



Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello

Estudo de caso sobre as principais abordagens de gestão de portfólio com foco na gestão de riscos aplicado ao portfólio de projetos de investimento de uma empresa de energia

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. José Paulo Teixeira

Rio de Janeiro
Janeiro de 2014



Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello

Estudo de caso sobre as principais abordagens de gestão de portfólio com foco na gestão de riscos aplicado ao portfólio de projetos de investimento de uma empresa de energia

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. José Paulo Teixeira

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Dr. Luís Alberto Melquíades Leite

Petróleo Brasileiro – Rio Janeiro/Matriz

Prof. Fabricio Oliveira

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 2014

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) em 2005. Pós graduada em Engenharia Econômica e Financeira pelo Laboratório de Tecnologia, Gestão de Negócios e Meio Ambiente (LATEC) da Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2007. Engenheira de Produção da Petrobras desde 2008, atualmente atua como coordenadora na área de Gestão de Portfolio. Tem experiência na área de Controles Internos, com ênfase em análise de riscos, e na área de Estratégia Corporativa, atuando principalmente com gestão de portfolio de projetos.

Ficha Catalográfica

Mello, Priscila de Britto Pereira Bandeira de

Estudo de caso sobre as principais abordagens de gestão de portfolio com foco na gestão de riscos aplicado ao portfolio de projetos de investimento de uma empresa de energia / Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello; orientador: José Paulo Teixeira. – 2014.

76 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2014.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gestão de Portfolio. 3. Projetos de Investimento. 4. Gestão de riscos. 5. PMI. 6. Teoria Moderna de Portfolio. 7. Otimização. I. Teixeira, José Paulo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

A Deus, pela benção da vida, por iluminar o meu caminho e pela força no desempenho de todas as minhas atividades;

Aos meus pais Margarida e Carlos Bandeira de Mello, pela educação, exemplo, amor e confiança incondicional de todas as horas.

Ao meu marido Thiago Musa, parceiro e companheiro, e nosso filho, hoje ainda em meu ventre, por serem minha grande alegria de viver.

À Petrobras, empresa em que trabalho, pela inspiração que me move na busca por mais conhecimento e pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

Ao meu gerente e mestre Hermes Gomes, pela motivação, pelo reconhecimento, por ressaltar a importância do conhecimento acadêmico e por me proporcionar todo suporte necessário durante o curso de mestrado, sem o qual esse trabalho não teria sido realizado.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, por tornarem meus dias mais ricos e pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador e professor José Paulo Teixeira, pelo apoio, paciência e compreensão para a realização deste trabalho.

Ao Professor Fabrício Oliveira, pela atenção, confiança e estímulo, que foram fundamentais para o direcionamento, evolução e conclusão desta dissertação.

Ao colega e Doutor Luís Alberto Leite, pela disponibilidade, incentivo e pelas importantes contribuições no andamento deste estudo.

A todos os professores e funcionários do Departamento, em especial à Claudia Teti, pelos ensinamentos, eficiência e ajuda em tudo que precisei para chegar até aqui.

A todos meus amigos e familiares, em especial meu sobrinho Miguel Bandeira de Mello, que de uma forma ou de outra me estimularam ou me ajudaram na conclusão deste trabalho.

Resumo

Mello, Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello; Teixeira, José Paulo (Orientador). **Estudo de caso sobre as principais abordagens de gestão de portfólio com foco na gestão de riscos aplicado ao portfólio de projetos de investimento de uma empresa de energia**. Rio de Janeiro, 2014. 76p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Atualmente, a importância do tema gestão de portfólio vem aumentando nas grandes corporações, muitos estudos relevantes surgem ou são revisitados em função disso. Destacam-se três principais abordagens: as melhores práticas sugeridas para a gestão de portfólio de projetos de investimento, a Teoria Moderna de Portfólio, mais voltada para ativos financeiros, e a aplicação de técnicas de otimização de portfólio. Sendo assim, o presente estudo visa aprofundar os conceitos em cada uma das três abordagens destacadas, buscando compreender suas sinergias e diferenças. Em qualquer das três abordagens, pode ser observada a presença da gestão dos riscos do portfólio, mostrando que esta é um elemento chave em sua gestão. Com isso, o presente estudo visa comparar a gestão de portfólio realizada em uma empresa de energia com cada uma das três abordagens, contendo uma análise crítica a respeito da gestão de riscos.

Palavras-chave

Gestão de portfólio; projetos de investimento; gestão de riscos; PMI; teoria moderna de portfólio.

Abstract

Mello, Priscila de Britto Pereira Bandeira de Mello; Teixeira, José Paulo (Advisor). **A case study about the main portfolio management approaches, focusing on risk management, applied to an investment project portfolio of an energy company.** Rio de Janeiro, 2014. 76p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Currently, the importance of portfolio management just increases and many relevant studies and theories were elaborated considering this topic. Three main approaches can be highlighted: the best practices suggested for portfolio management of investment projects, the Modern Portfolio Theory, related more with financial assets, and the application of portfolio optimization techniques. Thus, this study aims to go deeper on the concepts considering each of the three approaches outlined, seeking to understand their synergies and differences. In all three approaches, the presence of portfolio risk management can be observed, showing that this is a key element in managing the portfolio. Thus, the present study aims to compare the management of portfolio held in an energy company with each of the three approaches, containing a critical analysis regarding risk management processes.

Keywords

Portfolio management; investment projects; risk management; PMI; portfolio modern theory.

Sumário

1. Introdução	11
1.1. Metodologia.....	13
1.1.1. Tipo de Pesquisa.....	13
1.2. Questões e proposições da pesquisa	15
1.3. Estrutura analítica da pesquisa	15
2. Revisão bibliográfica	17
2.1. Conceitos sobre gestão de portfolio de projetos de investimento e o PMI.....	17
2.1.1. A prática da gestão de portfolio de projetos e o padrão PMI	20
2.2.2 Processos relacionados ao gerenciamento de risco de acordo com o PMI...	26
2.2. Teoria moderna de portfolio aplicada a portfolio de projetos	32
2.3. A pesquisa operacional aplicada a gestão de portfolio.....	38
2.3.1. Medidas de Risco	41
2.4. Considerações finais sobre o capítulo	50
3. Caracterização da gestão de portfolio da empresa estudada	52
3.1. Aplicação das melhores práticas de gestão de portfolio e o padrão PMI na gestão corporativa do portfolio.....	54
3.2. Aplicação da teoria moderna de portfolio na gestão corporativa do portfolio	59
3.3. Aplicação da pesquisa operacional na gestão corporativa do portfolio.....	60
3.4. Análise crítica com foco no gerenciamento de riscos	62
4. Conclusão	68
5. Referências bibliográficas.....	71

Lista de figuras

Figura 1 – Matriz energética mundial por oferta de energia primária ano base 2009	11
Figura 2 – Matriz Energética brasileira por oferta de energia primária ano base 2011	12
Figura 3 – Gestão de Portfolio no contexto da organização.....	19
Figura 4 – Processos de Gerenciamento de Portfolio – Ilustração de Alto Nível	21
Figura 5 – Processos do Grupo de Alinhamento de Gerenciamento de Portfolio – Ilustração de Alto Nível	22
Figura 8 – Principais métodos de análise de decisão multicritério.....	24
Figura 9 – Exemplo de Gráfico Bolha.....	26
Figura 10 – Processos de Gerenciamento de Portfolio – Ilustração de Alto Nível	27
Figura 11 – Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe	28
Figura 12 – Matriz de Probabilidade e Impacto	29
Figura 13 – Diagrama de Tornado.....	30
Figura 14 – Fronteira Eficiente.....	34
Figura 15 – Comparações de funções de probabilidades acumuladas $F(R)$	43
Figura 15 – Plano de Negócios da empresa em estudo	52
Figura 16 – Processos de Gerenciamento de Portfolio – Ilustração de Alto Nível	54
Figura 17 – Exemplo do caminho de um projeto até chegar à carteira corporativa	57
Figura 19 – Esquema sobre a análise crítica	66

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela resumo dos processos de alinhamento sugeridos pelo PMI.....	38
Tabela 2 – Projetos propostos A, B, C, D e E	39
Tabela 3 – Avaliação das medidas de risco	45
Tabela 4 – Extensão das piores perdas observadas	47

*Não deixe que ninguém tire sua esperança.
Deus dá as batalhas mais difíceis aos melhores soldados.
Papa Francisco.*

1

Introdução

Desde a Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são intensamente influenciadas pela oferta de energia. A energia é essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais de todos os países. A matriz energética consiste, numa definição simplificada, de uma descrição de toda a produção e consumo de energia, discriminada por fonte de produção e setores de consumo. A figura a seguir mostra a matriz energética mundial por oferta de energia primária, em 2009:

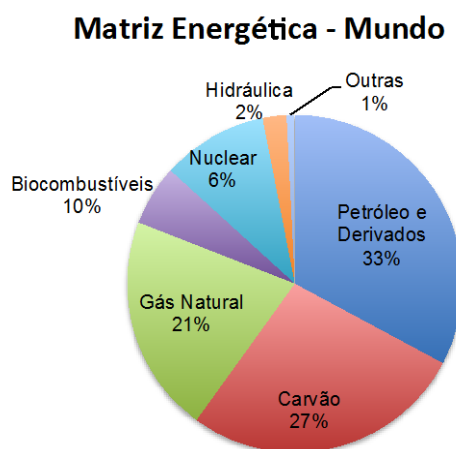


Figura 1 – Matriz energética mundial por oferta de energia primária ano base 2009
Fonte: International Energy Agency (2011).

No Brasil, a configuração da matriz energética é diferente da matriz mundial, impulsionada pelo enorme potencial hídrico do país e pelo programa governamental de incentivo a biocombustíveis, como pode ser observado a seguir:

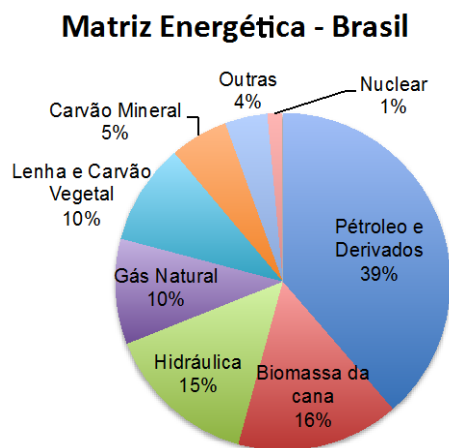


Figura 2 – Matriz Energética brasileira por oferta de energia primária ano base 2011
Fonte: Brasil (2012).

No entanto, pode ser observado nas duas matrizes a predominância de Petróleo e Derivados, bem como a importância de Gás Natural e de Biocombustíveis.

A empresa da qual se trata esse estudo é uma empresa de energia e atua de forma integrada nas atividades de exploração e produção de petróleo, refino, comercialização, transporte, petroquímica, distribuição de derivados, gás natural, biocombustíveis e energia elétrica. Para isso, possui mais de cem plataformas de petróleo, dezesseis refinarias, trinta mil quilômetros de dutos, mais de seis mil postos de combustíveis e está presente em vinte e oito países, além do Brasil.

A previsão de investimentos para os próximos cinco anos é de mais de US\$ 200 bilhões, entre os diversos segmentos. As proporções desta empresa resultam na especificidade e alta complexidade envolvidas na gestão de seu portfólio de projetos e, consequentemente, na magnitude do risco associado.

Neste sentido, muitos estudos relevantes que passam por temas ligados à gestão de portfólio foram elaborados ao longo dos últimos anos nesta empresa, como teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias de pós-graduação e artigos citados em renomadas revistas científicas. Estudos que exemplificam o exposto são: Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo (Dias, 2005), Otimização de portfólio de ativos reais utilizando uma medida de risco coerente (Bruno, 2008), Seleção de Projetos de Investimento no Segmento de Petróleo de uma empresa de energia: uma aplicação da teoria de carteiras na avaliação de ativos reais (Simplício & Leme, 2012), Opções

Reais sob Incerteza Knightiana na Avaliação Econômica de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (Leite, 2011), Teoria de carteiras na seleção de projetos de investimento em petróleo (Simplicio *et al.*, 2012), Otimização sob incerteza de carteiras de investimentos: aplicação à cadeia integrada de petróleo e derivados (Carneiro, 2008), dentre outros.

No entanto, observa-se que a maioria destes estudos é especializada em alguma parte do todo, segregando as áreas de atividade da companhia ou segmentando o portfolio e, desta forma, obtendo parâmetros comuns a serem trabalhados. Como por exemplo: tratar das particularidades de projetos de pesquisa e desenvolvimento ou especificamente de projetos de produção de petróleo, ou ainda de projetos na área de refino. O universo de cada uma destas atividades apresenta características que permitem uma composição de projetos similares, o que possibilita uma análise do portfolio com maior profundidade.

Por isso, surge a necessidade de novos estudos quando se questiona como trabalhar com o portfolio completo desta companhia, considerando a integração de todas as áreas de atuação, mapeando suas sinergias e interdependências, considerando diferentes parâmetros de risco, buscando identificar as principais dificuldades para a gestão do portfolio de projetos de investimento, bem como seus riscos em âmbito corporativo.

Portanto, o presente trabalho busca trazer contribuições para o caso referente ao portfolio completo e integrado do maior agente da indústria de energia no Brasil.

1.1 Metodologia

1.1.1 Tipo de Pesquisa

Vergara (2007) afirma que há várias taxonomias de tipos de pesquisa e propõe dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, uma pesquisa pode ser: exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada ou intervencionista. Quanto aos meios de investigação, pode ser: pesquisa de campo, de laboratório, telematizada, documental, bibliográfica, experimental, *ex post facto*, participante, pesquisa ação ou estudo de caso.

A metodologia utilizada na presente pesquisa é o estudo de caso. Segundo Vergara (2007), estudo de caso é o circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essas como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país. Tem caráter de profundidade e detalhamento.

A escolha deste método foi condicionada aos objetivos propostos, possuindo um caráter exploratório, uma vez que é necessário buscar maior conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa. Vergara (2007) explica que a investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.

Vergara (2007) diz ainda que os tipos de pesquisa não são mutuamente excludentes, podendo uma mesma pesquisa ser ao mesmo tempo bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso.

Mattar (1993) afirma que todas as pesquisas tem aspectos exploratórios, e são raras aquelas cujo problema de pesquisa e objetivos estejam tão bem definidos que possam prescindir de atividades de pesquisa exploratória.

Com relação ao método de estudo, Lazzarini (1997) afirma que novas linhas de pesquisa em ciências sociais têm buscado considerar aspectos mais gerais de um problema, tornando a abordagem mais contextual, sendo que dentre os métodos qualitativos, o estudo de caso é muito útil a este enfoque, pois o seu principal objetivo é contextualizar e aprofundar o estudo do problema. Este tipo de método de pesquisa se encaixa muito bem na análise abrangente que se pretende realizar.

Segundo Yin (1990), o método do estudo de caso é uma pesquisa empírica, onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas e investiga um fenômeno contemporâneo, inserido em seu contexto real, quando não existe uma clara fronteira entre o fenômeno e o contexto.

Tais características do estudo de caso se adequam perfeitamente a essa pesquisa. Pode-se afirmar que trata-se de pesquisa empírica, considerando que a mesma aborda a aplicação de métodos de gestão de portfolio na empresa analisada. O fenômeno estudado é contemporâneo, e está inserido em seu contexto real por se tratar de uma análise crítica da gestão de portfolio como é realizada hoje na empresa analisada. Por fim, para alcançar os objetivos do

estudo, foi necessário buscar elementos explicativos em outros contextos, não possuindo, portanto, um limite definido entre o contexto e o fenômeno.

1.2

Questões e proposições da pesquisa

No que se refere à definição do problema, o presente estudo apresenta um pergunta principal: A gestão corporativa dos riscos do portfolio de projetos e programas de investimento, como é feita atualmente na empresa estudada, pode ser considerada eficaz? Como pode ser melhorada?

Associado a esta pergunta estabeleceu-se como objetivo geral a avaliação da gestão corporativa de portfolio dentro da empresa estudada. Para se alcançar esse objetivo geral, foram definidos três objetivos específicos que buscam avaliar a gestão de portfolio sob diferentes aspectos, como forma de levantar subsídios para responder à pergunta principal deste estudo.

Os propósitos de estudo dizem respeito ao que se investigou, com o objetivo de responder ao problema de pesquisa. A seguir estão descritos os respectivos propósitos de estudo, associados a cada objetivo específico:

- Análise da gestão de portfolio da empresa estudada comparando-a com as práticas consagradas de mercado, incluindo o gerenciamento de risco;
- Análise da gestão de portfolio da empresa estudada considerando a Teoria Moderna de Portfolio e;
- Análise da gestão de portfolio da empresa estudada considerando os fundamentos de pesquisa operacional determinística e estocástica.

1.3

Estrutura analítica da pesquisa

O presente estudo iniciará com o próximo capítulo, que traz uma revisão bibliográfica a respeito da gestão de portfolio de projetos e da gestão de riscos. Esse primeiro capítulo está dividido em 5 partes e tem como objetivo desenvolver uma base conceitual sobre a área de estudo, seguido da identificação de alguns elementos que venham a contribuir para o desenvolvimento da dissertação.

Para isto, a primeira parte convida à compreensão dos conceitos básicos envolvendo a gestão de portfolio de projetos de investimento e o posicionamento da gestão de portfolio dentro de uma empresa. A segunda traz um apanhado sobre as melhores práticas sugeridas para a gestão de portfolio de projetos e o gerenciamento do risco. A terceira traça um breve histórico da evolução da Teoria Moderna de Portfolio consagrada para ativos financeiros, fazendo um paralelo de sua aplicação para projetos de investimento. A quarta engloba a análise de riscos e a otimização de portfolio sob o ponto de vista da pesquisa operacional. E a quinta trata das considerações finais acerca do apanhado bibliográfico acima descrito.

Após o levantamento das informações, prossegue-se com a análise do caso. Inicialmente, caracteriza-se a gestão do portfolio corporativo na empresa estudada e descreve-se como é feita a gestão de risco deste portfolio atualmente. Através do referencial teórico definido na revisão da literatura sobre o assunto, busca-se o aprofundamento sobre as questões formuladas.

As respostas foram buscadas comparando as informações coletadas com o referencial teórico do estudo, tendo-se, portanto, as teorias propostas para a pesquisa como norteadores da análise, bem como das considerações e conclusões finais.

Por fim, as conclusões, tendo por base a análise crítica do caso, e, em seguida, as possíveis extensões do trabalho são o último texto a ser descrito no Capítulo 4.

2

Revisão bibliográfica

O presente capítulo tem como objetivo fazer um apanhado do que já existe na literatura que venha a corroborar o desenvolvimento das questões propostas. Sendo assim, serão trazidos os conceitos básicos envolvendo a gestão de portfolio de projetos de investimento e o posicionamento da gestão de portfolio dentro de uma empresa. Aliado a isso, serão apresentadas as melhores práticas sugeridas para a gestão de portfolio de projetos e o gerenciamento do risco. Em seguida, será traçado um breve histórico da evolução da Teoria Moderna de Portfolio consagrada para ativos financeiros, fazendo um paralelo de sua aplicação para projetos de investimento. A revisão bibliográfica finaliza abordando a otimização de portfolio sob o ponto de vista da pesquisa operacional e as medidas de risco usadas para isso.

2.1

Conceitos sobre gestão de portfolio de projetos de investimento e o PMI

Segundo o *Project Management Book Of Knowledge – PMBOK* (2010), guia elaborado para o gerenciamento de projetos pelo *Project Management Institute* (PMI): “um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.” Ainda de acordo com o PMI (2008), portfolio é um conjunto de projetos ou programas e outros trabalhos que são agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz com o objetivo de alcançar objetivos estratégicos. Os projetos ou programas do portfolio podem ou não ser diretamente relacionados ou interdependentes. São quantificáveis, isto é, podem ser mensurados, ranqueados e priorizados. O portfolio representa uma visão dos componentes selecionados e reflete as metas estratégicas da empresa. Desta forma, podemos dizer que o portfolio é a verdadeira intenção e direção da empresa.

A atividade de gerenciamento de portfólios inclui os processos de identificar as prioridades da empresa, para tomar as decisões de investimento e de alocação de recursos. O foco está em garantir que a empresa esteja fazendo os trabalhos corretos para o alcance dos objetivos estratégicos, e não que esteja executando de forma correta os trabalhos propostos, o que está na competência do gerenciamento de projetos. Desta forma, o gerenciamento de portfólio evita que projetos não alinhados com a estratégia corporativa ou que não sejam prioritários consumam recursos críticos. A preocupação principal é com a seleção do conjunto de projetos a serem executados e não com a entrega dos produtos de cada projeto, que é tratada no âmbito do gerenciamento do projeto.

Na verdade, os critérios de sucesso do projeto isoladamente serão direcionados pelos interesses do conjunto. Assim, o fator crítico de sucesso de cada projeto dependerá do papel que cada projeto desempenha para o conjunto de projetos, chamado portfólio.

O impacto do gerenciamento de portfólio na estratégia corporativa está relacionado a cinco aspectos, conforme explicitado a seguir:

1. Manutenção do alinhamento estratégico do portfólio: cada componente deve estar ligado a uma meta estratégica.
2. Alocação dos recursos financeiros: a prioridade de cada componente leva a decisão de alocação dos recursos financeiros.
3. Alocação dos recursos humanos: a prioridade de cada componente guia o planejamento de recursos.
4. Medição da contribuição dos componentes: cada componente deve ser medido em relação a sua contribuição à meta estratégica a qual se refere.
5. Gerenciamento do risco estratégico: cada componente deve ser medido em termos de riscos e de como pode afetar o alcance das metas estratégicas.

É necessário que o gerenciamento de portfólio seja integrado ao processo de planejamento estratégico. Assim, se uma estratégia for revista ou for determinado que ela não é mais válida, o portfólio deverá ser revisto e seus componentes reavaliados, garantindo que todos os componentes estejam de fato suportando a estratégia planejada. A Figura 3 a seguir mostra essa integração:



Figura 3 – Gestão de Portfólio no contexto da organização
Fonte: PMI (2008).

Já segundo Lowell & James (1999), portfólio é uma série de investimentos. Sinônimos incluem: coleção, agregado, variedade, agrupamento, acumulação, conjunto e sortimento. O autor afirma que o portfólio de projetos numa empresa desdobra a estratégia de investimento.

A gestão de portfólio de projetos é altamente relevante para o sucesso da estratégia de longo prazo de empresas orientadas para projetos. Tal atividade consiste da aplicação de um conjunto de ferramentas, habilidades, conhecimentos e técnicas a uma variedade de projetos de forma a definir quais devem seguir adiante e quais devem ser deixados de lado. Trata-se de um equacionamento entre metas estratégicas e táticas, envolvendo um balanceamento entre o que é possível e o que se deseja executar.

O conceito de gestão de portfólio se refere a organizações gerenciando seu conjunto de projetos com o mesmo rigor, balanceamento, liderança executiva e tomada de decisão, como existe na gestão de um portfólio de ativos financeiros. Numa organização orientada por projetos, estes são singulares e os mais significativos investimentos. Investimentos desta natureza devem ser tratados corporativamente, da perspectiva do plano estratégico e não meramente da perspectiva administrativa.

É importante salientar que, apesar do gerenciamento de portfólio estar se tornando uma prática cada vez mais difundida, não há uma só abordagem que se aplique a todas as organizações, indústrias ou culturas. Cada empresa possui suas especificidades, e um só modelo não conseguiria se encaixar e ser eficiente no gerenciamento de portfólio de todas as empresas sem que diversos ajustes fossem realizados. Assim, apesar de os modelos servirem de orientação, esses ainda precisam ser adaptados para que se obtenha bons resultados.

2.1.1

A prática da gestão de portfólio de projetos e o padrão PMI

De acordo com Lowell & James (1999), a vida dos projetos é dinâmica, por isso a gestão de portfólio deve acompanhar o mesmo dinamismo. Mesmo após definida a direção a ser seguida, é comum haver alterações no caminho. Por exemplo: um concorrente introduz um novo produto, tecnologias avançam, legislações são alteradas e outros. Assim, algumas vezes a seleção original deixa de ser a melhor. Então, ajustes devem ser realizados e a direção a seguir poderá ser redefinida. Nisso consiste a arte do gerenciamento de portfólio: definir a direção correta a seguir, selecionar o conjunto de projetos que permitirão o alcance dos objetivos e promover ajustes quando as circunstâncias assim demandarem.

Ainda segundo Lowell & James (1999), em geral, a gestão de portfólio trabalha com limitação de recursos (físicos e financeiros). A maior parte das empresas possuem mais oportunidades de investimento do que seus recursos limitados permitiriam executar. Assim, são necessários critérios de seleção que sejam dinâmicos e robustos o suficiente para identificar e selecionar os projetos que melhor reflitam a estratégia corporativa.

A diferença entre a necessidade de recursos e sua disponibilidade ainda é resolvida nos dias de hoje de forma empírica e intuitiva, ou seja, a decisão de quais objetivos e quais projetos realizar ainda é feita sem a existência de um processo organizacional estruturado.

O PMI, em seu consagrado Padrão para Gestão de Portfólio (2008), sugere que o gerenciamento de portfólio inclua processos de identificação, categorização, avaliação, seleção, priorização, balanceamento e autorização

dos componentes dentro do portfólio, além dos processos para o gerenciamento de riscos.

Em seguida, é proposto o monitoramento contínuo e acompanhamento do portfólio, reportando sua performance e o impacto no alcance da estratégia planejada. A equipe de gerenciamento de portfólio deverá também rever o balanceamento entre curto e longo prazos e entre riscos e benefícios.

Os processos do padrão citados acima são reconhecidos como as melhores práticas em gestão de portfólio, sendo considerados eficientes e eficazes pelo mercado. A Figura 4 a seguir mostra esses processos relacionados sugeridos pelo PMI (2008):

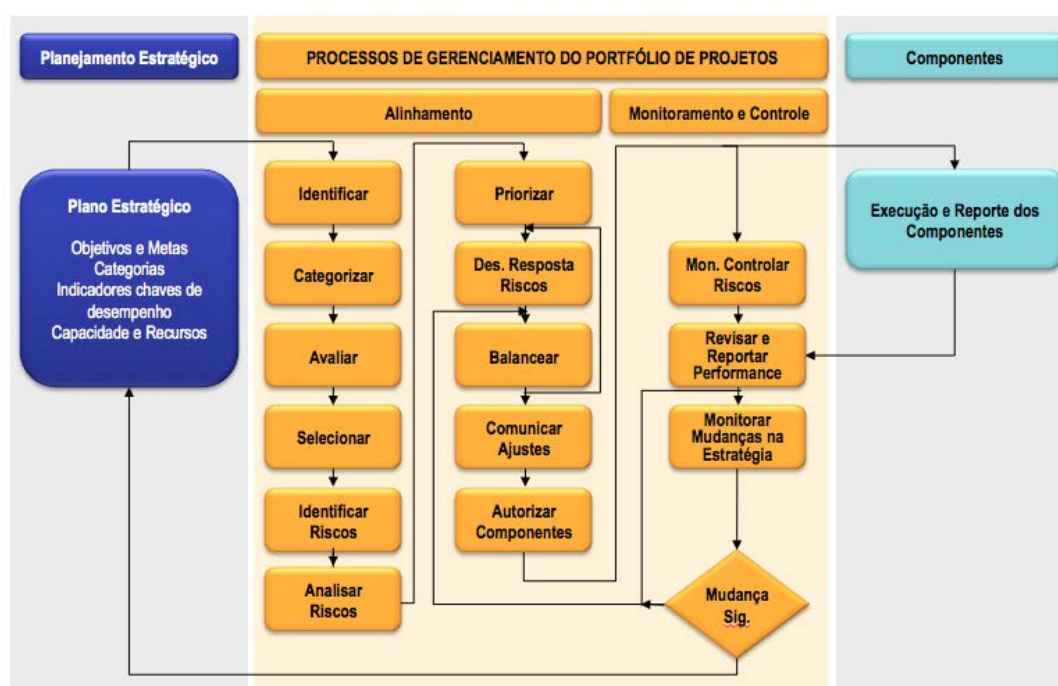


Figura 4 – Processos de Gerenciamento de Portfólio – Ilustração de Alto Nível
Fonte: PMI (2008).

Destes processos, destacam-se para o presente estudo os do Grupo de Alinhamento, que serão melhor descritos a seguir. Os processos que se referem ao gerenciamento de riscos (Identificar, Analisar e Des. Resposta aos Riscos) serão tratados de forma separada na Seção 3.2.1.

De acordo com o PMI (2008), o julgamento de especialistas deve ser considerado e utilizado em todos os processos que serão descritos, podendo ser aplicado em qualquer detalhe técnico e de gestão durante o processo. A forma explícita com a qual o PMI ressalta, repetidas vezes, a admissibilidade deste

julgamento, adiciona aos processos um caráter de subjetividade de extrema necessidade e valor para a adaptação do modelo às especificidades de cada empresa.

- Processos do Grupo de Alinhamento



Figura 5 – Processos do Grupo de Alinhamento de Gerenciamento de Portfolio – Ilustração de Alto Nível
Fonte: PMI (2008).

O processo de identificação tem como propósito a elaboração e documentação de uma lista de todos os componentes (projetos, programas e outros trabalhos) e seus fatores descritivos chave, considerando os componentes existentes e as novas propostas.

O processo de categorização envolve agrupar os componentes em categorias distintas nas quais um conjunto comum de filtros e critérios possa ser utilizado para medir os desempenhos, utilizando como base parâmetros comuns. Numa categoria, os componentes devem ter metas similares, podendo ser medidas numa mesma base para fins de comparação. O objetivo principal da categorização é permitir que haja um direcionamento de recursos que esteja de acordo com a estratégia da companhia.

O processo de avaliação consiste em pontuar os componentes através de um modelo a ser definido que considere critérios chaves ponderados, montar uma representação gráfica, visando facilitar a tomada de decisão no processo de seleção, e fazer recomendações.

Esse passo torna os componentes comparáveis baseado em critérios que devem ser cuidadosamente escolhidos. Exemplos de critérios são: de produção, como disponibilidade de tecnologia e impacto nos fornecedores; mercadológicos, como tamanho do mercado potencial e vida útil estimada do projeto; financeiros, como lucratividade e necessidade de investimento; de pessoal, como necessidade de treinamento e disponibilidade de recursos capacitados e; administrativos, como impacto político e ambiental.

A Figura 7 a seguir mostra um exemplo de tabela ponderada de critérios:

Critérios	Peso	Avaliação			Pontuação	Total
		Baixo	Médio	Alto		
Critério 1	20%	0	5	10	10	2
Critério 2	20%	0	5	10	10	2
Critério 3	15%	0	5	10	5	0.75
Critério 4	10%	0	5	10	10	1
Critério 5	10%	0	5	10	5	0.5
Critério 6	5%	0	5	10	0	0
Critério 7	5%	0	5	10	10	0.5
Critério 8	5%	0	5	10	5	0.25
Critério 9	5%	0	5	10	0	0
Critério 10	5%	0	5	10	5	0.25
Peso total:	100%				TOTAL:	7.25

Figura 7 – Modelo de Pontuação Multi-critério
Fonte: A autora (2014).

Neste exemplo, foram definidos dez critérios relevantes e atribuídos pesos a cada um deles. Em seguida, foi definido um modelo de pontuação para avaliar o impacto de um determinado componente em relação a cada critério definido, podendo ser baixo, médio ou alto. E a cada avaliação corresponde uma nota que será ponderada pelo peso de cada critério. Ao final, somam-se as notas ponderadas e obtém-se a nota do componente. Com isso, cada componente possuirá sua nota que poderá ser insumo para o processo de seleção e priorização dos componentes. Essa nota pode ser considerada consistente, pois todas foram calculadas tendo como base os mesmos critérios.

Inclui-se neste passo também a identificação das relações entre os projetos: dependências, redundâncias, sobreposição parcial e projetos mutuamente excludentes.

O processo de seleção visa avaliar o valor de cada projeto para a companhia, eliminar os que não se encaixam e selecionar aqueles que devem ir

para a priorização. Esse processo é crítico, pois efetivamente define o portfólio, ou seja, a decisão sobre que projetos serão realizados é tomada nesta etapa.

Para isso, as atividades chaves são: comparar os projetos pelos critérios pré-determinados para seleção, selecionar os projetos com base nos resultados da avaliação e elaborar uma lista para priorização. Esse passo compreende também avaliar a necessidade de recursos humanos, financeiros e físicos dos projetos verificando as restrições da companhia.

O processo de priorização objetiva ranquear e determinar quais são os componentes que devem receber as maiores prioridades no portfólio, garantindo um alinhamento ótimo com as estratégias da companhia. O PMI sugere um *ranking* resultante de uma comparação par a par, ou seja, uma comparação entre todos os projetos par a par para cada critério. Os critérios podem não ser os mesmos utilizados no passo anterior de seleção.

É importante esclarecer que, no conceito do PMI, todos os projetos e programas selecionados deverão ser realizados. A priorização significa estritamente a sequência, a ordem na qual os projetos serão executados.

Para esse passo, foi desenvolvida uma série de ferramentas multicritério, conforme mostra a Figura 8 a seguir:

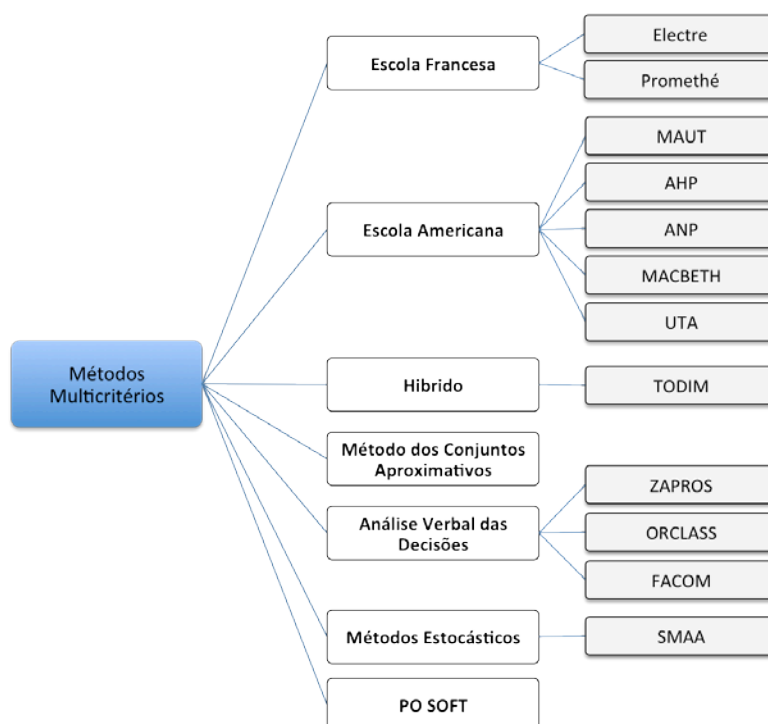


Figura 8 – Principais métodos de análise de decisão multicritério
Fonte: A autora (2014).

Entende-se por metodologias multicritério de apoio à decisão (*Multicriteria Decisions* - MCDA) um conjunto de técnicas que têm a finalidade de investigar um número de alternativas, considerando múltiplos critérios e objetivos em conflito (Gomes, 1999). Segundo relato de Gomes (1999), as principais são: a escola francesa e a americana. Os autores afirmam que “a escola francesa é baseada em relações de prevalência” enquanto a escola americana “reduz os vários critérios a um critério síntese, na grande maioria das vezes através de uma soma ponderada”.

Os principais métodos da escola francesa são os da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant La Réalité*) e os da família Prométhé (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*). Os principais métodos da escola americana são: MAUT (*Multiattribute Utility Theory*), AHP (*Analytic Hierarchy Process*), ANP (*Analytic Network Process*), MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) e UTA (*Utilité Aditive*).

As metodologias híbridas como o TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) utilizam conceitos de duas ou mais das escolas. A Análise Verbal de Decisões estrutura um problema pelo uso da linguagem comum usada pelo decisor, seus principais métodos são: ZAPROS, ORCLAS (*Ordinal CLASSification*) e PACOM (*PAired COMpensation*). Os métodos estocásticos como SMAA (*Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis*) são baseados na análise de espaço peso inverso. Por fim, o PO SOFT (Pesquisa Operacional SOFT) trata-se de abordagens para tomada de decisão em grupo.

O processo de balanceamento leva em conta as restrições existentes (financeiras, materiais, de recursos humanos, de fluxo de caixa e outras) e inclui a análise e gerenciamentos dos *trade-offs* dos objetivos, bem como curto e longo prazo, risco e retorno, dentre outros. Tal processo considera a análise de custo benefício, análise de cenários, análise de probabilidade (como árvores de decisão e simulação de Monte Carlo) e métodos de análise gráfica. Desses últimos, destaca-se o gráfico bolha, que permite a visualização de todo o portfolio num plano cartesiano, sendo cada eixo um critério e podendo ser o tamanho da bolha um terceiro critério, conforme exemplifica a Figura 9 a seguir:

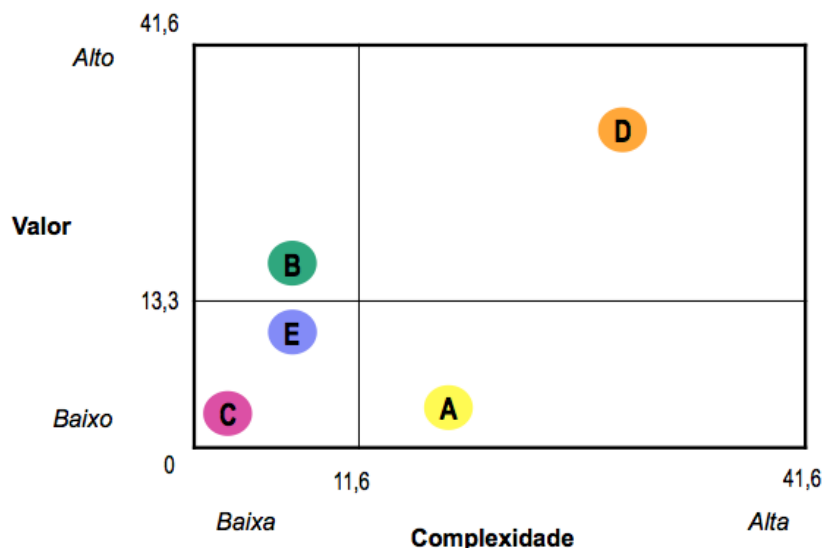


Figura 9 – Exemplo de Gráfico Bolha
Fonte: A autora (2014).

Os processos de comunicar e autorizar estão relacionados, respectivamente, à divulgação para os *stakeholders* (partes interessadas) sobre o portfolio e a formalização da alocação de recursos para os componentes do portfolio definido.

2.2.2

Processos relacionados ao gerenciamento de risco de acordo com o PMI

O conceito de risco na perspectiva do portfolio é um evento ou conjunto de eventos incerto ou condições que, se ocorrerem, surtirão um ou mais efeitos, positivos ou negativos, em pelo menos um objetivo estratégico do portfolio. Os riscos de portfolio podem ter uma ou mais causas e afetar um ou mais critérios de sucesso do portfolio. O objetivo do gerenciamento dos riscos do portfolio é aumentar a probabilidade e impacto dos riscos considerados positivos e reduzir probabilidade e impacto dos riscos considerados adversos ao portfolio.

Para isso, os riscos são divididos em duas categorias: conhecidos e desconhecidos. Os riscos conhecidos são aqueles identificados e analisados, para os quais é possível se planejar. Os riscos desconhecidos, no entanto, não podem ser tratados proativamente. Assim, uma resposta prudente seria alocar verbas para contingência. Também se deve fazer isso para os riscos

conhecidos, para os quais não seja viável ou possível desenvolver uma resposta específica e efetiva.

O sucesso do gerenciamento de risco depende dos seguintes fatores: considerar a tolerância ao risco que a organização deseja assumir e do comprometimento organizacional para lidar com o assunto.

Os processos de gerenciamento de riscos do portfólio, propostos pelo PMI, são: identificação dos riscos, análise dos riscos do portfólio, desenvolvimento de respostas aos riscos do portfólio e monitoramento e controle dos riscos do portfólio, conforme destacado na figura a seguir:

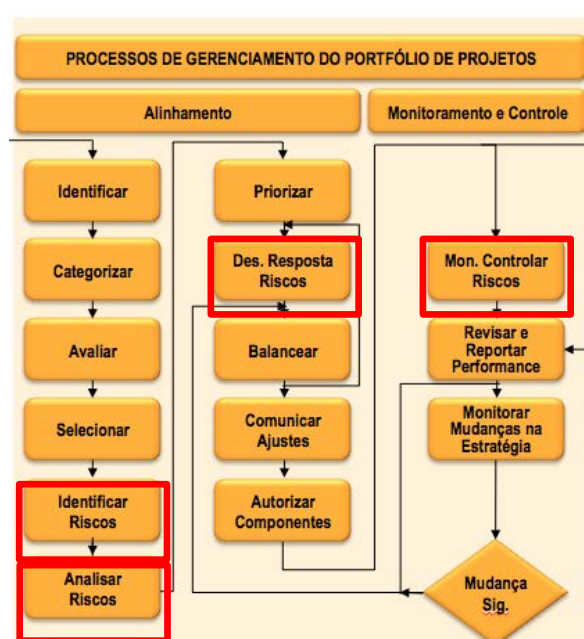


Figura 10 – Processos de Gerenciamento de Portfólio – Ilustração de Alto Nível
Fonte: com destaque para os processos relacionados a risco (PMI, 2008).

Estes processos interagem com os demais processos sugeridos pelo PMI para gestão de portfólio e devem ser definidos pelo menos uma vez, no momento da definição do portfólio, e depois, sistematicamente, durante a execução, a fim de identificar e tratar novos riscos que surjam no decorrer do ciclo de execução do portfólio.

O processo de identificação dos riscos consiste em revelar e documentar os riscos que possam afetar os objetivos do portfólio. Os riscos estão subdivididos em 3 categorias:

- riscos estruturais: relacionados a forma como o portfólio foi composto, desenvolvido, organizado e estruturado, resultantes das relações entre os componentes na perspectiva do portfólio;
- riscos dos componentes individualmente que afetem o portfólio e;
- riscos gerais, uma vez que a soma dos riscos individuais não leva ao nível de risco total, pois a interação entre os componentes altera o risco do portfólio.

A identificação de riscos do portfólio deve ser iterativa, dado que novos riscos podem surgir a todo momento. Além disso, tal identificação inclui a participação de gerentes das unidades, de projetos envolvidos, *stakeholders* e muitos outros agentes dentro da organização. Todos os envolvidos nos projetos devem ser encorajados a identificar riscos.

As atividades associadas ao processo de identificação dos riscos são: avaliação da documentação do portfólio; técnicas de coleta de informações, como: *brainstorming*, Técnica Delphi, entrevistas, identificação de causa raiz, análise SWOT; desenvolvimento de *checklist* baseado em informação histórica; análise das premissas e técnicas de diagramação como: diagrama de Ishikawa (ou espinha de peixe) para identificação de causa e efeito, fluxogramas, diagrama de influência, para mostrar a relação entre as variáveis e resultados, gráfico de componentes de risco e outros.

A Figura 11 a seguir é um exemplo do diagrama de Ishikawa:

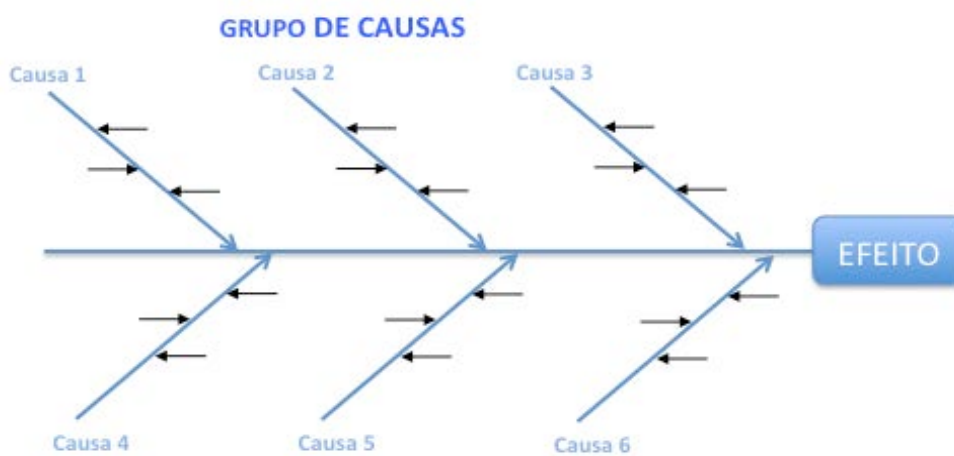


Figura 11 – Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe
Fonte: A autora (2014).

Os principais resultados deste processo são: a lista dos riscos identificados, os responsáveis pelos riscos, lista de respostas potenciais, causas raízes dos riscos e categorias de risco atualizadas.

O processo de análise de riscos do portfólio consiste em priorizar os riscos para ações futuras, através da probabilidade de ocorrência e o impacto de cada risco, caso ocorra, que resulta em uma análise numérica dos riscos selecionados.

Tanto a probabilidade quanto o impacto são definidos com base em entrevistas com pessoas que tenham experiência. Desta forma, são definidos níveis para probabilidade e escalas de impacto com base em alguns parâmetros (como custo e/ou prazo), a fim de reduzir a subjetividade da análise. Assim, os valores respondidos compõem a matriz abaixo, na qual os riscos são posicionados ressaltando seus níveis de criticidade para a companhia:

Matriz de Probabilidade e Impacto										
Probab.	Ameaças					Oportunidades				
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
Impacto	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05

Figura 12 – Matriz de Probabilidade e Impacto
Fonte: A autora (2014).

A interação e combinação dos efeitos entre os riscos também precisam ser avaliadas para se chegar ao nível de risco do portfólio. Uma análise de sensibilidade pode ajudar a determinar quais riscos possuem o maior impacto potencial. Um típico gráfico de análise de sensibilidade é o diagrama de tornado, que, em cada barra, mostra a contribuição de cada risco identificado para o alcance de um objetivo estratégico (por exemplo: rentabilidade), mantendo os demais riscos constantes. Quanto mais longa for a barra, maior a sensibilidade do objetivo estratégico ao fator de risco. O exemplo a seguir mostra um diagrama de tornado para um determinado objetivo estratégico:

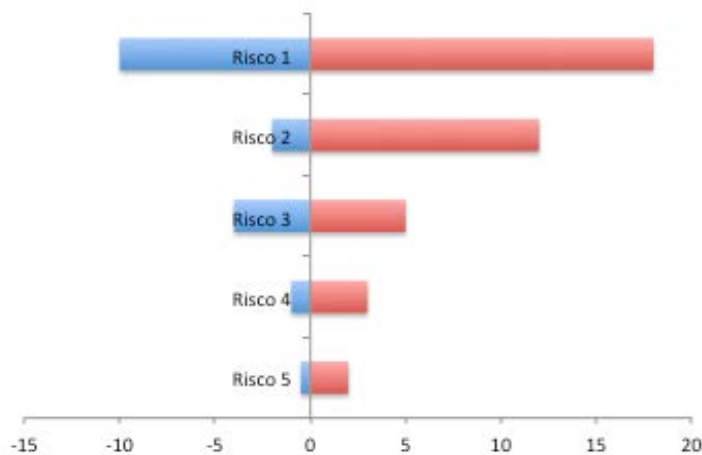


Figura 13 – Diagrama de Tornado
Fonte: A autora (2014).

Outras ferramentas utilizadas são as técnicas de simulação, como por exemplo, a Simulação de Monte Carlo, que consiste em gerar uma distribuição de probabilidades, por meio de repetidos sorteios, para a variável resultante de um modelo, combinando variáveis e parâmetros determinísticos com variáveis aleatórias, também representadas por distribuições de probabilidade.

Os principais produtos deste processo são: *ranking* relativo ou lista priorizada dos riscos do portfolio, riscos agrupados por categoria, riscos que exigem ações no curto prazo e outros.

O processo seguinte é o de desenvolver respostas aos riscos, levando em conta a lista priorizada dos riscos e os responsáveis por eles. Consiste em desenvolver ações visando aproveitar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do portfolio.

As estratégias de resposta aos riscos dependem da natureza do risco, assim os riscos são classificados em ameaças, quando apresentam impacto negativo caso ocorram, ou oportunidades no sentido oposto.

Para as ameaças, as respostas ao risco sugeridas são:

- . Evitar: consiste em eliminar a probabilidade de ocorrência do evento de risco;
- . Transferir: consiste em transferir parte ou todo o risco a um terceiro, como no caso de seguros ou mesmo cláusulas contratuais;

. Mitigar: consiste em diminuir a probabilidade de ocorrência do evento de risco ou reduzir seus impactos a níveis aceitáveis.

Para as oportunidades, as repostas ao risco sugeridas são:

- . Explorar: consiste em garantir que a oportunidade seja realizada;
- . Compartilhar: consiste em atribuir a um terceiro parte da oportunidade a fim de permitir explorá-la, capturando maior valor para o portfolio;
- . Melhorar: consiste em aumentar o tamanho da oportunidade, através de aumento de sua probabilidade ou impacto.

Estratégias de resposta ao risco que atendem aos dois tipos são:

- . Aceitar: consiste em não alterar o portfolio nem tomar nenhuma ação para o risco. Pode ser passiva, quando decide-se esperar o risco acontecer para lidar com ele, ou ativa, quando se estabelece uma contingência de recursos para lidar com ele.
- . Respostas de Contingência: preparar um plano de contingência para caso o risco ocorra.

Por fim, o processo de Monitorar e Controlar visa garantir o controle efetivo dos riscos do portfolio durante sua execução. Envolve as atividades de auditar os riscos, que documenta e registra a efetividade das respostas, variações e análises de tendência, que avaliam o quanto a execução está se afastando do planejado, e a reavaliação periódica, que identifica novos riscos.

De acordo com Rocha e Micelli (2011), o emprego do gerenciamento do risco em portfolio pelas empresas ainda é recente, por falta de bibliografia que trate de ameaças e oportunidades surgidas do processo de gerenciamento do portfolio, apesar do Padrão emitido pelo PMI, originalmente em 2006. Harmuch (2009) destaca a importância do gerenciamento de riscos na gestão do portfolio, citando alguns trabalhos que corroboram esse entendimento, tais como: Levine (2005), Williams e Parr (2004), McFarlan (2001) e Archer e Ghasemzadeh (1999).

Por fim, foi elaborada uma tabela resumo para consolidar as informações levantadas no capítulo 2.1 a respeito dos processos de alinhamento para o gerenciamento do portfólio sugeridos pelo PMI.

Tabela 1 – Tabela resumo dos processos de alinhamento sugeridos pelo PMI

PROCESSOS	OBJETIVOS	PRODUTOS
Identificar	Documentar todos os componentes e seus fatores descritivos chave	Lista de componentes existentes e novas propostas. Cada componente deve possuir uma ficha com seus dados relevantes
Categorizar	Definir categorias estratégicas e agrupar componentes em grupos com características comuns para que seja feito o direcionamento de recursos de acordo com as estratégias	Lista de componentes agrupados por categorias, compreendendo todos os componentes identificados divididos em todas as categorias estratégicas
Avaliar	Pontuar componentes de acordo com critérios chave definidos e ponderados, a fim de torna-los comparáveis	Crítérios chaves definidos e ponderados e pontuação de todos os componentes além de recomendações para apoiar o processo de seleção subsequente
Selecionar	Selecionar os componentes que deverão ser executados e os que deverão ser eliminados	Lista reduzida dos componentes com melhores chances de se transformarem em projetos ou programas para a organização
Identificar Riscos	Revelar e documentar riscos que possam afetar os objetivos do portfólio	Lista dos riscos identificados, responsáveis pelos riscos e causas raízes
Analisar Riscos	Priorizar riscos para ações futuras, considerando probabilidade de ocorrência e impacto caso ocorra	Lista dos riscos priorizados e agrupados por categorias
Priorizar	Ranquear e determinar quais componentes devem receber prioridade	Ranking e sequência de execução dos componentes
Des. Resposta Riscos	Desenvolver ações buscando aproveitar oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do portfólio	Respostas definidas para cada risco identificado
Balancear	Considerar as restrições existentes para definir quais componentes poderão ser de fato executados	Lista de componentes recomendados para autorização
Comunicar e Autorizar Componentes	Formalizar a alocação de recursos para os componentes do portfólio definido e divulgar o portfólio para os <i>stakeholders</i>	Aprovação e publicação do portfólio definido

Fonte: A autora (2014)

2.2

Teoria moderna de portfólio aplicada a portfólio de projetos

Segundo Santiago & Vakili (2005), o problema da construção de um portfólio eficiente é selecionar, dentre uma gama de investimentos disponíveis, aqueles capazes de resultar numa taxa de retorno definida como alvo minimizando o risco, medido pelo desvio padrão da taxa de retorno. A última metade do século passado testemunhou o desenvolvimento de uma sofisticada e madura teoria de seleção de portfólio para ativos financeiros, começando com a teoria de portfólio de Markowitz, na década de 50 (Markowitz, 1952).

Em 1952, Markowitz ressaltou a prática hoje comum a respeito da diversificação de ativos e demonstrou como os investidores podiam reduzir o risco através da redução do desvio padrão do retorno de seus portfólios. De acordo com Markowitz (1952), os investidores poderiam eliminar os riscos de investir exclusivamente numa ação, através da escolha de ações que tivessem movimentos não semelhantes. Ou seja, uma carteira de investimentos composta

por dois ou mais ativos pouco correlacionados pode resultar em um risco menor que a média ponderada dos riscos individuais, podendo até resultar em um nível de risco menor que o do ativo de menor risco, com um retorno maior que o deste ativo.

O retorno esperado do portfolio formado por n ativos é dado por:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n (w_i) E(R_i) \quad (1)$$

onde R_p é o retorno do portfolio, w_i é o percentual definido para o ativo i no portfolio, o somatório de w_i é igual a 1, e $E(R_i)$ é o retorno esperado para o ativo i .

O risco de cada ativo é dado pelo seu desvio padrão, que é a raiz quadrada da variância descrita na fórmula que se segue:

$$Var(R) = \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - E(R))^2 \quad (2)$$

A correlação citada, que uma vez trabalhada pode levar à redução do risco do portfolio, é calculada através da covariância para cada par de ativos.

$$Cov(i, j) = \sigma_{ij} = E \{ [R_i - E(R_i)] * [R_j - E(R_j)] \} \quad (3)$$

Através da covariância se define a correlação entre os ativos (ρ_{ij}):

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (4)$$

Desta forma, Markowitz (1952) definiu a variância do portfolio como sendo:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j Cov(i, j) \quad (5)$$

A combinação ou portfolio de ações e títulos que apresentavam um mínimo risco associado a um determinado retorno e foi chamada de fronteira eficiente, está representada no gráfico a seguir.

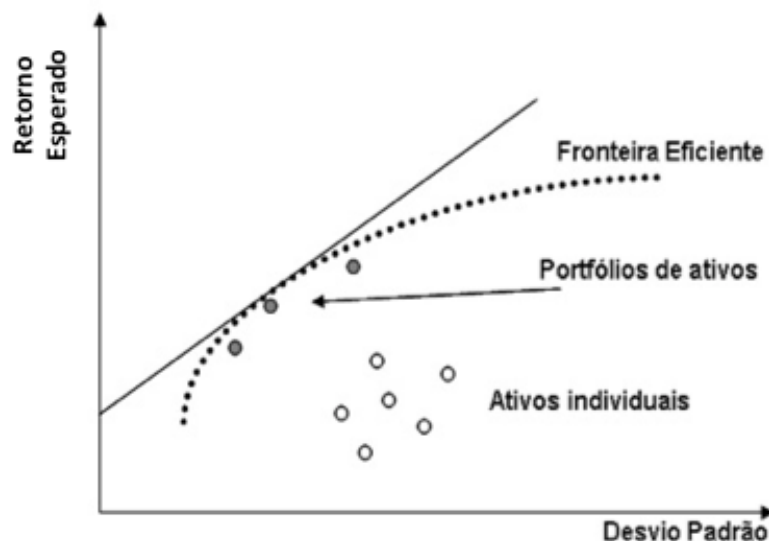


Figura 14 – Fronteira Eficiente
Fonte: Silva (2011).

Corrêa & Souza (2001) afirma que a fronteira eficiente é demonstrada graficamente pela parte superior da borda formada por todo o conjunto de combinações de carteiras e a descreve como o melhor conjunto possível de carteiras, isto é, todas as carteiras desta curva têm um mínimo nível de risco para dado nível de retorno ou o máximo nível de retorno para um dado nível de risco. Os investidores se concentrariam na seleção de uma melhor carteira na fronteira eficiente e ignorariam as demais consideradas inferiores.

Reilly & Brown (2009) afirmam que nenhum portfólio que compõe a fronteira eficiente domina qualquer outro que também a compõe. Todos os portfólios desta fronteira possuem diferentes riscos e retornos, considerando que os retornos aumentam conforme os riscos aumentam.

De acordo com Gropelli e Nikbakht (2005), o princípio aplicado à teoria de carteira é o mesmo que se aplica para qualquer tipo de ativo: maiores retornos estão associados a maiores riscos.

Reilly & Brown (2009) explicam ainda que, devido aos benefícios da diversificação entre ativos imperfeitamente correlacionados, espera-se que a fronteira eficiente seja composta por portfólios de investimentos e não por ativos individualmente.

Assim, Markowitz (1952) provou que as ações e títulos não deveriam ser avaliados individualmente, mas de acordo com a contribuição para o risco do portfólio. Com isso, surgiu a Teoria Moderna de Portfólio.

Segundo Orman & Duggan (1999), como a diversificação se tornou uma ferramenta extremamente poderosa para os investidores, começou a ser questionado se faria sentido também para uma empresa. De 1950 a 1970, a Teoria Moderna de Portfólio respondia enfaticamente que não. Diversificação corporativa era considerada redundante pois os investidores poderiam diversificar por si mesmos. Outras formas de gestão de risco também foram dadas como desnecessárias. Decisões sobre como financiar os investimentos eram consideradas sem consequência num mercado em pleno funcionamento. Neste sentido, *hedging* e outros instrumentos financeiros de gestão de risco eram considerados puramente financeiros e não afetavam o valor da empresa. O fundamento da Teoria Moderna de Portfólio era claro e objetivo: maximizar o valor da empresa, assim os investidores gerenciariam os riscos por si mesmos.

Baseado no esquema desenvolvido por Markowitz, foi desenvolvido na década de 60 o *Capital Asset Pricing Model* – CAPM, que estimou o prêmio de risco para uma ação individual, como sendo:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i (E(R_m) - R_f), \quad (6)$$

onde, R_i é o retorno do ativo i , R_f é o retorno do ativo livre de risco, R_m é o retorno do mercado e o β é a sensibilidade do ativo i em relação ao mercado, dada por:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\text{Var}(R_m)}, \quad (7)$$

onde $\text{Cov}(R_i, R_m)$ é a covariância entre o retorno do ativo i e o retorno do mercado e $\text{Var}(R_m)$ é a variância do mercado.

Segundo Ross *et al.* (2002), um ativo está sujeito a dois tipos de risco: sistemático, também chamado de risco de mercado, e não sistemático, também

chamado de risco diversificável, que é aquele que se pode ser eliminado através da diversificação. O desvio padrão mede o risco total de um ativo individual, ou seja, considera os dois tipos citados de risco. Já o beta (β_i) representa a influência do risco sistemático ou de mercado.

Por meio do CAPM, passou a ser possível comparar o retorno de seus investimentos com o retorno de capital exigido pelas fontes de recurso da empresa. Também através do CAPM, tornou-se possível calcular o custo médio ponderado de capital da empresa, também conhecido como WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) assim definido:

$$WACC = \left(\frac{D}{D+E} \right) K_d + \left(\frac{E}{D+E} \right) K_e \quad (8)$$

onde: D é o valor de mercado do passivo da empresa, E é o valor de mercado do patrimônio líquido da empresa, K_d é o custo da dívida e K_e é o custo da remuneração aos acionistas.

De acordo com Ross *et al.* (2002), o K_e é o retorno esperado calculado pela fórmula do CAPM, tendo por base o beta da empresa ou do segmento de atuação em que se encontra.

A partir de 1970, o fluxo de caixa baseado no custo médio ponderado de capital da empresa tornou-se o veículo mais utilizado pelas corporações para as tomadas de decisão. As oportunidades de investimento passaram a ser avaliadas por meio da análise de valores adequados para parâmetros essenciais dos projetos, a fim de gerar uma previsão de fluxo de caixa determinístico ao longo do ciclo de vida do investimento. Com esse método, os fluxos são trazidos a valor presente utilizando a taxa do custo médio ponderado de capital e, caso o valor presente líquido (VPL) do projeto seja negativo, significa que a implantação do projeto trará destruição de valor para a empresa. Assim, os gerentes foram providos com uma simples regra para decisão de investimento: se o VPL for positivo, o projeto deve ser considerado, por outro lado, se o VPL for negativo, o projeto deve ser rejeitado. O cálculo do VPL é feito de acordo com a fórmula a seguir:

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

onde FC_t é o fluxo de caixa líquido (receitas – custos) no período t e i é o custo médio ponderado de capital da empresa (WACC).

Sob essa perspectiva, quando uma empresa apresenta restrição de investimento e, por isso, não pode realizar todas as oportunidades, os projetos devem ser ranqueados de acordo com algum indicador de rentabilidade. No entanto, em relação ao risco, a mensagem continuava a mesma: riscos individuais/únicos não devem ser gerenciados. Somente os riscos sistêmicos ou de mercado impactavam o custo de capital da empresa.

De acordo com Orman & Duggan (1999), uma visão diferente emergiu nas duas últimas décadas, atribuindo maior relevância ao gerenciamento de risco dentro do contexto corporativo. O paradigma pós moderno aceita o princípio de que valor é criado quando uma empresa realiza investimentos que aumentem seu fluxo de caixa operacional. De fato, a política financeira é considerada crítica para a capacidade da empresa investir criando valor. Financiamentos externos de qualquer tipo – empréstimos ou aportes – são mais caros do que os fundos gerados internamente. Riscos diversificáveis e seu potencial gerenciamento de risco, inclusive por meio das técnicas de diversificação como a de Markowitz, podem adicionar valor garantindo que a empresa tenha fluxo de caixa disponível para os investimentos futuros.

No entanto, segundo Mendes (2007), a diferença entre a diversificação de ativos financeiros e de ativos reais é que um investidor consegue eliminar todo risco específico de uma empresa através da diversificação (comprando ações de outras empresas de outros setores), enquanto uma empresa só consegue eliminar parte dos riscos específicos de cada projeto, mas não o risco específico da empresa como um todo (risco competitivo e setorial, por exemplo). Através da diversificação de projetos, o risco específico da empresa poderá ser reduzido, mas não eliminado, mesmo quando investindo em inúmeros projetos de sua atividade, enquanto que o mesmo não ocorre com o investidor. Este consegue eliminar todo o risco específico graças à sua facilidade de diversificação. A empresa já não dispõe da mesma facilidade. Para reduzir o seu risco ao mínimo, teria que investir em diversos segmentos industriais e setores existentes e comprar diferentes tipos de ativos. Sendo assim, o único risco com que essa empresa teria de se preocupar, seria com o

risco de mercado, visto que todo o risco específico seria eliminado. Entretanto, uma empresa não detém tecnologia nem conhecimento suficientes para atuar em todos os segmentos possíveis. As empresas devem atuar nos segmentos em que possuem vantagens competitivas em relação às outras empresas. A plena diversificação, por si só, não acrescenta nem diminui o valor da empresa, uma vez que os seus acionistas já estão diversificados. Quando uma empresa se diversifica, só haverá criação de valor quando existirem também sinergias e, neste caso, a criação de valor deve-se a estas e não à diversificação.

2.3

A pesquisa operacional aplicada a gestão de portfolio

Pizzolato & Gandolpho (2009) dizem que definições sobre Pesquisa Operacional (PO), em geral, incorporam a ideia do uso de métodos quantitativos para o gerenciamento de sistemas e a tomada de decisão. Um das definições endossada por ele, devido a sua amplitude, é a seguinte:

[...] grupo de técnicas desenvolvidas para aplicar ferramentas e métodos científicos para resolver problemas de tomada de decisão em organizações e sistemas complexos. A Pesquisa Operacional busca soluções ótimas em situações de objetivos conflitantes e faz uso de modelos matemáticos a partir dos quais se podem derivar soluções para problemas reais (Pizzolato & Gandolpho, 2009).

De acordo com Mendes (2004), Programação Linear é uma técnica matemática desenvolvida para resolver problemas de maximização ou minimização de uma expressão linear, denominada Função Objetivo, num ambiente com várias restrições também lineares.

Para exemplificar o método de Programação Linear (PL), considere uma empresa que tem como objetivo maximizar seu valor. Sendo assim, todos os projetos que apresentem VPL maior do que zero deveriam ser implementados. Entretanto, considere que haja restrição de capital, ou seja, a empresa não possui recursos financeiros suficientes para implementar todos os seus bons projetos. Assim, torna-se necessário adotar um critério ou método para priorizar e selecionar os projetos.

Ordenar os projetos em ordem decrescente de VPL e escolher todos aqueles em que a disponibilidade de recursos financeiros permitiria executar é

uma opção. Porém, segundo Dubois (2011), essa estratégia não é suficiente por ignorar o contexto em que o projeto se insere. Quando se compara investimentos com grande VPL é preciso saber se a empresa tem fluxo de caixa para suportar a fase de investimentos. Caso contrário, o projeto pode destruir valor para a empresa. Da mesma forma, projetos pequenos com rápido retorno podem ser deixados de lado. Todos os projetos competem por recursos, porém, o foco deve estar não em ranquear projetos entre si, mas em montar um grupo ótimo de projetos.

Segundo Mendes (2004), para resolver qualquer problema de otimização de seleção de projetos que maximize o valor da empresa, a Programação Linear Inteira é o método mais indicado. Considere que a empresa está limitada a desembolsar 20 unidades monetárias por ano e possui 5 projetos conforme tabela que se segue:

Tabela 2 – Projetos propostos A, B, C, D e E

Projeto	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Taxa de desconto	VPL
A	-20	30	5	15	11%	22
B	-10	5	10	15	12%	13
C	-10	5	15	10	11%	14
D	-10	20	5	0	20%	10
E	0	-50	55	15	10%	11

Fonte: Mendes (2004).

O problema é selecionar um conjunto de projetos que gerem o maior VPL para a empresa, respeitando as restrições impostas. Esse problema pode ser descrito da seguintes forma:

$$\text{Maximizar VPL} = 22X_A + 13X_B + 14X_C + 10X_D + 11X_E$$

Sujeito a:

$$20X_A + 10X_B + 10X_C + 10X_D + 0X_E \leq 20$$

$$-30X_A - 5X_B - 5X_C - 20X_D + 50X_E \leq 20$$

$$X_A, X_B, X_C, X_D, X_E = 0 \text{ ou } 1,$$

onde X representa a proporção de cada projeto a ser implementado.

As restrições são compostas pelo somatório do fluxo de caixa de cada ano e são condicionadas ao limite máximo da verba anualmente disponível.

Nesse caso, a última restrição indica que todos os projetos são aceitos por inteiro ou não são aceitos. Há outros casos em que X poderia variar entre 0 e 1, o que indica a existência de parceria para os projetos.

Este é um problema típico de PL e atualmente pode ser facilmente resolvido através de pacotes computacionais amplamente disponíveis. A solução ótima que maximiza a função objetivo do problema satisfazendo suas restrições é a seleção dos projetos A e E para serem implementados, totalizando assim um VPL de 33 unidades monetárias para a empresa.

No exemplo, foi utilizada apenas a restrição de capital, entretanto a PL permite que sejam modeladas restrições de recursos e interações entre os projetos, como a dependência de um projeto em relação a outro. É factível modelar e incluir inúmeras restrições no modelo de otimização.

$$Max.VPL = \sum_{i=1}^n x_i VPL_i \quad (10)$$

$$Sujeito a \quad \sum_{i=1}^n x_i FC_j \leq R_j ; \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix} \quad (11)$$

$$0 \leq x_i \leq 1$$

$$R_j > 0$$

onde: VPL_i é o VPL do projeto i ,

X_i é a proporção do projeto i a ser implementado,

FC_j é o fluxo de caixa no ano j ,

R_j é a restrição de capital no ano j .

A função objetivo modela o VPL do portfolio, o qual o investidor deseja maximizar. A primeira restrição representa que o fluxo de caixa gerado pelos projetos deve respeitar a restrição de capital em cada ano. A segunda restrição garante que a participação da empresa no projeto varie de 0 a 100%. E a última restrição assegura que a restrição de capital ano a ano seja positiva.

Ainda, de acordo com Mendes (2004), a técnica de programação linear é um instrumento bastante útil para a otimização da carteira de projetos para

empresas que possuem várias oportunidades de investimentos com características distintas. A PL permite que sejam modeladas inúmeras restrições, fazendo com que o modelo de otimização seja ao mesmo tempo eficaz e realista. Entretanto, como em qualquer outro modelo, em alguns momentos surgirá a necessidade de simplificações e sempre existirá alguma limitação sem, no entanto, invalidar a sua aplicação.

Segundo Marzano (2004), a teoria de portfolio estabelece que decisões relacionadas à seleção de investimentos devem ser tomadas com base na relação risco-retorno. A principal motivação para o desenvolvimento de modelos de otimização de portfolio está relacionada à redução do risco a que o investidor está exposto, através da diversificação ou balanceamento da carteira. De grande importância para a quantificação dos níveis de risco e retorno dos investimentos, está a escolha das métricas para a representação dos mesmos.

O autor afirma que, de forma geral, existe um consenso quanto ao uso do valor esperado da distribuição dos retornos para representar o retorno de um investimento (Marzano, 2004). Entretanto, existem várias métricas sugeridas para a representação do risco, como por exemplo: a variância da distribuição, a semivariância, o desvio absoluto médio, o mínimo da distribuição, o Omega, o VaR e o CVaR. A seguir serão apresentadas as principais medidas de risco propostas para otimização de portfolio de projetos de investimento na literatura com aplicação na área econômico-financeira.

2.3.1

Medidas de Risco

A história do risco fascina o mundo. Um dos principais trabalhos nessa linha é o *best seller* “Desafio aos Deuses”, a fascinante história do risco, de Peter L. Bernstein (1997). Bernstein (1997) nos mostra que a concepção moderna do risco remonta ao período em que o sistema de numeração indo-arábico alcançou o ocidente, há quase 800 anos. No entanto, estudos mais sérios começaram no renascimento e, no século XVII, podemos identificar o marco da descoberta da teoria das probabilidades: o núcleo matemático do conceito de risco. Bernstein (1997) conclui que todas as ferramentas atualmente usadas na administração do risco, da rigorosa racionalidade da

teoria dos jogos aos desafios da teoria do caos, resultam de evoluções ocorridas entre 1654 e 1760, com exceção em Francis Galton em 1875, com a regressão a média, e Harry Markowitz em 1952, com a diversificação em carteiras. Outros pesquisadores publicaram artigos interessantes, como Roman e Mitra (2009), que também fazem um breve histórico das medidas de risco.

Segundo Kato (2004), a chamada “teoria do risco” teve origem no estudo de Tetens (1789), que realizou ordenamentos através de média e desvio-padrão. Também cita Keynes (1937) ao descrever sobre o risco ser medido a partir dos desvios em relação ao um retorno médio, sendo que um prêmio pelo risco deveria ser atribuído aos investimentos nos ativos representados com altas dispersões. Outros autores, como Domar & Musgrave (1944), definem o risco como condição de incerteza e possibilidades de perdas.

Como se percebe, diversos autores associam termos como variação, dispersão, perda e incerteza ao risco. Entretanto, o conhecimento de como representar este “risco” em uma forma que seja possível ordená-lo é alvo de discussões entre pesquisadores. Segundo Kato (2004), não existe um consenso entre os autores sobre uma medida de risco adequada. Desta forma, pesquisadores descreveram algumas propriedades matemáticas para formalizar as mensurações.

Em relação às mensurações de risco existentes, Roman & Mitra (2009) e Kato (2004) citam a divisão de duas categorias para mensuração do risco: a primeira categoria é caracterizada pelas medidas que consideram a dispersão em relação ao valor esperado e pode somente assumir valores positivos. Neste caso, a categoria é dividida em dois grupos: medidas simétricas e assimétricas.

O primeiro grupo, o das medidas simétricas, é representado pela variância (ou desvio-padrão) e o desvio médio absoluto. Neste caso, os riscos são considerados como dispersões acima ou abaixo das expectativas. No segundo grupo, o risco é mensurado somente em relação aos desvios abaixo do valor esperado (*downside risk*). Os principais representantes do grupo são a semivariância e o conjunto de medidas *Lower Partial Moment*.

A segunda categoria é formada pelas medidas de risco baseadas em quantis (percentis). Neste campo são classificados as medidas *Value-at-Risk* - VaR e *Conditional Value-at-Risk* - CVaR. A dimensão é caracterizada pelo foco no chamado *tail risk measures*, ou seja, o objetivo é calcular o risco a

partir da área da cauda esquerda da distribuição de probabilidade dos retornos do ativo, dado certo nível de confiança (1%, 5% ou 10%). O foco na cauda esquerda é explicado pela capacidade desta área da distribuição de representar as maiores perdas do ativo.

Roman & Mitra (2009) utilizaram algumas propriedades matemáticas das medidas de risco para verificar conceitualmente a consistência de cada uma delas, sendo os conceitos norteadores os de dominância estocástica (D.E.) e coerência.

Clemen & Reilly (2001) apresentam a ideia básica do que seria dominância estocástica, ou seja, comparar retornos esperados de diferentes investimentos se torna inadequado devido à natureza dos riscos associados, como é o caso do investimento em ações. Dessa forma, através dos perfis de risco, criados a partir das funções de distribuição de probabilidades acumuladas (f.d.p.a.) dos ativos, torna-se possível realizar as comparações.

Diante disto, pode-se utilizar o trabalho de Roman & Mitra (2009) para conceituar dominância estocástica como um processo realizado para classificar variáveis aleatórias abaixo de suposições gerais do comportamento econômico, modelado através da função utilidade. Segundo Baran (2004), existem três regras principais relacionadas ao conceito de dominância estocástica, sendo que no presente texto serão ressaltadas apenas duas delas.

São as seguintes: dominância estocástica de primeira ordem (FSD - *first-degree stochastic dominance*) e dominância estocástica de segunda ordem (SSD - *second-degree stochastic dominance*).

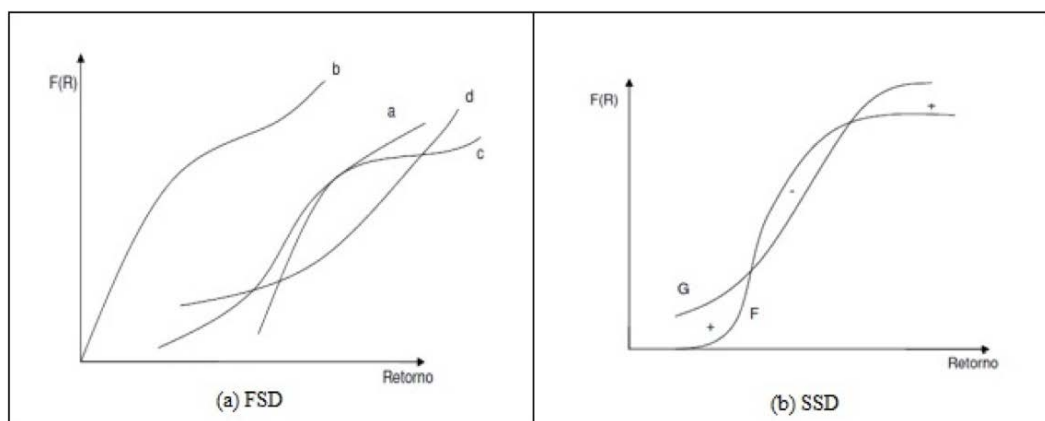


Figura 15 – Comparações de funções de probabilidades acumuladas $F(R)$
Fonte: Baran (2004).

A Figura 15 apresenta o exemplo demonstrado em Baran (2004), em que $F(R)$ é uma função de probabilidade acumulada. Na parte (a), é apresentado o caso de dominância estocástica de primeira ordem - FSD, em que retorno é a variável aleatória (v.a.) e a, b, c, e d são f.d.p.a. e percebe-se que $a > b$ – (lê-se “a” domina “b”), dado que “a” possui maior probabilidade de receber retorno maior em relação a “b”.

No caso em que as funções se cruzam - parte (b) - não é possível aplicar a regra de FSD. Desse modo, deve-se utilizar a regra da dominância estocástica de segunda ordem - SSD. Ao observar as f.d.p.a F e G, percebe-se que F domina G devido ao fato de a área abaixo de G ser maior em relação a área abaixo de F.

Formalmente, essas duas regras podem ser citadas seguindo as convenções de Haddar & Russell (1969) e Aharony & Loeb (1977):

- $F(X)$ e $G(X)$ são funções de probabilidade acumuladas das carteiras F e G, em que X é uma variável aleatória que representa os retornos.
- O portfolio F possui FSD em relação a G se $F(X) \leq G(X)$.
- O portfolio F possui SSD em relação a G se $\int_{-\infty}^x [G(t) - F(t)] dt \geq 0$.

No caso de seleção de ativos, a carteira F será eficiente em relação a G se G nunca apresentar as seguintes características: $E_G(X) \geq E_F(X)$ e $\text{Var}_G(X) < \text{Var}_F(X)$, ou $E_G(X) > E_F(X)$ e $\text{Var}_G(X) \leq \text{Var}_F(X)$.

Ou seja, F será eficiente se G não possuir retorno esperado maior e variância menor que F. Esta relação é caracterizada exatamente pela dominância estocástica de segunda ordem.

O segundo conceito norteador a respeito das propriedades matemáticas das medidas de risco é a coerência. Segundo Rockafellar e Uryasev (2000), o trabalho de Artzner *et al.* (1999) é a principal referência sobre os axiomas (propriedades) de uma medida de risco coerente, Kato (2004) os descreve detalhadamente. Ao todo são quatro, em que ρ é um estimador de risco:

1. Subaditividade: para todos os X e Y , $\rho(X+Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$. Esta propriedade ocorre pela diversificação, isto é, o risco de dois ativos combinados não deve ser menor que os riscos individuais.
2. Homogeneidade positiva: para todo X e $\lambda \geq 0$, $\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X)$. O risco de uma variável aleatória (como a taxa de retorno em %) multiplicada por um escalar (como algum valor monetário) deve ser o mesmo que multiplicar o escalar pelo risco individual da v.a.
3. Monotonicidade: para todos os X e Y tais que $X \leq Y$, $\rho(X) \leq \rho(Y)$. Caso um ativo X sempre apresente retornos menores em relação a outro ativo Y , esse ativo X deve possuir risco menor em relação ao Y .
4. Invariância à translação: para todo X e $\alpha \in \mathbb{R}$, $\rho(X + \alpha r_f) = \rho(X) + \alpha$. Adicionar a quantia inicial um valor α e investir em algum outro ativo (como por exemplo, um ativo livre de risco). Simplesmente basta somar a medida de risco por α .

Mediante as diversas medidas de risco existentes na otimização de carteiras, Roman & Mitra (2009) apresentam um quadro demonstrativo das principais propriedades atendidas destas mensurações. Segundo os autores, a avaliação segue as definições de dominância estocástica (D.E.) e coerência (Tabela 3).

Tabela 3 – Avaliação das medidas de risco

Medida de risco	Consistência D.E. 1ª ordem	Consistência D.E. 2ª ordem	Coerência
Desvio-padrão	Não	Não	Sim*
Desvio médio absoluto	Não	Não	Sim*
Semivariância	Não	Não	Sim*
L.P.M.	Sim	Sim	Não
VaR	Sim	Não	Não
CVaR	Sim	Sim	Sim

* Coerentes ao supor distribuição normal

Fonte: Roman & Mitra (2009).

Como se percebe na Tabela 3, somente o CVaR atende as três características, conforme Roman & Mitra (2009), de uma medida de risco

confiável. Além de Roman & Mitra (2009), outros autores como Rockafellar & Uryasev (2000), Acerbi (2002) e Bruno (2008), apresentam o CVaR como uma medida de risco coerente.

A partir das informações citadas na Tabela 3, será descrita a medida de risco CVaR e sua aplicação na otimização de carteiras, junto com o conceito do VaR por estarem diretamente relacionados.

Conforme já citado, o VaR e o CVaR são classificados como medidas de risco baseadas em quantis. Segundo Rockafellar & Uryasev (2000), as funções de quantis (percentis) são normalmente utilizadas para análise de modelos que possuem variabilidades ou incertezas.

Segundo Araújo (2011), o quantil correspondente para alguma probabilidade α , e dada uma função de distribuição de probabilidade, pode ser representado por X_α . Para valores pequenos, um quantil se torna uma métrica de *downside risk*. Geralmente são adotados valores-padrão, como 1%, 5% e 10%. Um exemplo disso é quando uma variável aleatória X possui distribuição normal padrão ($X \sim N(0,1)$). Quando $\alpha = 10\%$, ocorre $X_{10\%} = Z_{10\%} = -1,2816$.

Na área de finanças, o percentil das perdas é chamado de Valor em Risco (*Value at Risk* - VaR). A principal questão do cálculo é conhecer a máxima perda, dado um específico nível de confiança. Existem diversas abordagens para cálculo do VaR, como aproximações lineares assumindo distribuição normal ou *Student t* dos parâmetros de risco, levantamento de séries históricas e simulações pelo método Monte Carlo. O *Risk Metrics* (Morgan Guaranty Trust Company & Reuters Ltd, 1996) é uma das descrições mais conhecidas de estimação (Rockafellar & Uryasev, 2000).

Um exemplo, adaptado de Araújo (2011), pode ser encontrado ao se responder a seguinte pergunta: “Qual o valor em risco ao nível de confiança de 90%, com horizonte de um ano para uma carteira de ações constituída de 1 milhão de reais, dado um retorno médio anual de 6%, desvio padrão de 15% e assumindo distribuição normal?”. Neste caso, deseja-se encontrar o VaR para um nível de confiança $\alpha = 90\%$. Deste modo, tem-se que:

$$\frac{X_\alpha - \mu}{\sigma} = Z_\alpha, \quad (12)$$

$$X_{\alpha} = \mu + \sigma Z_{\alpha}. \quad (13)$$

Considerando que $VaR = X_{\alpha}$, tem-se que: $VaR = \mu + \sigma Z_{\alpha}$.

Ao utilizar os dados do problema, pode-se apresentar os resultados por:

$$VaR = Z_{90\%} \cdot 0,15 - 0,06 ; Z_{90\%} = 1,2816... ; VaR = 1,2816 \cdot 0,15 - 0,06 = 0,13224$$

Diante do resultado, o valor em risco a 10% de uma carteira com valor de R\$ 1 milhão seria R\$ 132.240,00, ou seja, há evidências, com 90% de confiança, de que a perda num horizonte de um ano não será maior que R\$ 132.240,00.

No entanto, o VaR não apresenta informações quanto à extensão das perdas caso ele seja excedido. Desta forma, o Valor em Risco Condicional (*Conditional Value at Risk* - CVaR) torna possível conhecer esta informação através da média das perdas desde o pior resultado até o percentil (VaR) selecionado (geralmente 1%, 5% ou 10%). Segundo Araújo (2011), um modelo formal pode ser o seguinte:

$$CVaR_{h,\alpha} = -E(X_h | X_h \leq -VaR_{\alpha}) \quad (14)$$

Um exemplo pode ser descrito na tabela a seguir:

Tabela 4 – Extensão das piores perdas observadas

Data	Piores perdas observadas
1	-6.13%
2	-6.03%
3	-5.69%
4	-5.23%
5	-4.24%
6	-3.89%
7	-3.86%
8	-3.80%
9	-3.73%
10	-3.55%

Fonte: A autora (2014).

A Tabela 4 apresenta os valores da cauda esquerda da distribuição dos retornos do Portfolio, desde o menor retorno até o VaR a 1 % que é definido neste exemplo como sendo a data 10 com perda de 3.55%. Assim, o CVaR é representado como a média dos valores contidos na Tabela 3. Ao se fazer o cálculo, o resultado é 4,62%. A partir do exemplo, é possível demonstrar o CVaR para o caso de distribuição contínua:

$$CVaR_{\alpha}(X) = -\alpha^{-1} \int_{-\infty}^{X_{\alpha}} X \cdot f(X) \cdot dX \quad (15)$$

Assim como o VaR possui diversas abordagens para seu cálculo, para o CVaR também podem ser utilizadas metodologias como as simulações por Monte-Carlo ou séries históricas. Também é possível realizar aproximações de distribuições de probabilidade na função $f(x)$.

O modelo mais famoso para a otimização do CVaR para carteiras de investimentos foi proposto por Rockafellar & Uryasev (2000). O método possui bastante praticidade, por minimizar o CVaR e calcular o VaR ao mesmo instante. Os próximos parágrafos são dedicados à apresentação deste modelo.

Anteriormente, o parâmetro α foi utilizado para o cálculo do VaR e CVaR, geralmente assumindo valores 1%, 5% e 10%. No modelo proposto por Rockafellar & Uryasev (2000), este parâmetro é trocado pelo valor β , nomeado nível de confiança. Neste caso, são atribuídos valores de 90%, 95% e 99%.

O CVaR a nível de confiança $\beta\%$ é definido como o valor esperado condicional das perdas de um portfólio, dado que as perdas a serem contabilizadas são as maiores ou iguais ao VaR (Marzano, 2004). Por exemplo, para $\beta = 95\%$, o CVaR é dado pela média das 5% maiores perdas. A definição assegura que o VaR a nível de confiança β nunca é maior que o CVaR ao mesmo nível de confiança, assim os portfólios com baixo CVaR devem ter também baixo VaR (Rockafellar & Uryasev, 2000).

Seguindo essa abordagem, a formulação matemática do problema de otimização de portfólio com restrição de CVaR, considerando as incertezas de forma discreta através de S cenários equiprováveis é dada por:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \quad (16)$$

$$\text{Sujeito a } \alpha + \frac{1}{(1-\beta)S} \sum_{s=1}^S u_s \leq K \quad (17)$$

$$u_s \geq 0 \quad s=1, \dots, S$$

$$u_s \geq -\sum_{i=1}^N x_i r_{is} - \alpha \quad s=1, \dots, S$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad i=1, \dots, N$$

onde: N - número de ativos candidatos a compor o portfólio,

x_i - fração do capital a ser aplicado no ativo candidato i ,

μ_i - valor esperado dos retornos do i -ésimo ativo candidato a compor o portfólio,

α - variável que fornece o VaR do portfólio a nível de confiança $\beta\%$,

β - nível de confiança para o cálculo do VaR e do CVaR,

S - número de cenários utilizados na representação das incertezas com relação aos retornos dos ativos candidatos a compor o portfólio,

u_s - variável auxiliar para o cálculo do CVaR,

K - limite no CVaR do portfólio (valor requerido pelo investidor),

r_{is} - retorno do i -ésimo ativo candidato a compor o portfólio no cenário

S .

A função objetivo representa o retorno esperado do portfólio. As três primeiras restrições modelam o CVaR do portfólio que deve ser menor ou igual a um limite K especificado pelo investidor. O parâmetro u_s é utilizado como uma variável auxiliar para o cálculo do CVaR. Pode ser verificado que para os cenários com perdas que excedam o VaR do portfólio (α), a variável u_s assume um valor maior que zero. Este valor é contabilizado na equação do lado esquerdo da primeira restrição que é limitada por um valor máximo K . Quanto maior o risco assumido (maior K), maior poderá ser a média dos $(1 - \beta)\%$ piores retornos. A penúltima restrição garante que todo o capital será investido e a última restrição impede que seja investido um percentual negativo em qualquer ativo.

2.4

Considerações finais sobre o capítulo

As três abordagens consideradas no Capítulo 2: a gestão de portfólio de projetos de investimento de acordo com o PMI, a Teoria Moderna de Portfólio e a Pesquisa Operacional aplicada a gestão de portfólio, podem ser consideradas complementares e fundamentais para a gestão de portfólio.

Destaca-se a sinergia entre as três na medida em que o escopo de cada uma, ao mesmo tempo que extrapola o escopo da outra, demonstra uma forte interseção. Sendo assim, a Pesquisa Operacional utiliza como insumo as definições da Teoria Moderna de Portfólio. Da mesma forma, as melhores práticas sugeridas pelo PMI podem contemplar a Teoria Moderna de Portfólio na definição de critérios e indicadores a serem usados em suas diversas etapas, e também a utilização da Pesquisa Operacional em sua etapa de balanceamento da carteira.

Quanto à gestão do risco do portfólio, as três abordagens trazem atuações bastante diferentes. As melhores práticas sugeridas pelo PMI têm foco na administração dos riscos de forma mais qualitativa através da identificação, classificação, identificação de responsáveis, causas raízes, análise de impacto e probabilidade e desenvolvimento de respostas aos riscos. A Teoria Moderna de Portfólio e a Pesquisa Operacional já possuem um enfoque majoritariamente quantitativo, com base na relação risco-retorno: a primeira considera que a

redução do risco do portfolio se dá na diversificação através da escolha de ativos negativamente correlacionados para compor o portfolio, enquanto a segunda busca minimizar o risco de perdas do portfolio sujeito a alguma restrição de retorno esperado.

A similaridade entre as três abordagens está na necessidade de se conhecer a tolerância ao risco que a empresa possui.

3

Caracterização da gestão de portfólio da empresa estudada

O estudo de caso refere-se à maior empresa integrada de energia do Brasil, atuando nos setores de exploração e produção, refino, comercialização e transporte de óleo e gás natural, petroquímica, distribuição de derivados, energia elétrica, biocombustíveis e outras fontes renováveis de energia.

A dinâmica atual dos mercados de energia em que a empresa atua criou um ambiente mais complexo de análise dos negócios. Este ambiente requer um processo de seletividade dos investimentos mais robusto, considerando a realidade da sua carteira de projetos e preservando a visão integrada de seu portfólio.

A previsão de investimentos para os próximos cinco anos supera US\$ 200 bilhões, espalhados pelos diversos segmentos, conforme gráfico a seguir:

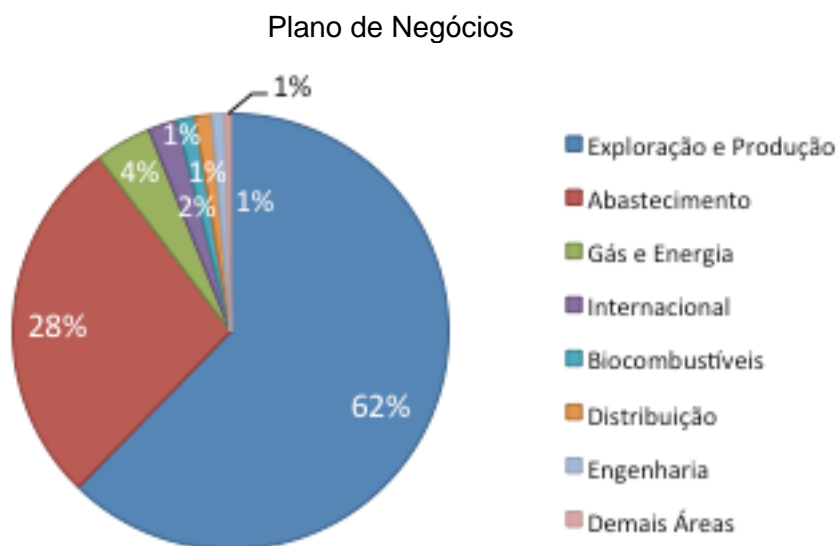


Figura 15 – Plano de Negócios da empresa em estudo
Fonte: A autora (2014).

O gráfico mostra a predominância de investimentos no Segmento 1, com 62% do valor a ser investido nos próximos 5 anos. Os dois principais segmentos, 1 e 2, somam 90% dos investimentos totais previstos. Cabe lembrar que os segmentos

possuem interfaces e interdependências entre si. Todos são considerados estratégicos para a empresa e para o país.

Por se tratar de um portfolio de projetos de investimento numeroso, vultoso e amplamente capilarizado, o mesmo pode ser considerado de complexidade alta e singular, sendo, portanto, um desafio realizar sua gestão integrada, captando sinergias, interdependências e impactos entre os projetos.

Para corroborar essa complexidade, acrescenta-se o fato de que as decisões de investimento são de longo prazo, ou seja, os ativos se tornam disponíveis somente anos depois da tomada de decisão de investir e muitos deles são considerados investimentos irreversíveis, como, por exemplo, gasodutos, plataformas, refinarias e contratos com duração de vários anos. Assim, são precisos investimentos intensivos em capital por anos até o início da obtenção da primeira receita associada a esses investimentos. Desta forma, a empresa precisa ser bastante robusta financeiramente para que seu fluxo de caixa seja capaz de suportar investimentos desta natureza, cujo retorno só se dá anos após o investimento.

A área corporativa de gestão de portfolio visa a obtenção de uma carteira de projetos criadora de valor, alinhada com os direcionadores estratégicos e compatível com as restrições de recursos (financeiros, tecnológicos, humanos e físicos).

A empresa traz em sua cultura, por razões históricas, uma certa independência entre as unidades de negócio. Todas as unidades de negócio possuem áreas próprias de gestão de portfolio realizando seus trabalhos de forma independente, para só depois serem consolidados no âmbito corporativo, considerando as restrições e todos os demais aspectos obtidos na análise do portfolio como um todo.

Numa organização onde projetos competem por recursos e prioridade, controvérsias significantes podem ocorrer. Cada unidade de negócio tem sua própria lista de projetos importantes que pode ou não ser compartilhada na visão corporativa – quando considerada toda a organização. Desta forma, um dos desafios de olhar o portfolio integrado é o fortalecimento da visão do todo, buscando minimizar a competição entre as unidades de negócio, ressaltando assim o valor e os resultados gerados por cada projeto para o alcance das metas estratégicas estabelecidas para a empresa.

O momento atual em que a empresa vive é de mudança, principalmente no que tange ao fortalecimento das funções corporativas, buscando melhorar a visão

integrada para explorar as sinergias e interdependências entre os projetos das diferentes áreas de negócio.

3.1

Aplicação das melhores práticas de gestão de portfólio e o padrão PMI na gestão corporativa do portfólio

Conforme mencionado anteriormente, os modelos propostos como melhores práticas servem de orientação, de guia, e precisam ser adaptados para que se obtenham bons resultados em cada situação específica. Assim, é possível avaliar o processo como é realizado hoje comparando-o com os processos sugeridos no diagrama de alto nível de gerenciamento de portfólio do PMI, do grupo de Alinhamento, destacados na figura a seguir:

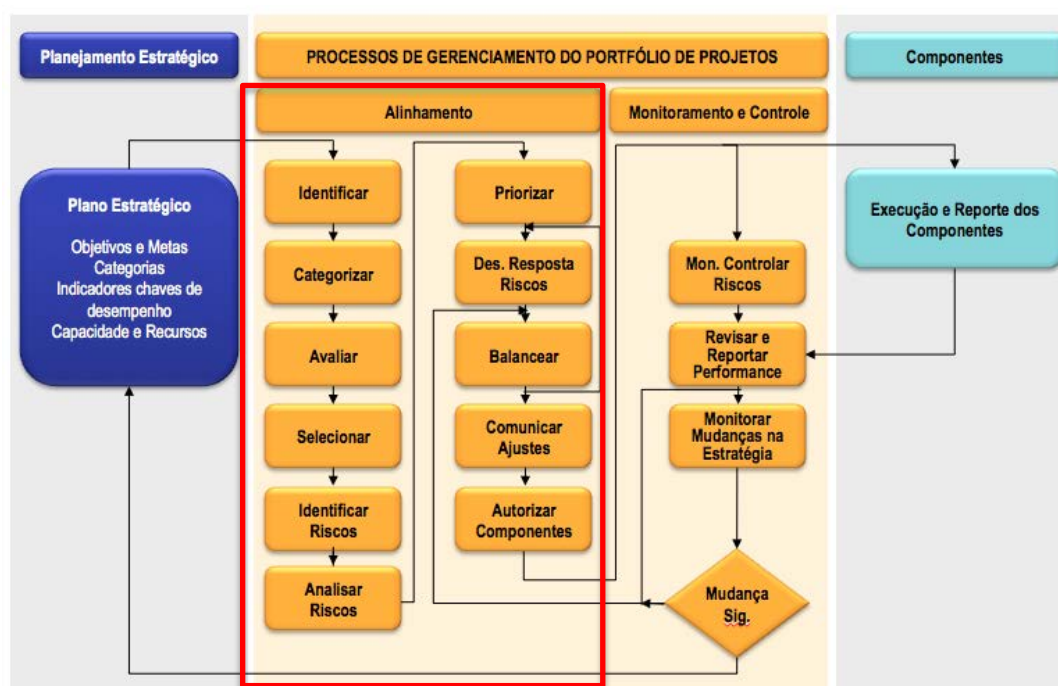


Figura 16 – Processos de Gerenciamento de Portfólio – Ilustração de Alto Nível
Fonte: PMI (2008).

A partir daqui será realizada uma análise das etapas sugeridas pelo PMI, dentro do grupo de alinhamento, quando comparadas com a observação das práticas adotadas nesta empresa no âmbito corporativo de gestão de portfólio.

O processo de identificação corporativa dos projetos, que visa a elaboração e documentação dos componentes bem como seus fatores descritivos chave, é realizado com periodicidade anual, quando é aberto o ciclo de planejamento e de elaboração do Plano de Negócios. Neste momento, todos os projetos selecionados pelas áreas de negócio para compor a carteira são cadastrados num sistema de informação. Diversos dados a respeito dos projetos são inseridos no cadastro: relacionamento com o(s) objetivo(s) estratégico(s) da organização, descrição do projeto, investimento, fluxo de caixa, contribuição para metas físicas, impactos sociais, cronograma, dados para análise de risco, dentre outras.

Para a categorização, cujo objetivo é agrupar componentes em categorias às quais possam ser aplicados critérios comuns para medição de desempenho, a empresa divide seus projetos inicialmente em: de negócio ou de suporte e gestão. Dentro de cada um destes grupos, os projetos são divididos de acordo com suas áreas de negócio, conforme exposto na Figura 15, e ainda, dentro das áreas de negócio os projetos são categorizados por seus segmentos de atuação.

O passo que diz respeito à avaliação refere-se a coletar as informações que serão utilizadas para elaborar um modelo de pontuação. Essas informações são de fato colhidas: retorno do projeto, o qual considera o VPL e outros indicadores, fluxo de caixa líquido dos dez primeiros anos, montante de investimento comprometido, impacto da postergação do projeto, grau de maturidade em que se encontra, impacto e sinergia com a carteira de projetos, avaliação de fatores gerenciáveis baseado na performance de projetos já implantados, impactos socioeconômicos e outras.

O modelo de pontuação multi-critério, no qual atribui-se peso a cada critério e nota ao componente em cada critério, obtendo-se assim uma nota para cada componente como fruto de uma avaliação elaborada pela equipe de gestão de portfolio (conforme exemplo da Figura 7), torna-se inviável tendo em vista o número atual de componentes do portfolio, que é de aproximadamente 1.000. Caso fossem utilizados somente critérios objetivos para os quais a avaliação pudesse ser realizada de forma automatizada, poderiam ser dadas as notas por projeto.

Cabe dizer que a etapa de avaliação é utilizada para subsidiar a seleção e priorização no momento da elaboração do ciclo de planejamento, sendo de grande contribuição na execução do plano e decisões subsequentes.

Quanto à seleção de componentes, fase na qual se busca avaliar o valor que o componente agrega para a companhia, é considerado o processo que define o portfólio. Na empresa em análise, os resultados cadastrados dos projetos são comparados a valores de referência definidos e esses se tornam candidatos a receber recursos no portfólio ou então retornam para retrabalho e otimização, caso não se enquadrem nos valores de referência estipulados. Um exemplo de valor de referência corporativo é o indicador VPL ser positivo.

Nesta etapa é elaborada a lista dos projetos que segue para as etapas posteriores. Possíveis restrições corporativas, como o limite de investimento ou os balizadores de financiabilidade, como a alavancagem financeira, também são definidas como resultado desta etapa. Quando se observa o portfólio completo, há que se considerar indicadores que garantam a solidez financeira da companhia considerando a lista de projetos proposta. São exemplos de indicadores considerados: geração de caixa, capacidade de captação de recursos, alavancagem financeira permitida, dentre outros.

Para a priorização, o PMI sugere um *ranking* resultante de uma comparação par a par, ou seja, uma comparação entre todos os projetos par a par para cada critério, o que se torna inviável pelo número de componentes a serem considerados.

Na empresa em análise, o portfólio atualmente está dividido em 2 carteiras, o que já é resultado de uma priorização pré-definida. A primeira carteira, chamada “Em Implantação”, conjuga os projetos considerados essenciais, bem como todos aqueles que se encontram ou já passaram de suas fases de execução, ou seja, estão com maturidade avançada. A segunda carteira, chamada “Em Avaliação”, é composta por projetos que ainda estão em fase de estudos e serão priorizados levando em conta os resultados apresentados e as restrições corporativas da companhia.

A área corporativa de gestão de portfólio já recebe a carteira de projetos de cada área de negócio priorizada em seu próprio ambiente. Por exemplo, antes de um projeto da área de negócio responsável pela produção de petróleo chegar à área corporativa de gestão de portfólio, ele já passou por alguns processos formais ou informais de priorização, conforme demonstra a Figura 17 a seguir:

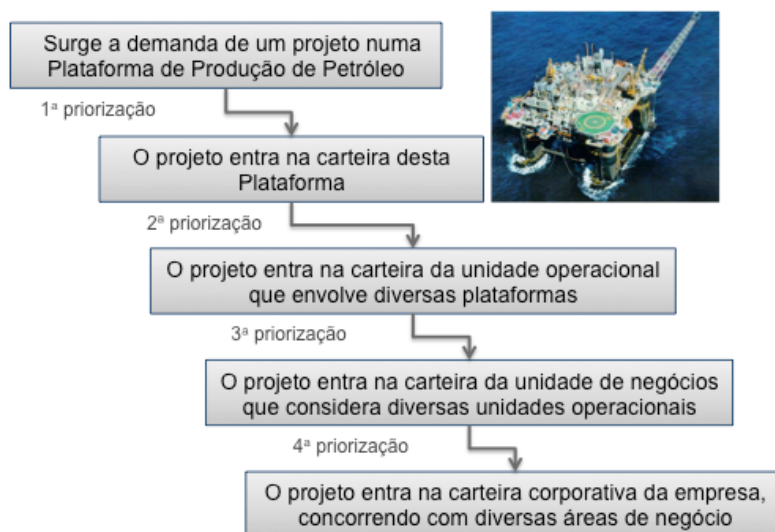


Figura 17 – Exemplo do caminho de um projeto até chegar à carteira corporativa
Fonte: A autora (2014).

Nem todas as áreas de negócio possuem muitos níveis até chegar à área corporativa. No entanto, esse exemplo ilustra que o portfólio que chega à área corporativa já foi estudado em outras esferas, ainda que não tenha passado por um processo formal para isso.

Para a continuidade destas etapas, a área de gestão de portfólio segue os seguintes procedimentos: define os critérios de seleção e priorização dos projetos junto à Alta Administração, repassa as orientações gerais de ajuste na carteira para as áreas de negócio, recebe a proposição de projetos das áreas de negócio, consolida a carteira, analisa seus resultados e, quando estes estiverem de acordo com as restrições, submete o portfólio à apreciação da Alta Administração. Enquanto a visão integrada, considerando todo o portfólio, não se enquadrar às restrições corporativas, a carteira retorna para a etapa de priorização.

Como ferramenta de priorização, a gestão de portfólio faz uso de um módulo de otimização de portfólio de projetos, com o objetivo de tornar mais robusto o processo de priorização e balanceamento, adequando-os a um ambiente mais complexo de análise dos negócios e preservando a visão integrada do portfólio. Essa ferramenta será descrita no Capítulo 3.3.

A utilização do gráfico bolha, conforme sugerido, bem como a análise de cenários, também estão incorporadas nesta fase da análise.

Desta forma, o portfólio elaborado segue para as fases de autorização, quando a Alta Administração da Companhia aprova o portfólio proposto, e, em seguida, é

realizada a comunicação oficial e iniciado o processo de divulgação aos públicos de interesse.

Quanto aos processos relacionados ao gerenciamento de risco de acordo com o PMI, não foi possível observar nenhum deles durante a etapa de definição do portfólio corporativo da Companhia. Os processos são: Identificar Riscos, Analisar Riscos e Desenvolver Respostas aos Riscos.

Cabe dizer que até que o portfólio seja apresentado para a visão integrada, há uma série de análises de risco e outras análises que são realizadas em outras esferas, porém não fazem parte do escopo do presente trabalho. Como exemplo, pode-se citar que todo projeto deve contemplar sua própria análise de risco.

Faz-se necessário, no entanto, ainda que diversas análises sejam realizadas até que o portfólio entre na visão corporativa, que seja feita a análise de risco na visão integrada do portfólio também.

Uma das maiores dificuldades da implantação do modelo proposto para gestão de riscos pelo PMI, é que a área de gestão de portfólio deve conhecer claramente a tolerância ao risco que a organização está disposta a assumir, assim como contar com o comprometimento organizacional para lidar com o assunto. Nem sempre é possível definir de forma tão clara e objetiva a posição do tomador de decisão quanto à aceitação dos riscos.

Além disso, outra dificuldade a ser destacada trata-se dos obstáculos para a identificação qualitativa dos riscos, bem como a análise dos mesmos, para um portfólio do tamanho do estudado, envolvendo milhares de projetos com objetivos, interdependências, valores e mercados diferentes. Por exemplo, comparar risco a risco, definindo impacto e probabilidade de ocorrência de cada um deles, bem como a resposta ideal a ser dada a cada um pode ser, num nível corporativo, considerado inviável. O número de componentes do portfólio e, conseqüentemente, a quantidade de riscos a serem identificados e analisados demandariam muitas horas de trabalho, assim como a definição de metodologias e estruturas de trabalho específicas, o que dificulta a implementação da abordagem.

Pode-se dizer, assim, que a gestão de portfólio da empresa em questão funciona em consonância com as melhores práticas de gestão de portfólio sugeridas pelo PMI (2008), exceto no que tange aos processos de gerenciamento de riscos.

3.2

Aplicação da teoria moderna de portfolio na gestão corporativa do portfolio

A teoria de portfólio de Markowitz (1952) e os modelos de precificação de ativos dela derivados foram desenvolvidos no contexto dos ativos financeiros. Segundo Lemme (2001), dentre os principais problemas que surgem quando se tenta aplicá-los a ativos reais, temos:

- indivisibilidade dos ativos, pois na compra de controle, o todo nem sempre corresponde à soma das partes;
- dificuldade ou impossibilidade de repetição dos eventos, reduzindo a utilidade das medidas estatísticas tradicionais de desempenho, que se baseiam na ocorrência de sucessivos eventos;
- pouca liquidez e elevados custos de transação;
- assimetria de informação entre os investidores, sendo em muitos casos fator decisivo para a realização de negócios com retorno atrativo;
- inexistência de um mercado formal que dê transparência às transações efetuadas;
- concentração dos investidores em determinados segmentos de negócios, em virtude de conhecimentos tecnológicos ou de gestão, dificultando a formação de carteiras diversificadas de ativos reais.

Apesar disso, de acordo com Hightower (1991), estudos demonstraram que a aplicação conceitual da teoria moderna de portfolio tem muito mérito e utilidade para o processo de tomada de decisão em um portfolio de projetos. No entanto, essas aplicações não utilizam o potencial pleno que o modelo de Markowitz oferece.

Dito isto e retornando à análise da empresa em estudo, para definir o retorno de cada componente do portfolio, os principais indicadores utilizados são: VPL, tempo de retorno e VPL/ IA (VPL sobre o investimento atualizado à mesma taxa utilizada para o cálculo do VPL).

Para o cálculo do VPL, a taxa de desconto a ser considerada em todos os projetos é estimada pela área financeira, com base no cálculo do custo médio ponderado de capital da empresa. A taxa de desconto, também chamada de taxa mínima de atratividade, varia por segmento e país de atuação, de acordo com o

risco. Para projetos que envolvam mais de um segmento, é adotada uma taxa corporativa.

Além disso, todas as projeções de premissas a serem utilizadas nas avaliações dos projetos, como por exemplo: preços de insumos e produtos finais, câmbio, crescimento da demanda e tantas outras, também são definidas por áreas específicas.

Assim, todos os projetos utilizam para suas análises econômicas as mesmas premissas estabelecidas corporativamente. Isso assegura a coerência dos indicadores de rentabilidade entre os projetos.

Essas informações são utilizadas no momento da elaboração do Plano de Negócios, na fase otimização do portfolio e também entre os ciclos de planejamento para cada projeto de forma individual de acordo com sua maturidade.

Uma dificuldade identificada é a de se traçar a matriz de correlação entre os projetos de forma a trabalhar adequadamente a diversificação do portfolio. A diversificação se dá nas estratégias de forma qualitativa, sendo difícil estabelecer a covariância e, conseqüentemente, as correlações de forma quantitativa entre os segmentos de negócio e seus projetos, quando se trata de ativos reais. Desta forma, não avaliar os ativos individualmente, mas de acordo com a contribuição de cada um deles para o risco do portfolio, torna-se um desafio. Além disso, considerando que se tenha a fronteira eficiente composta de diversas carteiras indiferentes entre si, para escolher entre uma delas é essencial conhecer objetivamente o risco que a Companhia deseja assumir.

3.3

Aplicação da pesquisa operacional na gestão corporativa do portfolio

Como ferramenta de otimização, a gestão de portfolio faz uso de um módulo de otimização de portfolio de projetos, com o objetivo de tornar mais robusto o processo de priorização e balanceamento, preservando a visão integrada do portfolio. O otimizador foi modelado para alcançar o objetivo de maximizar o valor do portfólio de projetos e oferecer para a Alta Administração alternativas de carteiras otimizadas.

O uso de modelos de otimização na indústria de Energia é bem extenso. Particularmente, para a seleção de portfólios encontram-se exemplos como o *Merak Petroleum Economics Software*, otimizador comercial de portfólios de atividades de exploração e produção da empresa *Schlumberger*, assim como diversos agentes da indústria de energia em todo mundo, que determinam suas carteiras de investimento com o apoio de modelos de seleção de portfólios.

O problema de seleção da carteira de investimentos é representado na ferramenta a partir de um modelo de programação linear inteira. Neste modelo, as variáveis de decisão indicam a inclusão ou exclusão dos projetos na carteira, a proposição de realização de parcerias - quando possível e necessário - e a postergação ou antecipação de projetos. A ferramenta permite, através da inclusão de restrições no modelo, a configuração de limites para a formação da carteira, tais como limites anuais ou plurianuais para investimentos, limites anuais para geração de caixa, atendimento anual ou plurianual a metas físicas e limites anuais para utilização de recursos críticos.

O otimizador conta com o uso da função objetivo: maximização do VPL. Quanto às condições de contorno, consideram: relações de interdependência entre os projetos e obrigatoriedade de se realizar alguns projetos, como projetos que visam atender a alguma legislação.

O módulo pode trabalhar em um ambiente determinístico ou estocástico. No determinístico, todas as informações são exatas e as restrições são indicadas como limites máximos ou mínimos para as variáveis. No ambiente estocástico, as variáveis são representadas por distribuições de probabilidades e as restrições são dadas em função do nível de risco que se aceita incorrer.

O ambiente estocástico contempla alguns parâmetros que contem incertezas, tais como preço, investimento, prazos dentre outros. A aleatoriedade dos parâmetros está representada no modelo através de cenários. A medida de risco utilizada é o *Conditional Value at Risk* (CVaR) por possuir boas propriedades e por ser de fácil implementação em modelos de otimização, conforme abordado no capítulo 2.4.5.

O módulo de risco permite ao usuário limitar o nível de risco que ele aceita incorrer para parâmetros como VPL, fluxo de caixa, investimento, cronograma, curvas de produção e custos operacionais.

Assim como nas demais abordagens, há dificuldade em se definir de forma objetiva a tolerância ao risco da empresa, como, por exemplo, qual o CVaR aceitável para o portfólio ou para algum parâmetro do portfólio.

3.4

Análise crítica com foco no gerenciamento de riscos

Com base no exposto nos capítulos anteriores, foi possível mapear o que é feito e o que não é feito nos processos da empresa estudada quando comparado com as abordagens levantadas. Na Figura 19 é apresentado um quadro resumo destas observações:

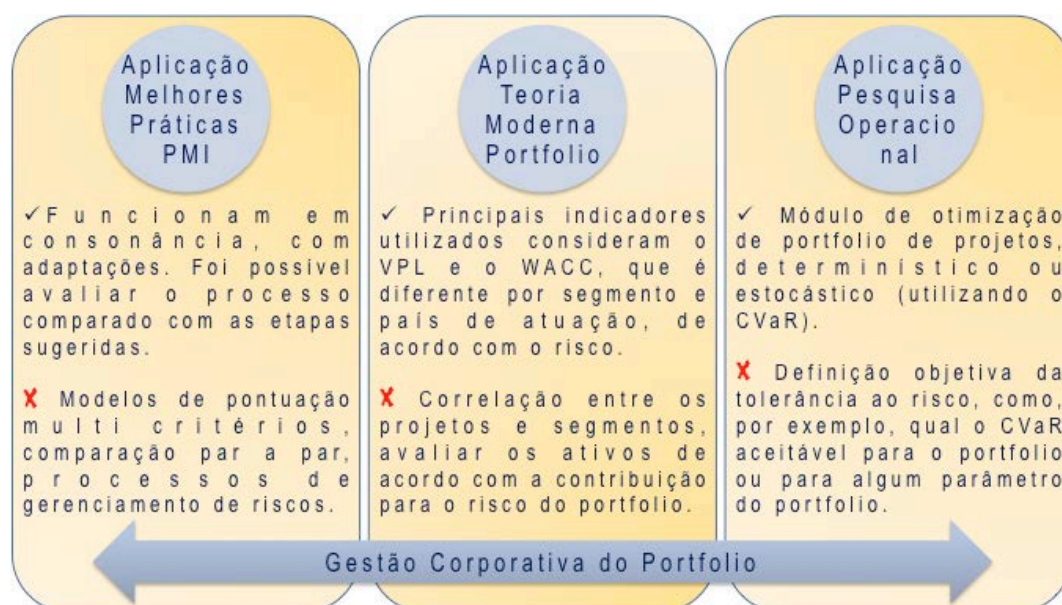


Figura 19 – Quadro resumo da comparação dos processos da gestão corporativa do portfólio

Fonte: A autora (2014).

Cada uma das três abordagens apresentadas possui vantagens e pode ser considerada complementar em relação às demais. Optar por limitar o gerenciamento de riscos do portfólio a uma só das abordagens levantadas leva ao tratamento insuficiente do risco do portfólio.

Quanto à complementariedade das abordagens, verifica-se que, quando se analisa o portfólio seguindo as melhores práticas sugeridas pelo PMI, é possível aplicar os conceitos da Teoria Moderna de Portfólio, através da definição da taxa

mínima de atratividade a ser utilizada no cálculo dos indicadores, principalmente do VPL. Este é um dos dados considerados mais relevantes sobre os projetos e programas e é utilizado em algum nível em praticamente todas as etapas da gestão de portfólio. Destaca-se a aplicação deste indicador no processo de seleção, uma vez que é nesta fase que se descartam os projetos que não atendem aos critérios mínimos pré-definidos, como é o caso do VPL ser maior que zero, utilizado na empresa em estudo.

A utilização da taxa mínima de atratividade, considerando o conceito de custo médio ponderado de capital, conforme demonstrado no Capítulo 2.2., já traz em si boa parte do arcabouço teórico da Teoria Moderna, inclusive no que tange ao risco. Isso se dá pois o custo da remuneração do acionista (K_e) é trazido a partir do CAPM, que no cálculo do β considera o fator risco (mais especificamente o risco sistemático), uma vez que é exatamente o risco que faz com que o retorno não seja igual para todos os ativos.

Por essa razão, quando a empresa opera em mais de um segmento de negócio, o mais indicado é ter uma taxa mínima de atratividade por negócio específico, que considera o risco ajustado a cada negócio a fim de não aceitar projetos inadequados ou não rejeitar projetos importantes.

O cálculo do β é considerado complexo e cada empresa desenvolve sua própria metodologia. É oportuno lembrar que, segundo Costa Jr. *et al.* (1994), a inconveniência de se usar o CAPM reside exatamente na dificuldade de se estimar o coeficiente de risco sistemático β (beta).

Com isso, não restam dúvidas de que ao se utilizar o VPL para análise econômica de projetos, o fator relacionado ao risco sistemático ou não diversificável já está sendo trabalhado e considerado da melhor forma pela empresa.

Já a diversificação e utilização da correlação entre projetos para definição da composição da carteira, apesar de ser bastante questionável sua aplicação direta para a gestão de portfólio de projetos de investimento, poderia ser utilizada nas etapas de seleção, priorização e balanceamento. Desta forma, o que seria o risco não sistemático ou diversificável poderia ser trabalhado na fase de composição da carteira.

Ainda quanto à complementariedade das abordagens, pode-se dizer que é possível também aplicar os conceitos de pesquisa operacional, através da

otimização determinística e/ou estocástica, nas fases de priorização e balanceamento da carteira.

Para o processo de priorização, o PMI sugere que seja feita uma comparação par a par, através de alguma ferramenta multicritério. Considerando a quantidade de projetos que compõem o portfólio da empresa em estudo, esse tipo de análise que exige uma comparação par a par entre todos os componentes demandaria um esforço e um cruzamento de informações que poderiam inviabilizar a implementação deste tipo de solução.

Quanto ao processo de balanceamento, no qual – com a lista dos projetos priorizados – considera-se as restrições corporativas da empresa e utiliza-se de algumas técnicas (inclusive algumas que contemplem o fator risco) para se chegar ao portfólio mais adequado, de acordo com o sugerido pelo PMI, ele já foi e é utilizado como proposto quando surge a necessidade nos ciclos de planejamento.

Entretanto, a otimização, tanto a determinística quanto a estocástica, é muito mais completa para trabalhar esses dois processos (de priorização e balanceamento) no nível de complexidade que a carteira tem atualmente. Com ela, é possível mapear as condições de precedência e sucessão no momento da identificação do projeto, bem como inserir as variáveis de contorno e informações referentes ao gerenciamento de risco do portfólio para ser analisado posteriormente no modelo estocástico. Além disso, é possível considerar diversas restrições, como fluxo de caixa ano a ano, e outras especificidades do portfólio. Com isso, obtém-se uma carteira otimizada que é capaz de considerar todas as restrições importantes, buscando o melhor retorno para o portfólio. Para a quantidade de componentes que existe hoje, esse se torna o método mais eficiente para definição da composição da carteira.

Nesta direção, pode-se dizer que a inserção da análise do risco, quando nos referimos à otimização estocástica, demonstra bastante eficiência. Tendo como objetivo verificar e simular as variações que os principais parâmetros definidos podem sofrer, é possível verificar qual o impacto resultante no retorno esperado do portfólio.

Ao se buscar na otimização estocástica a melhor alocação de recursos entre os projetos que maximizem o retorno para um CVaR máximo aceitável pela companhia, respeitando as restrições colocadas, tem-se a carteira ótima. O risco

trabalhado nesta etapa diz respeito àquilo que impacta o retorno esperado do portfólio como um todo.

Assim, seria possível afirmar que, de alguma forma, os conceitos referentes ao gerenciamento de riscos da Teoria Moderna de Portfólio e de Pesquisa Operacional podem eficientemente ser contemplados dentro dos processos de gestão de portfólio propostos pelo PMI, embora eles não estejam lá explicitados.

Observa-se também que os processos de gerenciamento de riscos propostos pelo PMI não possuem interseção com o gerenciamento de riscos tratados nas duas outras abordagens levantadas. O uso da Teoria Moderna de Portfólio e da Pesquisa Operacional concentram-se nos processos de seleção, priorização e balanceamento sugeridos pelo PMI. Já os processos de gerenciamento de riscos estão propostos antes ou depois destes.

Os processos de Identificar e Analisar Riscos propostos pelo PMI acontecem após a seleção dos projetos, ou seja, após definidos quais projetos farão parte do portfólio, e antes do processo de priorização, que contempla a elaboração da lista de quais projetos deverão ser feitos primeiro quando forem consideradas as restrições. Já o processo de Definir Resposta aos Riscos se encontra após a priorização e antes do balanceamento, momento em que entram as restrições corporativas.

Sendo assim, pelo encadeamento de processos proposto, parece haver uma indicação de que os processos referentes ao gerenciamento de riscos do portfólio propostos pelo PMI devem impactar também a composição da carteira de projetos e programas. Porém, como isso deve se dar não é tão claro quanto nas demais abordagens, que implicam diretamente na construção do portfólio.

Os processos de gerenciamento de riscos do portfólio propostos pelo PMI são apresentados, apesar de encadeados com os demais processos, de forma que os riscos sejam mapeados, analisados e tratados à parte da decisão de composição da carteira.

Com isso, verifica-se que cada abordagem visa atacar aspectos diferentes dos riscos que podem impactar o portfólio, porém há uma forte relação entre elas que faz com que possam ser consideradas análises complementares. Pode-se dizer que a gestão de portfólio e a gestão de riscos relacionadas aos aspectos abordados na Teoria Moderna de Portfólio aplicada a projetos de investimento, e também a aplicação de conceitos de pesquisa operacional para otimização da carteira, podem

estar contidos dentro dos processos de gestão de portfólio proposto pelo PMI. Com isso, foi possível montar o esquema a seguir:

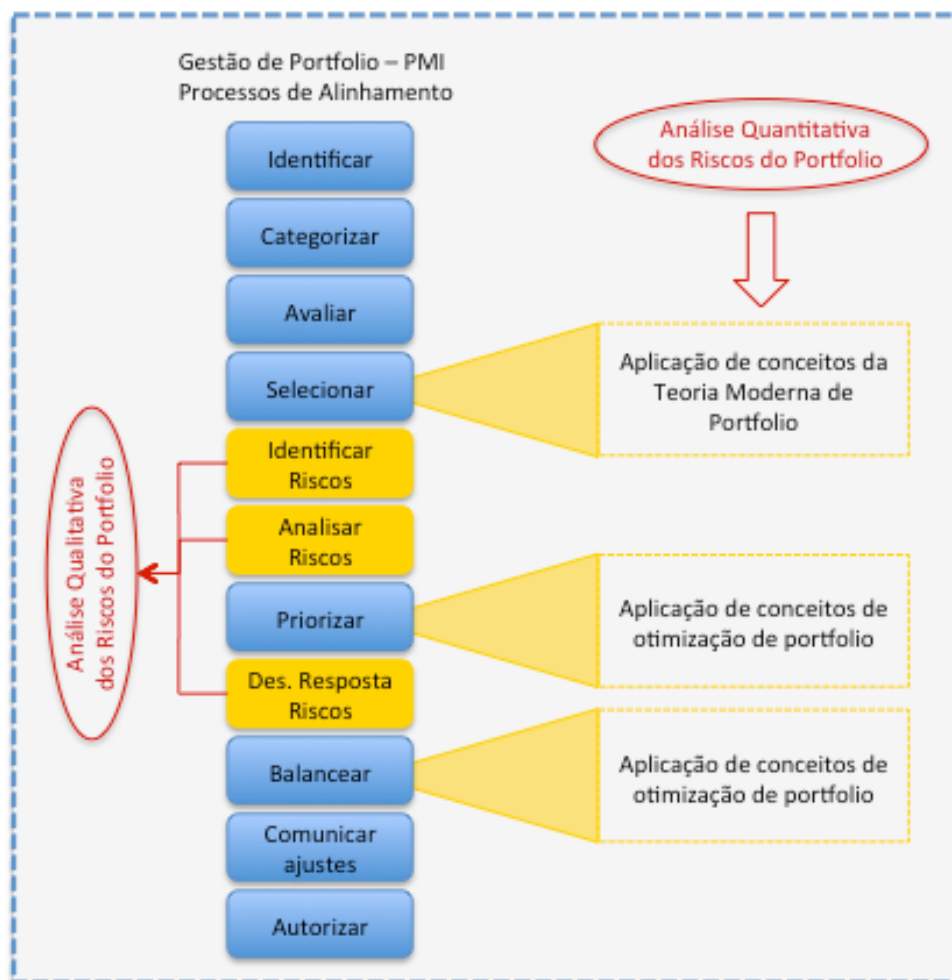


Figura 19 – Esquema sobre a análise crítica
Fonte: A autora (2014).

Cabe dizer que, na prática, a dificuldade de se definir claramente a tolerância ao risco de uma determinada companhia permanece e é comum às três abordagens. Por exemplo, o CVaR da carteira muitas vezes não é um indicador representativo para a Alta Administração. Assim como definir um retorno associado a um determinado risco, neste caso um desvio padrão, como defendido na fronteira eficiente, ou mesmo diversificar o portfólio para negócios ou segmentos negativamente correlacionados com as principais áreas de atuação da companhia não são tão evidentes, principalmente quando confrontados com outras teorias consagradas de estratégia e administração. Desta forma, o tratamento com um viés como o sugerido pelo PMI, utilizando-se de técnicas, teorias e métodos trazidos por

outros campos de estudo, agrega valor à toda gestão de portfolio e risco da Companhia.

Assim, considerar a aplicação das abordagens da Teoria Moderna de Portfolio e de Pesquisa Operacional para o gerenciamento dos riscos do portfolio nos processos predecessores e sucessores aos processos sugeridos pelo PMI para o gerenciamento de riscos, faz com que estes estejam sendo tratados de uma maneira mais ampla, abrangente e completa.

4 Conclusão

O presente trabalho, portanto, fez um levantamento das três principais abordagens consagradas para gestão de portfolio considerando também o gerenciamento de riscos. Foram elas: as melhores práticas sugeridas pelo PMI, a Teoria Moderna de Portfólio e a aplicação da Pesquisa Operacional para a otimização de portfolio.

Como pôde ser observado, a empresa em estudo tem enraizadas em seus processos as três abordagens de gestão de portfolio desenvolvidas ao longo do presente trabalho.

A partir disso, deu-se início ao estudo de caso na maior empresa de energia do Brasil, traçando um paralelo entre os processos existentes para a gestão corporativa do portfolio em relação às três abordagens levantadas. O fechamento do estudo de caso foi realizado através de uma análise crítica com foco no gerenciamento de riscos.

Assim, ficou evidente que ainda não há a estruturação dos processos de gerenciamento de riscos corporativos como os sugeridos pelo PMI para o portfolio. Afirma-se, no entanto, que, como nos estudos citados no Capítulo 1 referentes a algumas áreas de negócio da empresa, o risco é gerenciado no âmbito do portfolio dentro das unidades de negócio em iniciativas distintas. Além disso, o risco do componente de forma individual é gerenciado e é prática comum e difundida na Companhia. Desta forma, a falta de um gerenciamento de riscos do portfolio no âmbito corporativo não compromete o gerenciamento do risco na empresa, sendo uma oportunidade apreciável a sua estruturação no âmbito corporativo.

Portanto, a gestão corporativa dos riscos do portfolio de projetos e programas de investimento, como é feita atualmente na empresa estudada, pode ser considerada bastante desenvolvida e eficaz, embora dispersa em iniciativas que não visam especificamente o tratamento dos riscos no nível

corporativo. Conclui-se então que há uma oportunidade de melhoria ao se buscar a integração entre as três abordagens consideradas.

A principal contribuição deste estudo foi ressaltar a importância do desenvolvimento no âmbito corporativo da integração entre as três visões, tanto para a gestão de portfolio quanto para o gerenciamento de riscos corporativos. Outras contribuições relevantes dizem respeito a todo o levantamento bibliográfico acerca de assuntos que são costumeiramente tratados de forma separada, trazendo à luz a possível sinergia entre eles.

Além disso, este estudo agrega valor à gestão de portfolio da empresa estudada, uma vez que considera de forma encadeada a utilização das diversas ferramentas e teorias disponíveis e já desenvolvidas na literatura para o aprimoramento dos processos existentes.

Dentre os interesses e problemas que surgiram durante a elaboração deste estudo, destacam-se como sugestões para futuros trabalhos:

- Comparar a otimização do portfolio com e sem alocação por Segmento, através da categorização dos componentes. Ou seja, propor um modelo que vise definir os recursos por estratégias prioritariamente e, em seguida, por projetos;
- Valorar o impacto da diversificação do portfolio, em retorno e risco, quando da inclusão de projetos com estratégias opostas, como por exemplo: a entrada de um projeto de energia alternativa numa carteira cuja predominância seja produção de petróleo e gás.
- Comparar o resultado da aplicação de técnicas multicritério com o resultado obtido com o uso da pesquisa operacional para a priorização dos projetos num mesmo portfolio.
- Estruturar uma metodologia para definição de um indicador de alinhamento estratégico a ser aplicado a cada componente do portfolio, de acordo com sua contribuição para o alcance das metas estratégicas definidas. Para isso, as estratégias deveriam ser priorizadas e hierarquizadas entre si. Após isso, os projetos apresentariam sua contribuição para cada objetivo estratégico, de forma quantitativa e objetiva, obtendo assim uma nota que poderia ser

chamada de taxa de alinhamento estratégico. Essa taxa seria uma entrada, junto com as demais informações, para as etapas de seleção e priorização.

- Elaborar uma metodologia ou processo simples e prático que permita rapidamente a comparação de projetos aos pares para grandes portfólios.
- Buscar medidas de valor esperado alternativas para o portfólio que levem em conta diretamente o CVaR, como a composição de um valor esperado “Knightiano”, que empregue um parâmetro de aversão à incerteza, considerando a distinção entre os conceitos de incerteza e risco.
- Sugerir um parâmetro gerencial qualitativo e intuitivo que possa ser convertido em medida quantitativa de tolerância ao risco da companhia.

5

Referências bibliográficas

ACERBI, C.; TASCHE, D. On the coherence of expected shortfall. **Journal of Banking & Finance**. Vol. 26, Issue 7, p.p. 1487-1503, July, 2002.

AHARONY, J.; LOEB, M. Mean-variance vs. stochastic dominance: some empirical findings on efficient sets. **Journal of Banking and Finance**, [S.l.], no. 1, p. 95-102, 1977.

AMBROSIO, A.; AMBROSIO, V. A matriz BCG passo a passo. **Revista da ESPM**, [S.l.], p. 92. Jul./Ago. 2005.

ARAÚJO, A.C. **Comparação entre métricas de risco para otimizar carteiras de investimentos em ações**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ARCHER, N.P.; GHASEMZADEH, H.F. An integrated framework for Project portfolio selection. **International Journal of Program Management**. Vol.17, n.4, p.p. 207-216, 1999.

ARTZNER, P. et al. Coherent measures of risk. **Math. Finance**, [S.l.], no. 9, p. 203-228, 1999.

BARAN, R. **Análise de desempenho de fundos de gerenciamento ativo: um estudo comparativo**. Rio de Janeiro, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BERNSTEIN, P.L. **Desafio dos deuses, a fascinante história do risco**. 10. ed. [S.l.]: Campus, 1997.

BREALEY, R.A.; MEYERS, S.C. **Principles of corporate finance**. New York: Mc Graw Hill Cos., 1996.

BREALEY, R.A; MYERS, S.C. **Principles of corporate finance**. 6th. ed. Boston: McGraw-Hill, 1999. 1093 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional de 2012**. Brasília, 2012.

BRUNO, S.V.B. **Otimização de portfólio de ativos reais utilizando uma medida de risco coerente**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de matemática Pura e Aplicada, Matemática, [S.l.], 2008.

CARNEIRO, M.C.T. **Otimização sob incerteza de carteiras de investimentos: aplicação à cadeia integrada de petróleo e derivados**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CLEMEN, R.T.; REILLY, T. **Making hard decisions with decision tools**. 2. ed. [S.l.]: Thompson Learning, 2001.

CORRÊA, A.C.; SOUZA, A.B. Fronteira eficiente de Markowitz: aplicação com ativos brasileiros. **Adcontar**, Belém, v. 2, n. 1, p. 7-10, maio 2001.

COSTA, N.C.A.; GÜTTLER, C.N. Diversificação e avaliação de carteiras nos mercados de capitais dos principais países Latino- americanos. **Revistas de Ciências da Administração**, [S.l.], v. 5, n. 10, jul./dez. 2003.

COSTA JR., N.C.A.; MENEZES, E.A.; ASRILHANT, B. Avaliação econômica de projetos: a abordagem do CAPM. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 18., 1994. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1994. v. 5, p. 8-16.

DIAS, M.A.G. **Opções reais híbridas com aplicações em petróleo**. 2005. 509p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

DOMAR, E.; MUSGRAVE, R.A. Proportional income taxation and risk taking. **Quarterly Journal of Economics**, [S.l.], v. 57, May 1944.

DUBOIS, J. **Selecting among dissimilar assets: a portfolio solution**. **Oil and Gas Financial Journal**, Houston, v. 8, no. 7, 2011.

DYE, L.D.; PENNYPACKER, J.S. (Ed). **Project portfolio management: selecting and prioritizing projects for competitive advantages**. [S.l.: s.n.], 1999.

GARRIS, L.B. Capital budgets: a step-by-step approach. **Buildings**, [S.l.], v. 100, no. 6, p. 56, June 2006.

GOMES, E.D. **Integração entre sistemas de informação geográfica e métodos multicritério no apoio à decisão espacial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

GROPPELLI, A.A.; NIKBAKHT, E. **Administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

HADDAR, J.; RUSSELL, W.R. Rules for ordering uncertain prospects. **The American Economic Review**, [S.l.], v. 59, no. 1, p. 25-34, 1969.

HARMUCH, C.D. **Uma abordagem para a determinação do grau de exposição a riscos em um portfólio de projetos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

HIGHTOWER, M.L.; DAVID, A. **Portfolio modeling: a technique for sophisticated oil and gas investors.** First City, Texas: Society of Petroleum Engineers, Apr. 1991. SPE 22016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key world energy statistics.** [S.l.], 2012.

_____. **Key world energy statistics.** [S.l.], 2011.

JANSEN, L.K.C.; SHIMIZU, T.; JANSEN, J.U. Uma análise de investimentos considerando fatores intangíveis. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: ENEGEP, 2004.

KATO, F.H. **Análise de carteiras em tempo discreto.** 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KEYNES, J.M. **The general theory of employment interest and money.** London: Mac- millan, 1937.

KILLEN, C.P.; KRUMBECK, B.; KJAER, C. **Visualising project interdependencies for enhanced project portfolio decision-making.** Sydney, Australia: University of Technology Sydney, 2010.

LAZZARINI, S.G. Estudos de caso para fins de pesquisa: aplicabilidade e limitações do método. In: FARINA, E. (Coord.). **Estudos de caso em agrobusiness.** São Paulo: Pioneira, 1997.

LEITE, L.A.M. **Opções reais sob incerteza knightiana na avaliação econômica de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D).** 2012. Tese (Doutorado) – Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

LEMME, C.F. Revisão dos modelos de avaliação de empresas e suas aplicações nas práticas de mercado. **Revista de Administração-USP**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 117-124, abr./jun. 2001.

LEVINE, H.A. **Project Portfolio Management: a practical guide to selecting projects, managing portfolios and maximizing benefits.** San Francisco: Jossey-Bass, 2005.

MCFARLAN, F.W. Portfolio approach to information systems. **Harvard Business Review.** Vol. 59, p.p. 142-150, September – October, 1981.

MARKOWITZ, H.M. Portfolio selection. **Journal of Finance**, [S.l.], v. 7, no. 77, 1952.

MARZANO, L.G.B. **Otimização de portfólio de contratos de energia em sistemas hidrotérmicos com despacho centralizado**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

MATTAR, F.N. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 1993.

MENDES, A.P.A. **Otimização da relação risco e retorno na seleção de projetos de investimento em ambiente sujeito a restrições**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia) – IBMEC, Rio de Janeiro, 2007.

MENDES, A.P.A. **Seleção ótima de uma carteira de projetos de investimento em ambiente de restrições**. 2004. Monografia (Especialização) – MBA Executivo em Finanças, IBMEC, Rio de Janeiro, 2004.

MORGAN GUARANTY TRUST COMPANY. REUTERS LTD. **RiskMetrics**: technical document. 4th. ed. New York, Dec. 1996.

NETOI, J.B.O.; COSTAIL, A.J.D. A Petrobras e a exploração de petróleo offshore no Brasil: um approach evolucionário. **Rev. Bras. Econ.** Rio de Janeiro, v. 61, no. 1, Jan./Mar. 2007.

OLIVEIRA, L.S.M. **Comparação de métodos de apoio à decisão na seleção de um imóvel**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

ORMAN, M.M.; DUGGAN, T.E. **Applying modern portfolio theory to upstream investment decision making**. [S.l.]: Society of Petroleum Engineers, 1999.

PETROBRAS. **Gestão de portfólio de projetos**. Rio de Janeiro, 2013. Apostila.

_____. **Manual de análise empresarial de projetos de investimento**. Rio de Janeiro, 2011. Relatório interno.

_____. Rio de Janeiro. Disponível em: <www.petrobras.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2013.

PIZZOLATO, N.D.; GANDOLPHO, A.A. **Técnicas de otimização**. [S.l.]: LTC, 2009.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **The standard for portfolio management**. Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **PM-BOK**: um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. 4. ed. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2010.

RAMOS, M.S. **Utilização da abordagem multicritério para priorização do portfólio de projetos de investimento**. Dissertação (Mestrado em Administração) – IBMEC, Rio de Janeiro, 2010.

REILLY, F.K.; BROWN, K.C. **Investment analysis and portfolio management**. 9th. ed. [S.l.]: South Western Cengage Learning, 2009.

ROCKAFELLAR, R.T.; URYASEV, S. Conditional value-at-risk for general loss distributions. **Journal of Banking and Finance**, [S.l.], no. 26, p. 1443-1471, 2002.

ROCKAFELLAR, R.T.; URYASEV, S. Optimization of conditional value-at- risk. **The Journal of Risk**, [S.l.], v. 2, no. 3, p. 21-41, 2000.

ROMAN, D.; MITRA, G. Portfolio selection models: a review and new directions. **Wil- mott Journal**, [S.l.], v. 1, no. 2, p. 69-85, Apr. 2009.

ROSS, S.; WETERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. **Administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROY, B. The outranking approach and the foundations of electre methods. **Theory and Decision**, Netherlands, no. 31, p. 49-73, 1991.

SAATY, T.L. Fundamentals of the analytic network process. **Kobe**, [S.l.], p. 1-14, ago. 1999.

SAMANEZ, C.P. **Gestão de investimentos e geração de valor**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SANTIAGO, L.P.; VAKILI, P. **Optimal project selection and budget allocation for R&D portfolios**. Boston: Center of Information and Systems Engineering (CISE) and Department of Manufacturing Engineering, Boston University, 2005.

SANWAL, A. **Optimizing corporate portfolio management, aligning investment proposals with organizational strategy**. [S.l.: s.n.]: 1973.

SCHROEDER, J.T. et al. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 36-45, 2005.

SILVA, G.S. **Inovação em ambientes dinâmicos: estudo de impactos de cenários econômicos em portfólio de projetos**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SIMPLICIO, J.G. et al. Teoria de carteiras na seleção de projetos de investimento em petróleo. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 265-272, 2012.

SIMPLÍCIO, J.G.; LEME, C.F. Seleção de projetos de investimento no segmento de petróleo de uma empresa de energia: uma aplicação da teoria de carteiras na avaliação de ativos reais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 19, no. 2, 2012.

SOUZA, A.D. de et al. Uma abordagem para gerência estratégica de portfolio com foco na seleção de projetos. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 8., [2012?]. **Anais...** [S.l.: s.n.], [2012?].

SOUZA, J.S. **Proposta de uma sistemática para análise multicriterial de investimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

STURARI, R. **Metodologia de descrição de cenários**. [S.l.]: Instituto SAGRES, Política e gestão Estratégica Aplicadas, 2008.

TETENS, J.N. **Einleitung zur Berechnung der Leibrenten und Anwartschaften**. Leipzig: Weidmanns Erben und Reich, 1789.

VERGARA, S.C. **Relatório de pesquisa em Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VICHI, F.M.; MANSOR, M.T.C. Energia, meio ambiente e economia: o brasil no contexto mundial. **Revista Quim. Nova**, [S.l.], v. 32, no. 3, p. 757-767, 2009.

WILLIAMS, D.; PARR, T. **Enterprise programme management: delivering value**. New York: Palgrave Macmillan, 2004.

YIN, R.K. **Case study research: design and methods**. Newbury Park: Sage Publications, 1990.