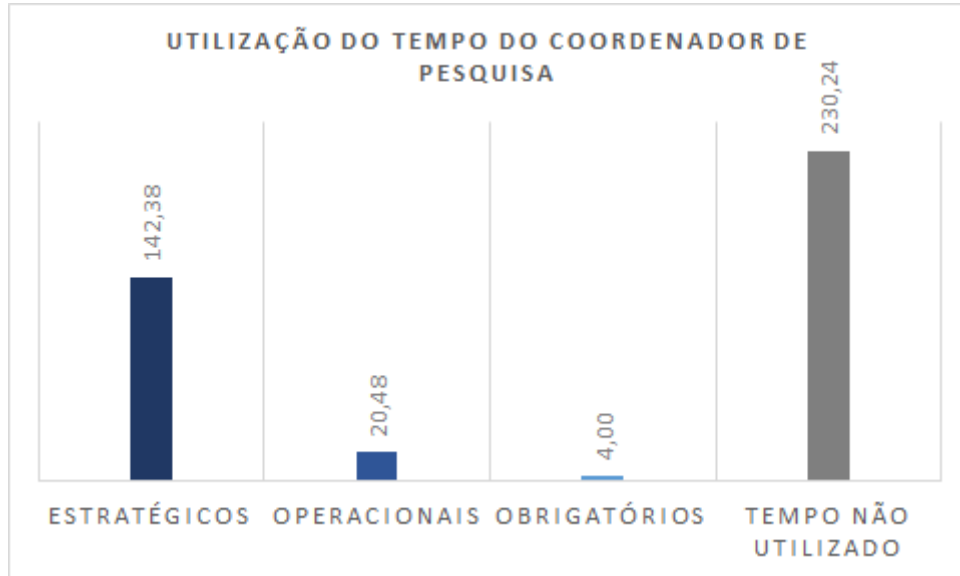


Figura 4.4 - Número de horas dispendidas pelo coordenador de pesquisa para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.5. Recurso horas do coordenador de orçamento

No caso do coordenador de orçamento, das 159 horas destinadas à condução de projetos, 102 horas serão reservadas aos projetos estratégicos, 40,48 horas aos operacionais e 4 horas aos projetos obrigatórios. Ainda que haja uma parcela de tempo não utilizada, no caso 12,36 horas, a distribuição dos tempos é considerada aceitável quando comparada a outros recursos não gargalos. Sendo assim, as horas do coordenador de orçamento constitui-se de um recurso não gargalo não passível de grandes ajustes e modificações.

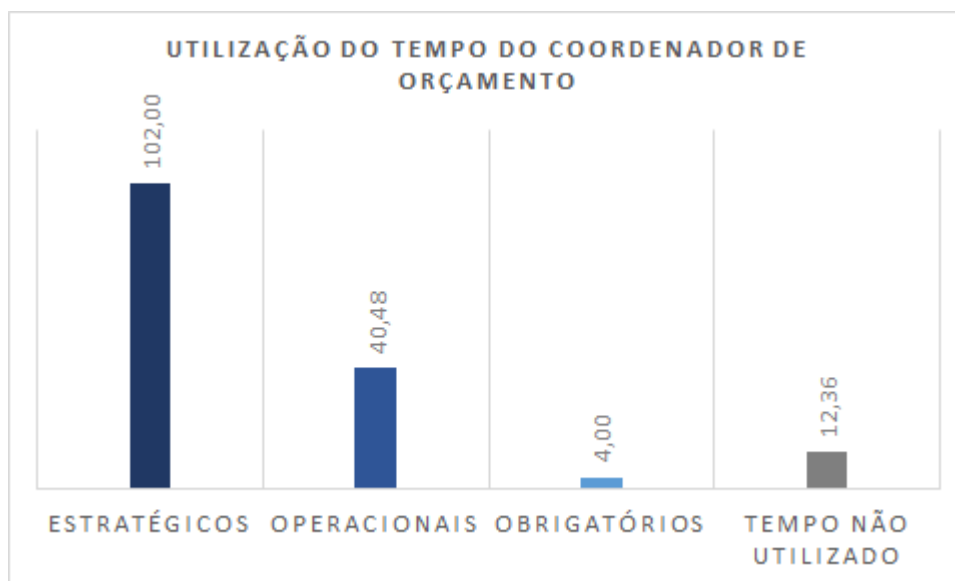


Figura 4.5 - Número de horas dispendidas pelo coordenador de orçamento para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.6. Recurso horas das secretárias

O recurso horas das secretárias trata-se de outro recurso superdimensionado. Apresentando 402,21 horas de tempo não utilizado, constitui-se do segundo recurso com pior dimensionamento. De 794 horas destinadas à participação em projetos, 159,75 horas são alocadas em projetos estratégicos, 104,24 horas em projetos operacionais e 128 horas em projetos obrigatórios. A Figura 4.6 mostra o tempo destinado a cada tipo projeto.

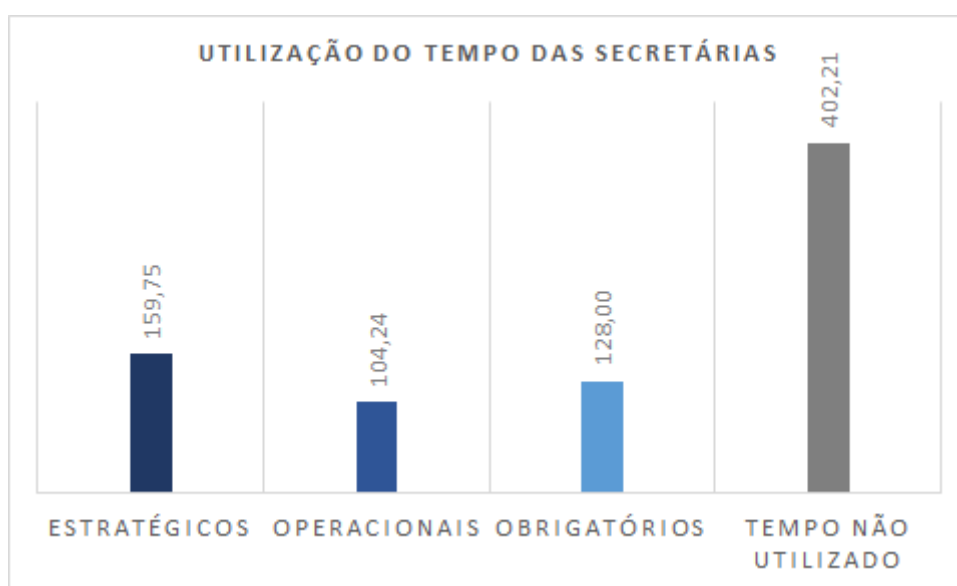


Figura 4.6 - Número de horas dispendidas pelas secretárias na execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.7. Recurso horas dos estagiários

Pela Figura 4.7, nota-se que este recurso se assemelha aos recursos horas do pró-reitor e horas do diretor de pós-graduação. Constitui-se de um recurso gargalo que se encontra no limite de sua utilização. De um total de 477 horas disponibilizadas para participação em projetos, 362 horas são destinadas à condução de projetos estratégicos, 54,52 à condução dos do tipo operacionais e 60 horas aos do tipo obrigatórios.

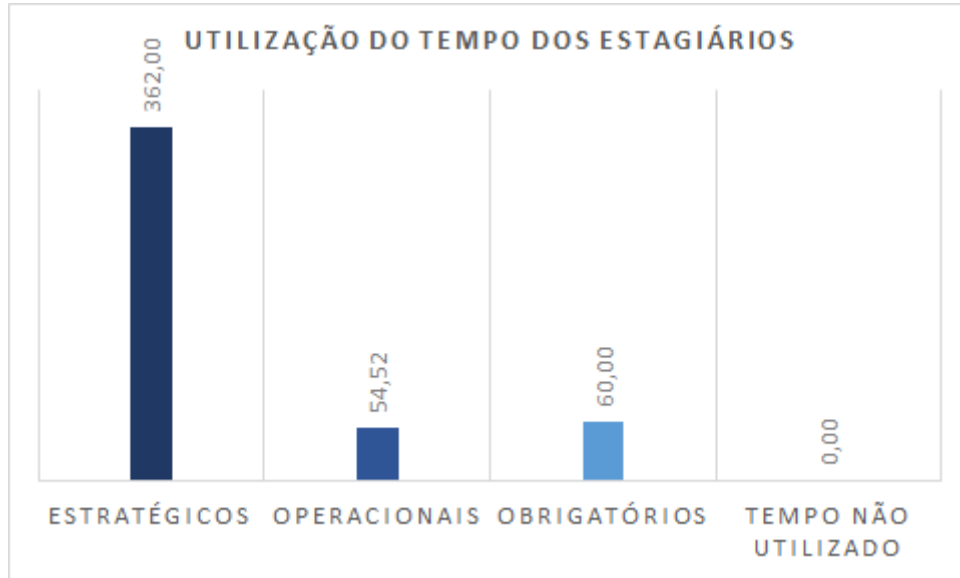


Figura 4.7 - Número de horas dispendidas pelos estagiários para execução dos diferentes tipos de projetos

4.2.8. Restrição de participação em projetos operacionais

Além das restrições impostas pelas jornadas de trabalho e percentual dedicado à condução de projetos, exige-se certo percentual de comprometimento mínimo e máximo de algumas funções com projetos operacionais. Sendo assim, a Figura 4.8 compila as informações das Figuras 4.1 a 4.7, no entanto mostrando os dados de maneira percentual.

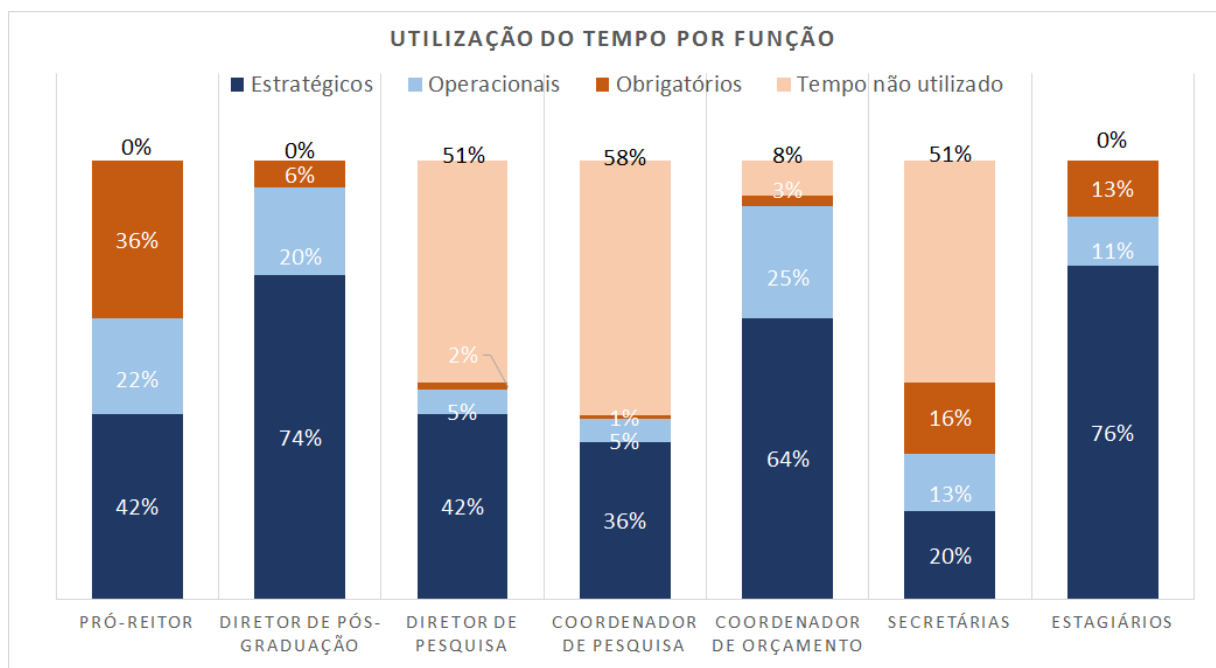


Figura 4.8 – Percentual de tempo que cada função exercerá em cada tipo de projeto

Percebe-se que tanto o pró-reitor quanto o diretor de pós-graduação possuem comprometimento com projetos operacionais dentro das restrições impostas, ou seja, entre 20 e 40%. O mesmo acontece para o diretor de pesquisa, que dedica apenas 5% do seu tempo à condução de projetos operacionais, figurando abaixo do limite superior estabelecido em 20%.

4.3. Proposições de melhorias segundo os resultados do modelo

Pela análise dos itens da seção 4.2, percebe-se que alguns ajustes podem ser realizados para melhor aproveitamento dos recursos e do fator tempo, centro da análise do modelo.

O primeiro ponto é o excesso de horas não utilizadas pelo diretor de pesquisa, pelo coordenador de pesquisa e pelas secretárias, que em todos esses casos correspondem a 50% da disponibilidade total da função. São possíveis causas para esses valores:

- Excesso de horas atribuídas à função para condução de projetos;
- Restrições de participação em projetos operacionais mal formuladas ou excesso de participação em projetos estratégicos e obrigatórios;
- Subvalorização das funções não-gargalo e supervalorização das funções gargalo;
- Excesso de trabalho atribuído ao pró-reitor, diretor de pós-graduação e estagiários;
- Desbalanceamento das funções.

Nota-se que a participação em projetos não reflete a situação real dos funcionários, pois trabalhos operacionais podem preencher os vazios de tempo facilmente, já que essas atividades são predominantes nas jornadas de trabalho de todas as funções.

São possíveis pontos de melhoria para as causas propostas:

- Melhor balanceamento das funções na condução de projetos, de forma a se ter uma maior homogeneidade para os papéis desempenhados. Deve-se aqui considerar as restrições impostas pelas atribuições de cargo e conhecimento intrínseco da função;
- Melhor definição das atribuições de cargo e dos tipos de atividade que podem ser conduzidas pelos vários postos de trabalho.
- Melhor aproveitamento das funções de diretor de pesquisa e coordenador de pesquisa, seja por meio da sua redução horária em projetos a fim de desenvolver atividades operacionais, ou com a delegação de novas atividades coerentes a sua função.
- Alocação de parte das atividades atribuídas aos estagiários para as secretárias, liberando-se assim um recurso gargalo e, conseqüentemente, disponibilizando-os para realização de novos projetos.

- Capacitação e delegação de novas atividades às secretárias, para desenvolvimento de projetos operacionais e compartilhamento visual dos projetos em desenvolvimento.

Cabe ressaltar ainda que os resultados identificam apenas os recursos alocados aos projetos, no entanto, deve-se considerar as rotinas da pró-reitoria que são em grande parte desenvolvidas pelas secretárias, e possuem envolvimento do pró-reitor e dos diretores em várias dessas demandas diárias.

4.4. Validação do modelo

Após a solução do modelo, o mesmo foi validado junto aos tomadores de decisão da PRPPG, a fim de assegurar sua viabilidade e eficiência na geração de resultados válidos e coerentes com os objetivos estratégicos da organização.

Para tanto, lançou-se mão de um questionário simples, onde são feitas 7 perguntas, das quais são esperadas respostas do tipo “Sim” e “Não”. Os três tomadores de decisão deram as respostas conjuntamente, após um breve período de discussão.

Como os tomadores de decisão possuem experiência em gestão de projetos e seleção de portfólio de projetos, solicitou-se que os mesmos respondessem as perguntas comparando o modelo de seleção e priorização de projetos com outros que já tenham utilizado anteriormente. Segundo os tomadores de decisão, os métodos utilizados anteriormente são predominantemente qualitativos, como Gráfico de Bolhas, Modelos de Pontuação e AHP. Os tomadores de decisão afirmam ainda que nunca aplicaram modelos predominantemente quantitativos na gestão de seus portfólios, já que todos foram julgados complexos, não apenas em relação ao entendimento do modelo em si, mas também em relação ao número e precisão das informações coletadas para elaboração do modelo. Os modelos financeiros nunca foram empregados pela atual gestão da PRPPG, já que seu portfólio de projetos é composto, predominantemente, por projetos com fundos pré-aprovados.

A Tabela 4.6 mostra as respostas para cada uma das perguntas, assim como traz comentários sobre os critérios utilizados para formulação de cada uma das respostas. De maneira geral, nota-se que o modelo cumpre sua função, de proporcionar um modelo preciso e de fácil utilização, quando comparado com outros modelos quantitativos. Outro fato importante é de que os gestores voltariam a utilizar o modelo apenas para portfólios de tamanhos consideráveis, pois as etapas de programação tomam tempo e as restrições programadas são desnecessárias na priorização e seleção de portfólios pequenos, já que neste caso podem ser consideradas como critérios ou por meio de restrições dos coeficientes.

Tabela 4.6 - Avaliação do modelo

Perguntas	Tomadores de decisão	Comentário
O modelo é de fácil utilização e modelagem?	Sim	Quando comparado a outros modelos quantitativos disponíveis na literatura, como aqueles baseados em programação linear, o modelo é de fácil utilização. No entanto, é visivelmente mais complexo que os modelos qualitativos amplamente difundidos, como o gráfico de bolhas, por exemplo.
É fácil atribuir os pesos aos projetos	Sim	Pelo pequeno número de critérios, a atribuição de pesos é simples e pouco trabalhosa, quando comparada, por exemplo, ao método AHP.
O modelo é de fácil entendimento?	Sim	Possivelmente pelo elevado grau de instrução dos tomadores de decisão. No entanto, quando comparado aos demais modelos qualitativos, precisa de um maior tempo para compreensão dos conceitos.
O modelo necessita de um alto volume de informações para sua execução?	Não	Neste caso, o volume de informações depende da quantidade de critérios e restrições. No caso do portfólio analisado, o volume de informações é bem pequeno.
O modelo exige grandes esforços computacionais?	Não	Ainda que exija programação para sua resolução, o modelo é facilmente executado junto a <i>softwares</i> amplamente difundidos, como o MS Excel [®] .
Você está satisfeito com os resultados gerados?	Sim	Principalmente quando comparado a modelos qualitativos anteriormente utilizados, como Gráfico de Bolhas e outras abordagens estratégicas. A possibilidade de se considerar restrições na elaboração do modelo aumenta significativamente a qualidade das respostas geradas.
Você utilizaria o modelo em portfólios futuros?	Sim	O modelo possui um bom custo benefício, já que integra facilidades de diversos modelos utilizados, como Métodos de Pontuação e outros baseados em programação linear e não linear apenas. No entanto, para portfólios pequenos e com baixo tempo de priorização, a utilização de modelos mais diretos e intuitivos é mais recomendada, ainda que a precisão fique comprometida.

5. CONCLUSÕES

Baseando-se no sucesso dos modelos qualitativos e na precisão dos quantitativos, esta dissertação propõe um novo modelo para seleção de projetos de um portfólio. O modelo, ainda que classificado como quantitativo, é capaz de considerar julgamentos e pontos de vista dos tomadores de decisão, já que a função objetivo do modelo incorpora coeficientes de peso, atribuídos pelos envolvidos com os projetos, os quais podem considerar uma infinidade de critérios, todos à escolha dos tomadores de decisão. Além disso, o modelo oferece vantagens normalmente encontradas em métodos quantitativos não financeiros, já que é capaz de considerar restrições de diferentes tipos.

O modelo foi construído a partir de conceitos de programação linear inteira mista, sendo uma função objetivo e as diversas restrições do problema. Com a aplicação do modelo, percebe-se sua eficiência, já que foi capaz de proporcionar resultados satisfatórios dentro dos limites impostos pelas restrições. Além disso, com a validação dos resultados, o modelo foi apontado como de fácil utilização, quando comparado com outros modelos quantitativos, e capaz de retornar respostas precisas e condizentes com a realidade do portfólio. Outro fato que atesta a validade do modelo é a disposição dos tomadores de decisão em aplicar o modelo em portfólios futuros, desde que possuam tamanhos consideráveis e que justifiquem a utilização de técnicas matemáticas sofisticadas, do ponto de vista corporativo.

Sendo assim, conclui-se que o modelo é válido e, ainda que quantitativo, é capaz de compartilhar algumas vantagens dos modelos qualitativos difundidos na literatura, principalmente por colocar os gestores em papéis ativos dentro de seus portfólios. Adicionalmente, o modelo é de fácil aplicação quando comparado aos demais métodos quantitativos, já que utiliza formulações matemáticas de fácil compreensão. Outro ponto de grande vantagem é a não utilização de *softwares* requintados para os cálculos, já que muitos programas abertos ao público são efetivos na construção e solução do modelo, como é o caso do MS Excel[®], que foi utilizado nesta dissertação e tem sua interface mostrada na seção de Anexos.

Dessa maneira, o modelo em si responde à questão de pesquisa apresentada no início deste trabalho, já que é capaz de retornar resultados precisos sem abrir mão de opiniões e juízos dos tomadores de decisão, além de ser um modelo de fácil aplicação, quando comparado aos tantos quantitativos disponíveis na literatura.

São questionamentos em relação ao modelo: como o modelo se comporta com a incorporação de novos fatores externos que podem resultar em alterações das necessidades que originaram os projetos? Alguns exemplos, baseados no portfólio analisado, seria a implementação da plataforma Sucupira, que prevê o cálculo de alguns índices dos Programas de Pós-Graduação, ou o corte de recursos imposto pelo governo ao PROAP (Programa de Apoio à Pós-Graduação).

Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação do modelo proposto nessa dissertação em paralelo com outros modelos presentes na literatura, a fim de se constatar de maneira confiável quais são as vantagens e limitações do modelo quando comparado aos tantos disponíveis. Recomenda-se ainda a integração do método AHP na formulação dos pesos que foram utilizados na função objetivo, o que proporcionará mais precisão na única etapa subjetiva do modelo proposto, reduzindo-se os erros de avaliação e julgamentos tendenciosos por parte dos tomadores de decisão. No entanto, deve-se atentar para o fato de que o AHP possui aplicabilidade restrita e, até certo ponto, inviável para grandes portfólios de projetos, já que o grande número de comparações entre projetos pode gerar matrizes muito grandes e de difícil preenchimento, além dos pesos gerados serem inviáveis como coeficientes, já que podem variar desde números muito pequenos até a quantias muito grandes.

Outras restrições e fatores também podem ser considerados em problemas de programação linear, como janelas de tempo, interdependência entre projetos e exclusividade entre projetos, nenhum deles abordado neste trabalho por consequência das características do portfólio analisado, no entanto podem ser facilmente inseridos caso solicitado.

Outra proposição seria a aplicação de programação não-linear multi-objetivo na formulação do modelo, o que permite considerar o fator risco em uma das funções objetivo, imputando maior precisão ao modelo. Outras permissões dos modelos não-lineares são: utilização de restrições quadráticas, curvas de aprendizado, restrições de descontos e eficiência progressiva, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ABBASIANJAHROMI, H.; RAJAIE, H. Developing a project portfolio selection model for contractor firms considering the risk factor. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 18, n. 6, p. 879–889, 2012.
- ABBASSI, M.; ASHRA, M.; SHARI, E. Selecting balanced portfolios of R & D projects with interdependencies: A Cross-Entropy based methodology. **Technovation**, v. 34, p. 54–63, 2014.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2015.
- ARASTEH, A.; ALIAHMADI, A.; OMRAN, M. M. Application of Gray Systems and Fuzzy Sets in Combination with Real Options Theory in Project Portfolio Management. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 39, n. 8, p. 6489–6506, 2014.
- ARCHER, N.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207–216, 1999.
- ARENALES, M. et al. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007.
- BAS, E. Surrogate relaxation of a fuzzy multidimensional 0-1 knapsack model by surrogate constraint normalization rules and a methodology for multi-attribute project portfolio selection. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 25, p. 958–970, 2012.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Produção**, v. 9, n. 2, p. 65–75, 1999.
- BHATTACHARYYA, R. A Grey Theory Based Multiple Attribute Approach for R&D Project Portfolio Selection. **Fuzzy Inf. Eng.**, v. 7, p. 211–225, 2015.
- BHATTACHARYYA, R.; KUMAR, P.; KAR, S. Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. **Computers and Mathematics with Applications**, v. 62, n. 10, p. 3857–3870, 2011.
- BREDILLET, C. Blowing Hot and Cold on Project Management. **Project Management Journal**, v. 41, n. 3, p. 4–20, 2010.
- BRONSON, R. **Pesquisa Operacional: 200 Problemas Resolvidos e 180 Problemas Propostos**. São Paulo, SP: Schaum McGraw-Hill, 1985.
- CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total: no estilo japonês**. 9ª. ed. Belo Horizonte, MG: Editora Falconi, 2014.
- CARAZO, A. F. et al. Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. **Computers and Operations Research**, v. 37, n. 4, p. 630–639, 2010.

CARGNIN-STIELER, M.; BISOGNIN, V. Contribuições da metodologia da modelagem matemática para os cursos de formação de professores. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 49, n. 3, p. 1–15, 2009.

CARVALHO, M. M. DE; LOPES, P. V. B. V. L.; MARZAGÃO, D. S. L. Gestão de portfólio de projetos : contribuições e tendências da literatura. **Gestão e Produção**, v. 20, n. 2, p. 433–454, 2013.

CASTRO, H. G. DE; CARVALHO, M. M. DE. Gerenciamento do portfolio de projetos: um estudo exploratório. **Gestão & Produção**, v. 17, p. 283–296, 2010.

COLIN, E. C. **Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas**. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 2007.

COOPER, R.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New problems, new solutions: making portfolio management more effective. **Research Technology Management**, v. 43, n. 2, p. 18–33, 2000.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders. **Research Technology Management**, v. 40, n. 5, p. 16, 1997.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. Best practices for managing R&D portfolios. **Research Technology Management**, v. 41, n. 4, p. 20–34, 1998.

CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração: Contabilometria**. São Paulo, Sp: Atlas, 2004.

DANTZIG, G. B. Making progress during a stall in the simplex algorithm. **Linear Algebra and Its Applications**, v. 114-115, n. C, p. 251–259, 1989.

DE COSMIS, S.; DE LEONE, R. The use of grossone in Mathematical Programming and Operations Research. **Applied Mathematics and Computation**, v. 218, n. 16, p. 8029–8038, 2012.

DIETRICH, P.; LEHTONEN, P. Successful management of strategic intentions through multiple projects - Reflections from empirical study. **International Journal of Project Management**, v. 23, n. 5 SPEC. ISS., p. 386–391, 2005.

DUTRA, C. C. **Modelo Econômico-Probabilístico para Seleção e Priorização de Projetos**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Su, 2012.

EBRAHIMNEJAD, S.; HOSSEINPOUR, M. H.; NASRABADI, A. M. A fuzzy bi-objective mathematical model for optimum portfolio selection by considering inflation rate effects. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 69, p. 595–616, 2013.

EHRlich, P. J. **Pesquisa Operacional: Curso introdutório**. São Paulo: Atlas, 1991.

FAEZY RAZI, F. et al. A Hybrid Grey Based KOHONEN Model and Biogeography-Based Optimization for Project Portfolio Selection. **Journal of Applied Mathematics**, v. 2014, p.

1–12, 2014.

FERNANDEZ, E. et al. Application of the non-outranked sorting genetic algorithm to public project portfolio selection. **Information Sciences**, v. 228, p. 131–149, 2013.

GAREL, G. A history of project management models: From pre-models to the standard models. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 5, p. 663–669, 2013.

GASNIER, D. **Guia Prático para Gerenciamento de Projetos: Manual de sobrevivência para os profissionais de projetos**. São Paulo: Instituto IMAM, 2010.

GHAPANCHI, A. H. et al. A methodology for selecting portfolios of projects with interactions and under uncertainty. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 7, p. 791–803, 2012.

GILL, P. E. et al. George B. Dantzig and systems optimization. **Discrete Optimization**, v. 5, n. 2, p. 151–158, 2008.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. [s.l: s.n.].

GUTJAHR, W. J. Optimal dynamic portfolio selection for projects under a competence development model. **OR Spectrum**, v. 33, n. 1, p. 173–206, 2009.

GUTJAHR, W. J. et al. Multi-objective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. **European Journal of Operational Research**, v. 205, n. 3, p. 670–679, 2010.

GUTJAHR, W. J.; FROESCHL, K. A. Project portfolio selection under uncertainty with outsourcing opportunities. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 25, n. 1-2, p. 255–281, 2013.

HALL, J. A. J. Towards a practical parallelisation of the simplex method. **Computational Management Science**, v. 7, n. 2, p. 139–170, 2010.

HALL, N. G. Project management: Recent developments and research opportunities. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, v. 21, n. 2, p. 129–143, 2012.

HASSANZADEH, F.; NEMATI, H.; SUN, M. Robust optimization for interactive multiobjective programming with imprecise information applied to R&D project portfolio selection. **European Journal of Operational Research**, v. 238, n. 1, p. 41–53, 2014.

HELDMAN, K. **Gerencia de Projetos: Guia para o exame oficial do PMI**. São Paulo, SP: Elsevier Inc., 2009.

IAMRATANAKUL, S.; PATANAKUL, P.; MILOSEVIC, D. **Project portfolio selection: From past to present** 2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. **Anais...**2008

JAFARZADEH, M. et al. Optimal selection of project portfolios using reinvestment strategy

within a flexible time horizon. **European Journal of Operational Research**, v. 243, n. 2, p. 658–664, 2014.

JENG, D. J.; HUANG, K. Strategic project portfolio selection for national research institutes. **Journal of Business Research**, v. 68, p. 2305–2311, 2015.

KHALILI-DAMGHANI, K. et al. A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection. **Information Sciences**, v. 220, p. 442–462, 2013.

KHALILI-DAMGHANI, K.; SADI-NEZHAD, S.; TAVANA, M. Solving multi-period project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. **Information Sciences**, v. 252, p. 42–61, 2013.

KHALILI-DAMGHANI, K.; TAVANA, M.; SADI-NEZHAD, S. An integrated multi-objective framework for solving multi-period project selection problems. **Applied Mathematics and Computation**, v. 219, n. 6, p. 3122–3138, 2012.

KLASTORIN, T. **Project Management: Tools and Trade-offs**. Nova Jérsei, EUA: Pearson Learning Solutions, 2004.

KLEIN, L.; BIESENTHAL, C.; DEHLIN, E. Improvisation in project management: A praxeology. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 2, p. 267–277, 2015.

KORNFELD, B. Selection of Lean and Six Sigma projects in industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 1, p. 4–16, 2013.

KORNFELD, B. J.; KARA, S. Project portfolio selection in continuous improvement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 10, p. 1071–1088, 2011.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Analyzing project management research: Perspectives from top management journals. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 5, p. 435–446, 2009.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional** São Paulo, SPElsevier, , 2007.

LARSON, E. W.; GRAY, C. F. **Project Management - the managerial process**. 5. ed. Nova Iorque: [s.n.].

LI, X. et al. An extended model for project portfolio selection with project divisibility and interdependency. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, p. 1–20, 2015.

LIESIÖ, J.; MILD, P.; SALO, A. Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. **European Journal of Operational Research**, v. 190, n. 3, p. 679–695, 2008.

LIESIÖ, J.; PUNKKA, A. Baseline value specification and sensitivity analysis in multiattribute project portfolio selection. **European Journal of Operational Research**, v. 237, n. 3, p. 946–956, 2014.

LIESIÖ, J.; SALO, A. Scenario-based portfolio selection of investment projects with incomplete probability and utility information. **European Journal of Operational Research**, v. 217, p. 162–172, 2012.

LOPES, Y.; COSTA, A. P. C. S. Modelo de Decisão para Seleção de Sistemas de Informação Baseado em Decisão Multicritério e Programação Inteiro 0-1. **Revista Gestão Industrial**, v. 03, n. 04, p. 135–146, 2007.

MIR, F. A.; PINNINGTON, A. H. Exploring the value of project management: Linking Project Management Performance and Project Success. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 2, p. 202–217, 2014.

MOHAGHEGHI, V.; MOUSAVI, S. M.; VAHDANI, B. A New Optimization Model for Project Portfolio Selection Under Interval-Valued Fuzzy Environment. **Arab J Sci Eng**, v. 40, p. 3351–3361, 2015.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: Curso Introdutório**. São Paulo, SP: Thompson Learning, 2010.

MORRIS, P.; PINTO, J.; SÖDERLUND, J. **The Oxford Handbook of Project Management**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2010.

MUELLER, A. P. M. **Novas Práticas de Planejamento e de Gestão Estratégica no Banco Central do Brasil** IV Congresso CONSAD de Gestão Pública. **Anais...** Brasília, DF: 2011

NASH, J. C. The (Dantzig) simplex method for linear programming. **Computing In Science & Engineering**, v. 2, n. 63, p. 29–31, 2000.

OLIVEIRA, F. F.; FERREIRA, R. J. P. **Análise das Contribuições da Pesquisa Operacional para as Decisões de Layout em Gestão da Produção: Uma Revisão da Literatura** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Belo Horizonte, MG: 2011

ÖZKIR, V.; DEMIREL, T. A fuzzy assessment framework to select among transportation investment projects in Turkey. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p. 74–80, 2012.

PEMSEL, S.; WIEWIORA, A. Project management office a knowledge broker in project-based organisations. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 1, p. 31–42, 2013.

PEREZ, F.; GOMEZ, T. Multiobjective project portfolio selection with fuzzy constraints. **Annals of Operations Research**, p. 1–23, 2014.

PMI. **The Standard for Portfolio Management**. Pensilvânia, EUA: Project Management Institute, Inc, 2006.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBok)**. [s.l: s.n.]. v. 1

PRADO, D. **Programação Linear**. Nova Lima, MG: INDG: Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

RAFIEE, M.; KIANFAR, F. A scenario tree approach to multi-period project selection problem using real-option valuation method. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 56, n. 1-4, p. 411–420, 2011.

RAVANSHADNIA, M.; RAJAIE, H.; ABBASIAN, H. R. Hybrid fuzzy MADM project-selection model for diversified construction companies. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 37, n. 8, p. 1082–1093, 2010.

SANCHES, A. L.; MARINS, F. A.; MONTEVECHI, J. A. **Proposta para modelagem do sequenciamento de linhas de montagem múltiplas em ambiente de produção enxuta utilizando simulação**. XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. **Anais...2009**

SHENHAR, A. J. One Size Does Not Fit All Projects: Exploring Classical Contingency Domains. **Management Science**, v. 47, n. 3, p. 394–414, 2001.

SHOU, Y.; HUANG, Y. Combinatorial auction algorithm for project portfolio selection and scheduling to maximize the net present value. **Journal of Zhejiang University SCIENCE C**, v. 11, n. 7, p. 562–574, 2010.

SMITH-PERERA, A. et al. A Project Strategic Index proposal for portfolio selection in electrical company based on the Analytic Network Process. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 6, p. 1569–1579, 2010.

SÖDERLUND, J. Pluralism in Project Management: Navigating the Crossroads of Specialization and Fragmentation. **International Journal of Management Reviews**, v. 13, n. 2, p. 153–176, 2011.

TAHA, H. A. **Operations Research: An Introduction** Arcansas, EUAPrentice Hall, , 2010.

TAVANA, M. et al. A fuzzy hybrid project portfolio selection method using Data Envelopment Analysis, TOPSIS and Integer Programming. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 22, p. 8432–8444, 2015.

TAVANA, M.; KHALILI-DAMGHANI, K.; ABTAHI, A.-R. A fuzzy multidimensional multiple-choice knapsack model for project portfolio selection using an evolutionary algorithm. **Annals of Operations Research**, v. 206, n. 1, p. 449–483, 2013.

TAVANA, M.; KHALILI-DAMGHANI, K.; SADI-NEZHAD, S. A fuzzy group data envelopment analysis model for high-technology project selection: A case study at NASA. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, n. 1, p. 10–23, 2013.

URLI, B.; TERRIEN, F. Project portfolio selection model, a realistic approach. **International Transactions in Operational Research**, v. 17, n. 6, p. 809–826, 2010.

VILKKUMAA, E. et al. Fostering breakthrough technologies — How do optimal funding decisions depend on evaluation accuracy? **Technological Forecasting and Social Change**, v.

96, p. 173–190, 2015.

VILKKUMAA, E.; LIESIÖ, J.; SALO, A. Optimal strategies for selecting project portfolios using uncertain value estimates. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n. 3, p. 772–783, 2014.

WEI, C.; CHANG, H. A new approach for selectin portfolio of new product development projects. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 429–434, 2011.

XIDONAS, P. et al. Environmental corporate responsibility for investments evaluation: an alternative multi-objective programming model. **Annals of Operations Research**, p. 1–19, 2015.

YANG, M. F.; LIN, Y. Applying fuzzy multi-objective linear programming to project management decisions with the interactive two-phase method. **Computers and Industrial Engineering**, v. 66, n. 4, p. 1061–1069, 2013.

YU, L. et al. Genetic algorithm-based multi-criteria project portfolio selection. **Annals of Operations Research**, v. 197, n. 1, p. 71–86, 2012.

YUNNA, W. et al. On the Method and Model of Energy Enterprise Project Portfolion Selection and Optimal Allocation of Resources. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 48, n. 1, p. 612–619, 2013.

ANEXOS

Anexo A. Modelo computacional proposto

Parte I

Variáveis Função Objetivo	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21
	4	5	1	2	3	8	6	5	1	7	1	6	6	9	2	7	5	4	9	7	4
Horas Pró-Reitor	8	8	8	40	4	4	4	80	20	12	4	4	4	4	20	16	4	8	8	8	8
Horas DIx de PqG	20	4	20	20	4	20	40	20	4	16	4	16	4	4	16	4	16	8	30	30	32
Horas DIx de Pesquisa	8	40	20	20	4	4	10				4	4	4	4	16			16	6	6	8
Horas Coord. de Pesquisa	20	40	20	20	8						12	12	8	16	8			32	8	8	8
Horas Coord. de Organismo	20			20	8	8	80	40	30		12	10	10	8	8			8	8	40	2
Horas Secretarias				20		8				16	20	8	16	8	8			80	30	80	
Projetos Operacionais (Pró-reitor)																					
Projetos Operacionais (DIx de Pesquisa)																					
Projetos Operacionais (Pró-reitor)																					
Projetos Operacionais (DIx de PqG)																					
Projetos Obrigatórios																					
Horas Estratégicas																					
Projetos Operacionais (Pró-reitor)	1																				
Projetos Operacionais (DIx de Pesquisa)		1																			
Projetos Operacionais (Pró-reitor)			1																		
Projetos Operacionais (DIx de PqG)				1																	
Projetos Obrigatórios					1																
Horas Estratégicas						1															
Projetos Operacionais (Pró-reitor)							1														
Projetos Operacionais (DIx de Pesquisa)								1													
Projetos Operacionais (Pró-reitor)									1												
Projetos Operacionais (DIx de PqG)										1											
Projetos Obrigatórios											1										
Horas Estratégicas												1									
Projetos Operacionais (Pró-reitor)													1								
Projetos Operacionais (DIx de Pesquisa)														1							
Projetos Operacionais (Pró-reitor)															1						
Projetos Operacionais (DIx de PqG)																1					
Projetos Obrigatórios																	1				
Horas Estratégicas																		1			
Projetos Operacionais (Pró-reitor)																			1		
Projetos Operacionais (DIx de Pesquisa)																				1	
Projetos Operacionais (Pró-reitor)																					1
Projetos Operacionais (DIx de PqG)																					
Projetos Obrigatórios																					

Os valores de Xi devem ser binários, ou seja, assumir obrigatoriamente os valores 0 e 1

Solução

