

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HIPÓLITO MARCELO LOSADA LÓPEZ

ESTRUTURAÇÃO DE UM PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS EM UM
GRUPO DE EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO

RECIFE

2017

HIPÓLITO MARCELO LOSADA LÓPEZ

**ESTRUTURAÇÃO DE UM PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE
RECURSOS EM UM GRUPO DE EMPRESAS DO SETOR
ELÉTRICO**

Tese de Doutorado apresentada à UFPE para a
obtenção de grau de Doutor como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Área de Concentração: Gerência da Produção.

Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida, PhD.

RECIFE

2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

L864e	<p>López, Hipólito Marcelo Losada. Estruturação de um problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do setor elétrico / Hipólito Marcelo Losada López. – 2017. 106 folhas, il., gráfs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2017. Inclui Referências e Anexo.</p> <p>1. Engenharia de Produção. 2. Seleção de portfólio. 3. Decisão multicritério. 4. Alocação de recursos. I. Almeida, Adiel Teixeira de. (Orientador). II. Título.</p>
658.5 CDD (22. ed.)	UFPE BCTG/2017-331

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

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE TESE DE DOUTORADO DE**

HIPÓLITO MARCELO LOSADA LÓPEZ

**“ESTRUTURAÇÃO DE UM PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE
RECURSOS EM UM GRUPO DE EMPRESAS DO SETOR
ELÉTRICO”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera o(a) candidato(a) HIPÓLITO MARCELO LOSADA LÓPEZ, APROVADO.

Recife, 24 de agosto de 2017.

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

Prof. ANA PAULA CABRAL SEIXAS COSTA, Doutora (UFPE)

Prof. DANIELLE COSTA MORAIS, Doutora (UFPE)

Prof. ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI, Doutor (UFPE)

Prof. LUIZ HENRIQUE ALVES DE MEDEIROS, Docteur (UFPE)

À minha Família, Professores e Amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade de estar aqui hoje, realizando mais um grande sonho.

Aos professores e amigos do PPGEP que sempre me apoiaram ao longo destes 9 anos de convivência.

Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Adiel, que com paciência compartilhou seu conhecimento, me ajudando em todos os momentos durante o mestrado e doutorado.

A minha mãe que me ajudou em todos os momentos da minha vida, sendo o meu alicerce, construindo meu caráter e que, onde estiver, certamente está me acompanhando e torcendo pelo meu crescimento profissional e acadêmico.

Ao meu pai por ter contribuído para que eu tivesse entrado na faculdade de engenharia.

A minha família, agradeço a compreensão pela minha ausência durante este período e ao apoio que minha esposa e filhos sempre me deram.

Aos meus familiares que sempre acreditaram em mim, e que contribuíram na formação do meu caráter.

Aos amigos da empresa onde trabalho, por me apoiarem e contribuírem na elaboração desta tese.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estruturar um problema de alocação de recursos voltada para um grupo de empresas do Setor Elétrico Brasileiro, sendo esta estruturação realizada pela aplicação do método *Value-Focused Thinking* (VFT). Em seguida foi proposta uma modelagem multicritério para seleção de portfólio de projetos utilizando o método PROMETHEE V com a respectiva aplicação numérica, com dados realísticos. Também foram propostas outras duas abordagens multicritério, sendo uma com racionalidade compensatória e outra para decisão em grupo. Estas abordagens poderão ser futuramente implementadas em caso de mudança no processo decisório. Os projetos que participaram deste processo de seleção são oriundos de propostas realizadas no ciclo de planejamento estratégico do grupo de empresas do Setor Elétrico Brasileiro, as quais têm como objetivo, materializar a estratégia definida, garantindo uma aplicação otimizada dos recursos. No momento da proposição destes projetos, ainda há escassez de informações, o que impossibilita a aplicação de critérios quantitativos amplamente utilizados na literatura. O modelo proposto passou por uma análise de sensibilidade utilizando Análise de Monte Carlo, e se mostrou robusto. Os atores do processo decisório classificaram a estruturação como satisfatória e a modelagem multicritério adequada a situação proposta.

Palavras-chave: Seleção de portfólio. Decisão multicritério. Alocação de recursos.

ABSTRACT

This work aims to structure a resource allocation problem for a group of companies in the Brazilian Electrical Sector, and such structuring was done by applying the Value-Focused Thinking (VFT) method. Next, a multicriteria model was proposed for project portfolio selection using PROMETHEE V method with the respective numerical application, with realistic data. It was also proposed two other multi-criteria approaches, one with compensatory rationality and another for group decision making. These approaches may be implemented in the future in case of a change in the decision-making process. The projects that were considered in the selection process came from proposals made in the strategic planning cycle of the group of companies of the Brazilian Electric Sector, whose objective is to materialize the defined strategy, guaranteeing an optimized application of resources. At the time those projects were submitted, there was still a shortage of information, which made it impossible to apply quantitative criteria widely used in the literature. The proposed model underwent a sensitivity analysis using Monte Carlo Analysis and it was robust. The actors in the decision-making process classified the resource structuring as satisfactory and the multicriteria modeling appropriate to the proposed situation.

Keywords: Portfolio selection. Multicriteria decision. Resource allocation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Processos de Gerenciamento do Portfólio.....	24
Figura 3.1 – Estrutura do Grupo.....	40
Figura 3.2 – Distribuição Geográfica das distribuidoras.....	42
Figura 3.3 – Organograma <i> Holding</i>	42
Figura 3.4 – Organograma Distribuidoras.....	43
Figura 3.5 – Sistema de Gestão Estratégica.....	45
Figura 3.6 – Processo de Planejamento Estratégico.....	46
Figura 3.7 – Formulação da Estratégia.....	46
Figura 3.8 – Etapas do Planejamento Estratégico Baseado em Cenários.....	47
Figura 3.9 – Cenários Planejamento Estratégico.....	49
Figura 3.10 – Tradução e Alinhamento da Estratégia.....	50
Figura 3.11 – Priorização das Iniciativas.....	51
Figura 3.12 – Formulário de Avaliação de Alternativas.....	52
Figura 4.1 – Etapas do Processo de Modelagem.....	58
Figura 4.2 – Hierarquia dos Objetivos.....	60
Figura 4.3 – Formulário de proposição de projetos.....	70
Figura 4.4 – Etapa 6 Modelagem de Preferências.....	75
Figura 5.1 – Modelos.....	79
Figura 5.2 – Estágios do Processo.....	82
Figura 5.3 – Histograma.....	91
Figura 5.4 – Gráfico de Probabilidade Acumulada.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Modelagem das preferências.....	19
Tabela 2.2 – Resultados da busca.....	29
Tabela 2.3 – Métodos utilizados.....	30
Tabela 2.4 – Critérios utilizados.....	34
Tabela 3.1 – Dados Operacionais.....	44
Tabela 4.1 – Objetivos Estratégicos x Iniciativas.....	71
Tabela 5.1 – Critérios do modelo proposto.....	85
Tabela 5.2 – Variação dos projetos selecionados.....	88
Tabela 5.3 – Performance do portfólio perante cada critério	89
Tabela 5.4 – Análise de Sensibilidade.....	91
Tabela 5.5 – A Dados da Simulação.....	91

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 5.1.....	80
Equação 5.2.....	81
Equação 5.3.....	81
Equação 5.4.....	82
Equação 5.5.....	83
Equação 5.6.....	83
Equação 5.7.....	85
Equação 5.8.....	87
Equação 5.9.....	92
Equação 5.10.....	93
Equação 5.11.....	93

SUMÁRIO

1	<i>INTRODUÇÃO</i>	13
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivos do Trabalho	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	Estrutura do Trabalho	15
2	<i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i> ..	16
2.1	Base Conceitual sobre Decisão Multicritério	16
2.1.1	A Tomada de Decisão Multicritério.....	16
2.1.2	Problemáticas do Apoio à Decisão.....	18
2.1.3	Atores da Decisão	18
2.1.4	Modelagem das Preferências.....	19
2.1.5	Métodos Multicritérios	20
2.2	Base Conceitual sobre Seleção de Portfólio de Projetos	22
2.3	Base Conceitual sobre Métodos de Estruturação de Problemas	24
2.4	Revisão Bibliográfica sobre Alocação de Recursos com Métodos Multicritério em Empresas do Setor Elétrico	28
2.5	Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho	36
3	<i>DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO</i>	38
3.1	O Contexto do Problema	38
3.2	A Organização	40
3.3	O Planejamento Estratégico da Organização	44
3.4	Diagnóstico.....	51
3.5	Considerações Finais sobre a Descrição do Problema e seu Contexto .	54
4	<i>MODELAGEM DA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA</i>	56
4.1	Modelagem do Problema.....	56
4.2	Considerações Finais Sobre a Estruturação	77
5	<i>MODELOS DE AVALIAÇÃO PROPOSTOS</i>	79

5.1	Modelo 1 – Racionalidade Não Compensatória.....	80
5.1.1	Aplicação do Modelo 1	84
5.1.2	Resultados e Discussões do Modelo 1	90
5.2	Modelo 2 – Racionalidade Compensatória	92
5.3	Modelo 3 - Decisão em Grupo.....	94
5.4	Implicações Gerenciais	95
5.5	Considerações Finais Sobre os Modelos Propostos.....	95
6	<i>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</i>	97
6.1	Conclusão.....	97
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	98
	<i>REFERÊNCIAS</i>	100
	<i>ANEXO 1 – RELAÇÃO DE PROJETOS E CRITÉRIOS</i>	105

1 INTRODUÇÃO

A crescente volatilidade e complexidade do mundo dos negócios, globalizado e interconectado, adicionaram enorme dificuldade ao processo de planejamento das empresas.

O momento global vivido, em especial no Brasil, é extremamente incerto em todas as dimensões: política, econômica, regulatória, social e tecnológica, a volatilidade, complexidade e ambiguidade (EMPRESA EM ESTUDO, 2015).

Os modelos tradicionais de alocação de recursos, se tornaram obsoletos na medida em que não incorporaram o dinamismo e a incerteza da economia para a construção de estratégias flexíveis e adaptáveis às mudanças de ambiente (MONTEIRO e FREITAS JR., 1997).

Assim, a tomada da decisão sempre será uma tarefa difícil para os executivos das organizações, já que suas decisões irão impactar diretamente na competitividade das empresas e conseqüentemente na sua sustentabilidade (DE ALMEIDA, 2013).

Desta forma, torna-se crucial a criação de um modelo para alocação de recursos que permita apoiar as organizações na materialização de suas estratégias, de tal forma que possibilite o crescimento sustentável destas empresas, perpetuando, assim, a sua existência.

Destaca-se que o trabalho em questão se dá em um grupo de empresas *players* do setor elétrico brasileiro, sendo que grande parte delas atua na distribuição e transmissão de energia elétrica, serviços estes prestados em um ambiente regulado. Este fator impõe restrições às empresas do grupo em estudo, já que suas tarifas são estabelecidas pelo órgão regulador.

Este fato determina a necessidade de realizar investimentos “cirúrgicos” visando a maximização do valor do capital empregado, pela aplicação dos recursos em projetos que permitirão uma maior rentabilidade para a organização e um serviço de qualidade prestado a seus clientes.

Desta forma, este trabalho proporcionará a estruturação de um problema de alocação de recursos. Para isso, o autor realiza uma análise das práticas atualmente adotadas na organização para a seleção de portfólio de projetos, estrutura o problema usando um método de estruturação de problemas e propõe mudanças substanciais no processo atualmente adotado, identificando e propondo melhorias a serem implementadas.

Os resultados do novo modelo proposto serão avaliados pela realização de uma análise de sensibilidade, a qual provará a sua robustez.

1.1 Justificativa

Anualmente, o grupo de empresas do setor elétrico em estudo necessita realizar um grande montante de investimentos. Estes investimentos visam a ampliação de sua infraestrutura para atender a demanda de mercado e aos níveis de qualidade do produto e do serviço prestado, os quais são exigidos pelo órgão regulador, tornando-se importante a alocação destes recursos de forma otimizada.

Após pesquisa realizada pelo autor nas bases científicas, foi verificada uma carência na literatura abordando o tema de alocação de recursos em empresas do Setor Elétrico, utilizando a abordagem de estruturação de problema e modelagem multicritério, tanto no âmbito nacional como internacional. Desta forma torna-se necessário o desenvolvimento de uma abordagem que atenda as especificidades do grupo econômico em estudo, que atua em um setor regulado, o qual exige a adoção de determinadas restrições em seu *modus operandi*.

A criação de uma abordagem alinhada ao processo de planejamento estratégico da organização possibilitará a materialização da estratégia de forma sistemática e com menor risco para o Grupo, atendendo às restrições impostas pelo ambiente.

Este trabalho trará como contribuição, o desenvolvimento e aplicação de um modelo que permita conjugar as restrições do ambiente em que a organização está inserida, com as restrições impostas pelas partes interessadas como, por exemplo, utilização de critérios de caráter subjetivos por parte do tomador de decisão.

1.2 Objetivos do Trabalho

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo elaborar a estruturação de um problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do Setor Elétrico, utilizando modelo de estruturação de problemas e uma abordagem multicritério para a seleção de portfólio de projetos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar e analisar os modelos existentes para seleção de portfólio no Setor Elétrico.
- Estruturar o problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do Setor elétrico.

- Propor uma modelagem multicritério para o grupo em questão, visando a seleção do melhor mix de projetos, o qual permitirá uma alocação de recursos eficiente.
- Verificar se o método proposto é adequado a problemática em questão.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 5 capítulos como a seguir:

O Capítulo I, Introdução, apresenta as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho, assim como os objetivos geral e específicos do estudo.

O Capítulo II, Fundamentação Teórica e Revisão Bibliográfica, aborda a fundamentação teórica sobre decisão multicritério, gestão de portfólio de projetos, estruturação de problemas, além de realizar uma revisão bibliográfica a respeito de seleção de portfólio de projetos em empresas do setor elétrico.

No Capítulo III, Descrição do Problema e de seu Contexto, é descrito o contexto no qual o grupo de empresas está inserido, assim como, detalhado o problema de alocação de recursos vivenciado pelo grupo.

No Capítulo IV, Modelagem da Estruturação do Problema, é estruturada uma abordagem para a solução do problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do Setor Elétrico Brasileiro.

No Capítulo V, Modelos de Avaliação Propostos, é proposto e aplicado um modelo para seleção de portfólio de projetos, associado a um exemplo numérico realístico, neste capítulo também são propostas mais duas abordagens multicritério.

No Capítulo VI, Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros, são apresentadas as considerações finais do estudo, suas contribuições e limitações, assim como propostas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será apresentada a base conceitual utilizada para o trabalho. O item 2.1 fundamentará a base conceitual sobre a tomada de decisão utilizando métodos multicritérios. A conceituação do processo de seleção do portfólio de projetos será abordada no item 2.2. Em seguida, no item 2.3, será descrita a base conceitual sobre modelos para estruturação de problemas. No item 2.4 será apresentada a pesquisa bibliográfica realizada pelo autor a respeito do tema alocação de recursos com métodos multicritério em empresas do setor elétrico. Por fim, é apresentada a síntese do estado da arte e o posicionamento deste trabalho.

2.1 Base Conceitual sobre Decisão Multicritério

2.1.1 A Tomada de Decisão Multicritério

Quando estamos em face de um problema que possui múltiplas alternativas, pode ser dito que se está diante de uma decisão. Mesmo havendo apenas uma única alternativa para solucionar o problema, se estará perante uma decisão, pois pode ser optado por tomar ou não essa ação (GOMES *et al.*, 2009).

Quando é necessário aplicar um conjunto de métodos e técnicas que apoiam as tomadas de decisão com o uso de múltiplos critérios, utiliza-se o Apoio Multicritério à Decisão – AMD (GOMES *et al.*, 2009).

A definição de relações de preferências (subjetivas) perante diversas alternativas que estão sendo analisadas sob a atuação de vários critérios durante o processo decisório é uma das buscas constantes do AMD (DE ALMEIDA e COSTA, 2003).

As características, segundo Gomes *et al.* (2009), da abordagem multicritério são:

- Diversos atores envolvidos, definindo os aspectos relevantes do processo de decisão, o que caracteriza um processo decisório complexo;
- Atores com seu próprio juízo de valores;
- Leva em conta as subjetividades dos atores, reconhecendo os limites de objetividade;
- Tem como premissa que o problema não é bem definido nem substancialmente estruturado.

O apoio à decisão está apenas de longe relacionado à busca pela verdade, mas sim uma maneira de direcionar ações em complexos ambientes, mais notadamente onde há conflitos entre pontos de vistas (ROY, 1996).

A metodologia desenvolvida por Roy (1996), descreve a modelagem da tomada de decisão, que é aplicável à operação de todos os métodos de AMD.

O primeiro nível estabelece um conjunto de soluções possíveis para o problema (alternativas). A determinação do objetivo da decisão especifica a forma com que o conjunto de soluções viáveis deve ser considerado para tomar a decisão final. Isto envolve em se definir a seleção da problemática de decisão que é mais adequada para o problema.

A segunda etapa envolve a identificação de todos os fatores relacionados à decisão. AMD pressupõe que estes fatores têm a forma de critérios, sendo que um critério é uma função real que mede o desempenho das alternativas.

Uma vez que um conjunto coerente de critérios foi especificado, o próximo passo da análise é a especificação do modelo de critérios de agregação, visando atender aos requisitos do objetivo / natureza do problema.

A partir da conclusão do processo, na quarta fase, é disponibilizado para o decisor todo o apoio para entender as recomendações do modelo. Fornecer um apoio significativo é um elemento crucial para o êxito da implementação dos resultados da análise e da justificativa da decisão tomada.

Para Gomes *et al.* (2009), o AMD aborda o problema de decisão tanto pelo uso de uma visão prescritivista quanto de uma visão construtivista. Na visão prescritivista, o decisor define se aceitará ou não os modelos elaborados, já na visão construtivista os modelos são construídos utilizando o processo decisório, sendo que a estruturação do modelo caminha de forma interativa coerentemente com os objetivos do decisor.

Podem-se descrever as diferenças entre estas visões como (GOMES *et al.*, 2009):

Visão Construtivista

- Possui o objetivo de fazer recomendações. Possibilita construir o modelo de preferências para o momento e situação do estudo.
- Os atores podem participar de todas as etapas de apoio à decisão, sendo que as decisões representam os valores dos decisores. Os atores aprendem juntos sobre o problema tratado.
- O modelo pode considerar os aspectos subjetivos dos decisores.

Visão Prescritivista

- As prescrições são feitas a partir de hipóteses normativas validadas pela realidade descrita somente após estabelecer o modelo de preferências.
- Os atores do processo de decisão ficam restritos à estruturação do problema.

O grande mérito do AMD é possibilitar a aceitação da subjetividade como parte do processo decisório, apoiando ao decisor, através de algoritmos e metodologias, a explicitar suas preferências de forma confortável, obtendo os melhores resultados (GOMES *et al.* 2009).

2.1.2 Problemáticas do Apoio à Decisão

Gomes *et al.* (2009) citam quatro tipos de problemáticas empregadas na solução de problemas utilizando métodos multicritérios de apoio à decisão, sendo que as mesmas não são independentes uma das outras, podendo uma ser utilizada para se alcançar o resultado de outra.

As problemáticas são:

- Problemática $P.\alpha$ – Problemática da escolha, a qual tem como objetivo a escolha de um subconjunto tão restrito quanto possível, que contém as melhores ações ou as ações satisfatórias.
- Problemática $P.\beta$ – Problemática da classificação, que tem a intenção de alocar as ações em categorias definidas a priori a partir de normas aplicáveis ao conjunto de ações.
- Problemática $P.\gamma$ – Problemática da ordenação, que tem como objetivo ordenar as ações de modo completo ou parcial.
- Problemática $P.\delta$ – Esclarece a decisão por uma descrição das ações e suas consequências.

2.1.3 Atores da Decisão

São comuns referências às figuras de decisor, facilitador e analista, como sendo as mesmas pessoas ou grupos de pessoas, porém é necessário definir o exato papel que cada um deve ter em um processo decisório. Gomes *et al.* (2009) descrevem os papéis de cada autor como:

- Decisor: É a pessoa ou grupo de pessoas que influenciam o processo decisório, provendo o juízo de valor que representa e/ou relações que estabeleceram. Nem

sempre participa do processo de decisão, porém pode influenciá-lo se possuir o poder de veto, neste caso haverá um grupo que toma a decisão e a oficializa.

- **Facilitador:** Mantém uma postura neutra durante todo o processo decisório, tem o perfil de um líder que, focado na resolução do problema, irá coordenar os pontos de vista do decisor, sempre o mantendo motivado. Terá como papel principal esclarecer e modelar o processo de avaliação e/ou negociação inerente a tomada de decisão.
- **Analista:** Apoia os facilitadores e decisores na estruturação do problema e na identificação dos fatores que influenciam o problema. Seu trabalho consiste em realizar a formulação do problema e em ajudar os envolvidos a visualizarem o problema.

2.1.4 Modelagem das Preferências

Para o processo decisório é necessário representar de forma realista as preferências do decisor quanto a duas alternativas. Estas preferências são definidas em quatro situações fundamentais e mutuamente excludentes, como mostrado na tabela 2.1 (GOMES *et al.*, 2009).

Tabela 2.1 – Modelagem das preferências

Situação	Descrição	Relação Binária
Indiferença (I)	Existem razões claras que justificam a equivalência entre duas ações.	I – Simétrica e Reflexiva
Preferência estrita (P)	Existem razões claras que justificam a preferência, sem dúvidas em favor de uma das duas ações.	P – Assimétrica e Irreflexiva
Preferência fraca (Q)	Existem razões claras que não conduzem a uma preferência estrita em favor de uma das duas ações.	Q – Assimétrica e Irreflexiva

Incomparabilidade (R)	Não existem razões claras que justifiquem uma das três situações anteriores.	R – Simétrica e Irreflexiva
-----------------------	--	-----------------------------

Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2009)

2.1.5 Métodos Multicritérios

Pode-se classificar os principais métodos em três grandes grupos, sendo o primeiro grupo a escola americana de apoio à decisão, cujos principais representantes são o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), o Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMARTS) e a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT). O segundo grupo se refere à escola francesa de apoio à decisão, representada pelos métodos PROMETHEE e ELECTRE. Finalmente, um terceiro grupo que seria de abordagens híbridas, as quais possuem características das duas escolas anteriores, tendo como representante o método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério).

O AHP foi desenvolvido por Saaty em 1980 e é referido como sendo o método multiatributo mais utilizado, muito provavelmente devido ao software disponível. Por outro lado, trata do método com mais questionamentos na literatura, em função de vários problemas de consistência nos resultados apresentados. Neste método, inicia-se pela organização do problema em uma hierarquia de objetivos ou critérios, ficando as alternativas localizadas no nível mais baixo dessa hierarquia. Após esta definição, são realizadas comparações par a par, desde as alternativas até os objetivos (GOMES, 2007).

O método SMARTS foi proposto por Edwards e Barron (1994) e possui uma variante denominada SMARTER. Ambos os métodos utilizam o procedimento de pesos por swing criado na década de 1970. Os métodos consideram funções valor lineares para avaliação intracritério, simplificando as hipóteses no processo de análise.

Edwards e Barron (1994) ressaltam a importância do trade-off entre erro de modelagem e erro de elicitação. A proposta dos métodos se baseia na consideração de que os procedimentos de *trade-off* são mais difíceis de aplicar. Considera que o procedimento mais simples leva a menor erro de elicitação. Os autores apresentam procedimentos para verificação de erros inaceitáveis no uso do método. Essas regras incluem a avaliação de adequação das hipóteses para a aproximação da avaliação intracritério linear e para a agregação com o modelo aditivo.

O método MAUT, segundo Almeida (2010), derivou da teoria da utilidade, incorporando à mesma o tratamento com múltiplos objetivos. Apesar de o MAUT ser utilizado mais

frequentemente na solução de problemas discretos, o mesmo permite solucionar problemas com um conjunto de ações discreto ou contínuo (DE ALMEIDA e COSTA, 2003).

O PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) é um método que pertence à escola francesa e se destaca por ser de fácil assimilação, pois os parâmetros e conceitos utilizados têm alguma interpretação física ou econômica para o decisor. A família PROMETHEE pode ser implementada com as seguintes formas (MORAIS e DE ALMEIDA, 2006):

- PROMETHEE I – estabelece uma pré-ordem parcial, para problemática de ordenação.
- PROMETHEE II – estabelece uma pré-ordem completa, para problemática de ordenação.
- PROMETHEE III – ampliação da noção de indiferença, com preferência intervalar.
- PROMETHEE IV – estabelece uma pré-ordem completa ou parcial, utilizado para problemática de escolha e conjunto de soluções viáveis é contínuo.
- PROMETHEE V – estabelece uma ordem completa e são introduzidas restrições, incorporando uma filosofia de otimização inteira.
- PROMETHEE VI – estabelece uma pré-ordem completa ou parcial, para problemática de escolha e ordenação. Utilizada quando o decisor não tem dificuldade em fixar os pesos dos critérios.
- PROMETHEE – GAIA – utilização dos resultados do PROMETHEE, através de gráfico.

Os métodos da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant La Réalité*) foram desenvolvidos por Roy e seus associados e, assim como o método PROMETHEE, pertencem a categoria de métodos de sobreclassificação. São utilizados na solução de problemas discretos e realizam a comparação de pares de alternativas. Abaixo são mostrados os métodos da família ELECTRE (GOMES *et al*, 2004).

- ELECTRE I – utilizado na problemática de Seleção, critério simples;
- ELECTRE II – utilizado na problemática Ordenação, critério simples;
- ELECTRE III – utilizado na problemática Ordenação, pseudo critério;
- ELECTRE IV – utilizado na problemática Ordenação, pseudo critério, sem o uso de pesos;
- ELECTRE IS – utilizado na problemática Seleção, pseudo critério;

- ELECTRE TRI – utilizado na problemática Classificação, pseudo critério.

Já o método TODIM, baseado na teoria dos prospectos, combina tanto os conceitos de superação quanto de síntese, além da vantagem de tentar modelar o padrão de preferência quando são tomadas decisões de risco (GOMES *et al.*, 2004).

2.2 Base Conceitual sobre Seleção de Portfólio de Projetos

Segundo PMI (2006), portfólio é um conjunto de projetos, programas e outras atividades reunidos para facilitar o gerenciamento eficaz, visando alcançar os objetivos estratégicos do negócio da organização.

Por sua vez, o gerenciamento de portfólios é o gerenciamento centralizado de um ou mais portfólios, abrangendo a identificação, priorização, autorização, gerenciamento e controle de projetos, programas e outros trabalhos relacionados (PMI, 2006).

Um ponto importante que deve ser ressaltado é a diferenciação da abordagem da seleção de projetos e a seleção de portfólio de projetos. Segundo Duarte (2007), a seleção de projetos tem por objetivo selecionar um conjunto de projetos dentre todos os projetos disponíveis, apenas considerando suas características individuais e as restrições impostas pelo sistema. Já a seleção de portfólio de projetos leva em consideração, além das características individuais dos projetos e suas restrições, a sinergia entre eles. No entanto, há vários conceitos diferentes para sinergia na literatura. No que tange à definição de portfólio, a sinergia está relacionada à consideração de todos os projetos como um conjunto, desde que se possa associar a seleção de portfólio de projetos ao problema da mochila em programação linear inteira. No problema da mochila, tem-se como objetivo, inserir em uma mochila uma quantidade de itens que otimize o valor dos produtos carregados sem extrapolar o peso estabelecido. O conceito sinergia usado por Duarte (2007) no âmbito de seleção de portfólio é caracterizado quando o valor total agregado pelo portfólio de projetos é maior que a soma dos valores agregados pelos projetos individualmente. O estudo de Almeida (2007) utiliza um conceito em que a sinergia entre pares de projetos é medida e introduzida no modelo.

O principal foco do gerenciamento de portfólio é garantir que os projetos e programas sejam analisados, priorizando a alocação dos recursos da organização, garantindo sua consistência e possibilitando que seus projetos estejam alinhados à estratégia da organização (PMI, 2008).

Contribuindo com esta visão, Kerzner (2005) afirma que o gerenciamento do portfólio de projetos permite um maior equilíbrio entre os projetos em andamento e novas iniciativas estratégicas pela determinação da exata combinação de projetos e o nível de investimento correto de cada projeto. Com isso, as decisões tomadas no gerenciamento de portfólio de projetos normalmente estão associadas com outros projetos e fatores como reservas financeiras disponíveis e a alocação de recursos.

Já Cooper et al. (2000) ressaltam que o gerenciamento de portfólio vai além da mera seleção de projetos e análises de continuar ou abortar o projeto. Gerenciamento de portfólio é um processo dinâmico de decisão, no qual novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados, assim como os projetos existentes podem ser acelerados, extintos ou ter sua prioridade revisada, possibilitando a realocação de recursos.

Kendall e Rollins (2003) destacam as seis principais responsabilidades do gerenciamento do portfólio de projetos:

- 1) Determinar um mix de projetos viáveis que seja capaz de viabilizar o alcance das metas estratégicas da organização;
- 2) Balancear o portfólio para garantir um mix de projetos que equilibre projetos de longo prazo versus projetos de curto prazo, risco versus recompensa, pesquisa versus desenvolvimento, entre outros;
- 3) Monitorar o planejamento e a execução dos projetos selecionados para a composição do portfólio;
- 4) Analisar a performance do portfólio e verificar formas de melhorá-la;
- 5) Avaliar novas oportunidades perante o portfólio atual ou outros portfólios, levando em consideração a capacidade de execução de projetos da organização;
- 6) Prover informações e recomendações para os tomadores de decisão em todos os níveis.

Visando difundir a disciplina gerenciamento de portfólio de projetos dentro das organizações, o *Project Management Institute* (PMI), instituto mundialmente reconhecido no âmbito do gerenciamento de projetos, lançou em 2006 o padrão *The Standard for Portfolio Management*. Neste padrão são estabelecidos os seguintes processos para o gerenciamento do portfólio de projetos, conforme figura 2.1.

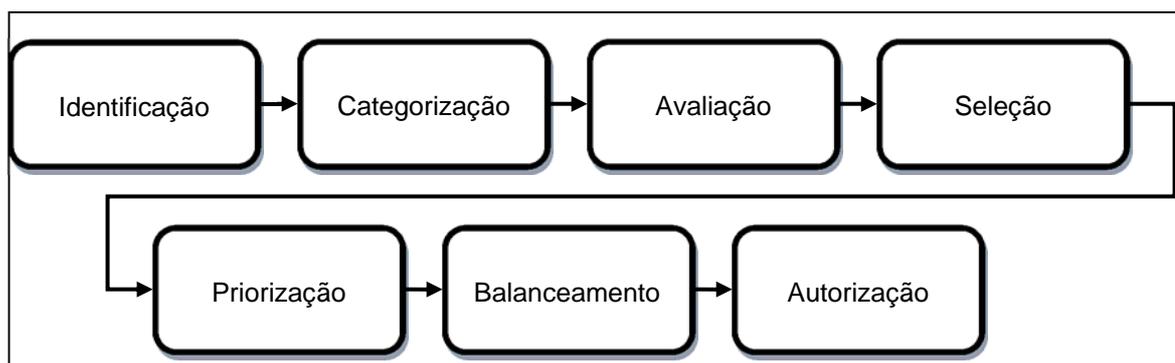


Figura 2.1 - Processos de Gerenciamento do Portfólio

Fonte: PMI (2006)

Segundo PMI (2006), os processos apresentados acima são práticas que reconhecidamente realçam a probabilidade de sucesso de um portfólio, porém não devem ser necessariamente aplicados uniformemente para todos os tipos de portfólios. A equipe envolvida no gerenciamento do portfólio tem como responsabilidade definir quais os processos deverão ser seguidos e qual o grau de rigor que cada processo deverá ter em função das características da organização.

Com relação a este conjunto de processos apresentados, pode-se destacar o processo de seleção de projetos, o qual envolve reduzir efetivamente, sempre que possível, o número de componentes a ser incluído no portfólio, sendo utilizado para isto um modelo de pontuação que visa descartar os projetos que não alcançam o limite de pontuação aceitável (PMI, 2006).

2.3 Base Conceitual sobre Métodos de Estruturação de Problemas

A abordagem *soft* da pesquisa operacional tradicional, também chamada de *PO Soft*, é um conjunto de métodos que busca esclarecer, pelo aprendizado e uniformização das informações, um problema entre as partes envolvidas (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

A representação formal da estruturação de um problema é um processo de aprendizado contínuo. Esta representação formal da estruturação de um problema integra os componentes objetivos do problema com os aspectos subjetivos dos atores, explicitando o sistema de valores (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

Os métodos de estruturação de problemas, também conhecidos por PSM (*Problem Structuring Methods*) é um conjunto de métodos que permite com que os participantes entendam melhor seus problemas, convergindo para um problema mútuo e entrando em acordo

com compromissos que solucionaram, mesmo que não integralmente, o problema em questão (MINGERS e ROSENHEAD, 2004). Para alcançar isso, os autores destacam que o PSM deve:

- Permitir que várias perspectivas de alternativas sejam levantadas para análise em conjunto;
- Ser cognitivamente acessível para os atores com uma série de origens e sem treinamento de especialistas, para que a representação em desenvolvimento possa informar um processo participativo de estruturação de problemas;
- Operar interativamente, de modo que a representação do problema se ajuste para refletir o estado e o estágio da discussão entre os atores, e vice-versa;
- Permitir que as melhorias parciais ou locais sejam identificadas e comprometidas, ao invés de exigir uma solução global, o que implicaria uma fusão dos vários interesses.

Nas duas últimas décadas os métodos SODA (*Strategic Options Development and Analysis*), SSM (*Soft Systems Methodology*), SCA (*Strategic Choice Approach*) e VFT (*Value-Focused Thinking*) tornaram-se amplamente conhecidos (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

Mingers e Rosenhead (2004) também destacam os métodos: *Robustness Analysis*; *Drama Theory*; *VSM (Viable Systems model)*; *SD (System Dynamics)*, *Decision Conferencing*.

A seguir é realizada uma breve explanação destes métodos, segundo Mingers e Rosenhead (2004):

SODA - Método geral de identificação de problemas que usa o mapeamento cognitivo como um dispositivo de modelagem para induzir e registrar as visualizações dos indivíduos sobre uma situação problemática. Os mapas cognitivos individuais fundidos (ou um mapa geral desenvolvido dentro de uma sessão de workshop) fornecem o quadro para discussões em grupo, tendo um facilitador orientando os participantes a alcançar um compromisso para um conjunto de ações.

- SSM - Método geral para o redesenho do sistema. Os participantes criam modelos conceituais de tipo ideal (CMs), um para cada visão de mundo real relevante. Eles os comparam com a percepção do sistema existente, a fim de gerar debate sobre quais mudanças são culturalmente viáveis e sistematicamente desejáveis.

- SCA - É uma abordagem de planejamento centrada na gestão da incerteza em situações estratégicas. Os facilitadores auxiliam os participantes a modelar a interligação das áreas de decisão. A comparação interativa de esquemas de decisões alternativas ajuda a levantar incertezas chave. Nesta base, o grupo identifica as áreas prioritárias para o compromisso parcial e projeta explorações e planos de contingência.
- *Robustness Analysis* - É uma abordagem que se concentra em manter uma flexibilidade vantajosa sob a incerteza. Em um processo interativo, participantes e analistas avaliam a compatibilidade de compromissos iniciais alternativos com possíveis configurações futuras do sistema que está sendo planejado e o desempenho de cada configuração em ambientes futuros viáveis. Isso permite comparar a flexibilidade mantida pelas alternativas inicialmente compromissadas.
- *Drama Theory* - Desenha duas abordagens, metagames e hipergames. É um método interativo de análise de cooperação e conflito entre múltiplos atores. Um modelo é construído a partir de percepções das opções disponíveis para os vários atores e como eles são avaliados. A *Drama Theory* procura os "dilemas" apresentados aos atores dentro deste modelo da situação. Cada dilema é um ponto de mudança, tendendo a fazer com que um ator sinta emoções específicas e a produzir argumentos racionais pelos quais o próprio modelo é redefinido. Somente quando essas redefinições sucessivas eliminam todos os dilemas, o problema está completamente resolvido. Os analistas geralmente trabalham com uma das partes, ajudando a ser mais eficaz no processo racional-emocional de resolução.
- VSM - É um modelo genérico de uma organização viável baseada em princípios cibernéticos. Especifica cinco sistemas hipotéticos que devem existir dentro de uma organização em algumas formas de operações, coordenação, controle, inteligência e política, juntamente com o controle apropriado e relações de comunicação. Embora tenha sido desenvolvido com intenção prescritiva, também pode ser usado como parte de um debate sobre problemas de desenho organizacional e redesenho.
- SD - É uma forma de modelar as percepções das pessoas sobre os sistemas do mundo real baseados especialmente em relacionamentos causais e *feedback*. Ele

foi desenvolvido como uma ferramenta de simulação tradicional, mas pode ser usado, especialmente em combinação com diagramas de influência (diagramas de *loop* causal), como forma de facilitar a discussão em grupo.

- *Decision Conferencing* - É uma variante da amplamente conhecida "análise de decisão". Como o último, ela constrói modelos para apoiar a escolha entre alternativas de decisão nos casos em que as consequências podem ser multidimensionais e onde pode haver incerteza sobre eventos futuros que afetem essas consequências. O que distingue o método *Decision Conferencing* é que ele opera no modo *workshop*, com um ou mais facilitadores elicitando do grupo de participantes, tanto a estrutura do modelo quanto as probabilidades a serem incluídas nele. O objetivo é lançado, não como a identificação da melhor solução, mas como a realização de um entendimento compartilhado, o desenvolvimento de um sentido de propósito comum e a geração de um compromisso para a ação.

Uma abordagem especial será dada ao método VFT, visto que o mesmo será amplamente utilizado neste trabalho. O método VFT é uma abordagem que tem o pensamento focado no valor, o qual permite que a estruturação do problema parta da identificação dos objetivos, para que, posteriormente, sejam elencadas as alternativas que irão propiciar o alcance destes objetivos (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

Keeney (1996) destaca que as abordagens que focam nas alternativas são uma maneira limitada de pensar em situações de decisão. Estas são abordagens reativas, enquanto que o VFT possui uma abordagem proativa e criativa.

O VFT disponibiliza uma gama de procedimentos para apoiar na estruturação do problema. Basicamente, Keeney (1992) elabora cinco passos para esta estruturação:

- 1) Reconhece um problema de decisão;
- 2) Especifica valores;
- 3) Cria alternativas;
- 4) Avalia as alternativas;
- 5) Seleciona uma alternativa.

O primeiro passo é identificar a existência de um problema de decisão, o qual ocorre comumente como resultado de ações que estão fora do controle do decisor, sendo que, em alguns casos, também podem surgir em resposta a uma necessidade. Em seguida, no passo

especifica valores, os objetivos fundamentais e os objetivos meio, mais específicos, são definidos e logicamente estruturados, assim como a criação dos respectivos atributos (critérios) de avaliação. No terceiro passo, as alternativas são criadas focando no atendimento aos objetivos meios e fundamentais. A avaliação das alternativas e a escolha da alternativa são os dois últimos passos. Na avaliação das alternativas, se avalia o grau em que as diferentes alternativas de decisão satisfazem os objetivos estabelecidos. Então, uma determinada alternativa é selecionada baseada nas implicações de uma análise e/ou uma avaliação intuitiva.

Torna-se relevante destacar que, para se avaliar as alternativas, é necessário a criação de atributos os quais são classificados em 3 tipos (KEENEY, 1992):

- Atributos naturais – medidas comumente usadas e interpretadas por todos, como por exemplo, a utilização de quilômetros para realizar a medição de uma distância.
- Atributos construídos – quando não é possível estabelecer um atributo natural, torna-se necessário a criação de um atributo construído para medir o objetivo diretamente associado.
- Atributos *proxy* – fornecem uma medição indireta do objetivo, sempre que for difícil encontrar um atributo natural ou construído.

A abordagem VFT facilita a comunicação entre os múltiplos atores, direcionada à estratégia de decisão, ressaltando os fatores relevantes, apoiando o decisor na identificação e avaliação de alternativas potenciais (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

2.4 Revisão Bibliográfica sobre Alocação de Recursos com Métodos Multicritério em Empresas do Setor Elétrico

A aplicação de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) é abordada por diversos autores. Apesar da ampla utilização destes métodos em diversos setores, os métodos multicritérios na alocação de recursos em empresas do Setor Elétrico são pouquíssimos abordados.

Existem alguns estudos que aplicam métodos multicritérios para a seleção de portfólio de projetos, principalmente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e Tecnologia da Informação (TI). Estes estudos resultam de uma necessidade de sobrevivência, já que as empresas precisam desenvolver e implementar novos produtos e serviços para continuar “vivas” no mercado (Chen

e Cheng, 2009; Lee e Kim 2001, Liang e Li, 2008, Meade e Presley, 2002, Schmidt e Freeland, 1992).

Em pesquisa bibliográfica realizada foram encontradas poucas aplicações que atendiam todas as seguintes características:

- Aplicação de uma modelagem multicritério;
- Alocação de recursos para projetos (abordagem de seleção de portfólio ou projetos);
- Empresas do Setor Elétrico;
- Decisão Multicritério.

Esta pesquisa foi realizada nas Bases ISI (*Web of Science*) e *Scopus* com as seguintes palavras chaves: “*resource allocation*”, “*portfolio selection*” e “*project selection*”, combinados com as palavras chaves, “*energy company*”, “*electricity company*” e “*electrical company*”. Estas buscas totalizaram os resultados, conforme tabela 2.2 abaixo.

Tabela 2.2 – Resultados da Busca nas Bases

	<i>Energy company</i>	<i>Electricity company</i>	<i>Electrical company</i>
	Base ISI (<i>Web of Science</i>)		
<i>Resource allocation</i>	1	3	1
<i>Portfolio selection</i>	2	3	1
<i>Project selection</i>	4	3	2
	Base Scopus		
<i>Resource allocation</i>	18	2	0
<i>Portfolio selection</i>	1	1	1
<i>Project selection</i>	3	2	2

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

Vale destacar que, da tabela 2.2, foi possível encontrar 8 artigos que se enquadraram nas características desejadas. Cabe ressaltar que a grande maioria dos trabalhos encontrados no setor elétrico, utilizando uma abordagem multicritério, dizem respeito a problemas de seleção do melhor mix de fontes de energia para empresas que atuam com comercialização ou com empresas que utilizam a fonte energética como insumo de sua cadeia produtiva ou para a definição de tecnologias a serem usadas na implantação de projetos de pesquisa e

desenvolvimento (P&D), não sendo esses os focos desta pesquisa. Outro ponto é que nenhum dos trabalhos apresentou uma abordagem utilizando métodos de estruturação de problemas.

No setor elétrico, existem poucos desses estudos. Estes incluem Smith-Perera *et al.* (2010), Aragonés-Beltrán *et al.* (2010), Buchanan e Sheppard (1998), Ensslin *et al.* (2012), San Cristóbal (2011), Fuentes-Bargues e Ferrer-Gisbert (2015), García-Melón *et al.* (2015) e Lourenço *et al.* (2017), sendo que a grande maioria deles leva em consideração uma racionalidade compensatória com a aplicação de métodos como o AHP e o ANP.

A tabela 2.3 faz um apanhado dos trabalhos encontrados, apontando o método utilizado, se foi realizada uma aplicação para seleção de projetos ou portfólio e, para se mostrar a abrangência da problemática, apontada a quantidade de alternativas utilizadas.

Tabela 2.3 – Métodos utilizados

Referência	Método	Seleção de Projetos ou Portfólio	Quantidade de Alternativas
Smith-Perera <i>et al.</i> (2010)	ANP	Portfólio	15
Aragonés-Beltrán <i>et al.</i> (2010)	ANP	Projetos	4
Buchanan e Sheppard (1998)	ELECTRE III	Projetos	5
Ensslin <i>et al.</i> (2012)	MACBETH	Projetos	3
San Cristóbal (2011)	VIKOR	Projetos	13
Fuentes-Bargues e Ferrer-Gisbert (2015)	AHP	Projetos	3
García-Melón <i>et al.</i> (2015)	ANP	Projetos	15
Lourenço <i>et al.</i> (2017)	PROBE / MACBETH	Portfólio	28 / 344

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

Smith-Perera *et al.* (2010) destacam o sucesso na aplicação do método ANP (*Analytic Network Process*) na seleção do portfólio de projetos na empresa EDC (*La Electricidad de Caracas*) da Venezuela, distribuidora de energia elétrica.

Neste estudo de caso, a escolha pelo ANP se deveu por levar em consideração a interdependência entre os critérios, evitando em grande parte o problema da compensação, pois algumas técnicas de MCDA funcionam bem sob o pressuposto da independência dos critérios, o qual nem sempre é realista no campo estratégico de seleção de portfólio, onde múltiplas dimensões de informações relacionadas devem ser consideradas na análise, podendo levar a avaliações não otimizadas.

É ressaltado pelos autores que, durante a aplicação do método, existiram algumas dificuldades, sendo as três principais: (i) as comparações estabelecidas, ocasionalmente, conseguem ser complexas de entender para os participantes que não estão familiarizados com o método, sendo necessário o apoio de um facilitador, (ii) a dificuldade em reunir uma quantidade suficiente de especialistas com a qualificação necessária para o julgamento e (iii) o método ANP é mais trabalhoso conforme cresce o número de alternativas e / ou critérios, tornando-se muito mais difícil a sua aplicação com rigor e eficiência.

Apesar das dificuldades apontadas acima, para os autores, os resultados obtidos permitem concluir que o método ANP é um instrumento adequado para a seleção de portfólio de projetos em geral e, em especial, para companhias elétricas e energéticas, trazendo um bom grau de satisfação dos atores envolvidos.

Aragonés-Beltrán *et al.* (2010) abordam em seu trabalho para seleção de projetos de investimento em plantas de energia solar fotovoltaica a utilização do método ANP. Este trabalho visa resolver o problema de selecionar o melhor mix de projetos, estabelecendo uma priorização baseada em seu nível de risco e atrasos no tempo de execução.

A grande novidade da abordagem deste trabalho está em considerar, no processo de tomada de decisão, o ponto de vista dos riscos do projeto e as influências dos riscos, usando o método ANP.

No estudo também foi realizada uma comparação entre os métodos AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o ANP, para analisar a extensão do impacto que a interação entre os elementos têm no resultado final. Esta análise mostrou uma diferença relevante nos valores obtidos em cada um dos métodos, sendo que o método ANP gerou resultados mais próximos à intuição dos especialistas envolvidos.

Para Aragonés-Beltrán *et al.* (2010), duas considerações são importantes no momento da aplicação do método ANP:

- Os questionários a serem respondidos pelos tomadores de decisão têm que ser cuidadosamente projetados, permitindo a correta análise das influências entre os critérios de priorização.
- A estrutura de cluster e os componentes devem ser bem definidos para simplificar a rede o tanto quanto possível.

Em outro exemplo de aplicação de métodos multicritério para a seleção do portfólio de projetos, Buchanan e Sheppard (1998) destacam a aplicação do método ELECTRE III para selecionar e ordenar projetos na *Electricity Corporation of New Zealand* (ECNZ), uma empresa do setor elétrico da Nova Zelândia. Inicialmente o processo de seleção de projetos na ECNZ consistia em uma reunião na qual os patrocinadores apresentavam seus projetos, sendo os mesmos avaliados por critérios subjetivos, com pouca análise quantitativa. Segundo os autores, a escolha do método recaiu sobre o ELECTRE III, em detrimento dos métodos AHP e SMART, pois o mesmo incorpora a natureza difusa da tomada de decisão, pela utilização dos limiares de preferência e indiferença e por causa da enorme quantidade de comparações aos pares que são requeridas pelo AHP. A aplicação do método na ECNZ foi um sucesso e o resultado passou pelo senso comum dos tomadores de decisão. Para os autores, grande parte do sucesso se deu à forma como o problema foi estruturado, aplicando o conceito de separar os componentes objetivos e subjetivos do problema de decisão.

As análises de robustez realizadas mostraram que, em geral, a classificação dos projetos foi consideravelmente mais sensível à mudanças no desempenho dos critérios do que foram às mudanças nos limiares ou pesos, mostrando que, dentro de uma faixa relativamente grande de preferência, não houve mudanças nos resultados (BUCHANAN e SHEPPARD, 2007). O sucesso da aplicação resultou em um uso mais formal do método ELECTRE III para aplicações de seleção de projetos e vários outros problemas multicritério.

Outro artigo identificado na pesquisa foi desenvolvido por San Cristóbal (2011) e tem como objetivo a seleção do melhor projeto de investimento em energias renováveis na Espanha, utilizando o método VIKOR.

Nesta problemática, o autor aplica o modelo para selecionar o melhor projeto de energia renovável dentre treze possibilidades, sendo que a alternativa escolhida foi a melhor pontuada na ordenação gerada, sendo esta uma usina de biomassa.

San Cristóbal (2011) destaca que métodos tradicionais de seleção de investimentos neste tipo de problema não conseguem lidar com questões complexas da tomada de decisão, como por exemplo, fatores sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos.

Um exemplo de aplicação de seleção de projetos de P&D foi apresentada por Ensslin *et al.* (2012). Neste trabalho os pesquisadores aplicam o método MACBETH para realizar a seleção de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O estudo tinha como objetivo possibilitar que a empresa identificasse os objetivos da área de P&D, e criasse indicadores de desempenho e escalas de intervalo, conjugando-os de maneira a possibilitar uma mensuração global.

O estudo foi implementado em três fases: estruturação, avaliação e recomendações, sendo que, ao final de cada fase ocorreu uma apresentação ao decisor da empresa a fim de esclarecer e dar entendimento da construção, expor críticas e validar a modelagem.

Como resultado, o modelo atendeu as expectativas dos interessados, porém o mesmo apresentava a limitação de não ter sido efetivamente implantado e por ter sido desenvolvido especificamente para a empresa em estudo, sendo necessário a sua adaptação para que pudesse ser replicado em outras empresas do setor elétrico.

Fuentes-Bargues e Ferrer-Gisbert (2015) realizam a aplicação do AHP para a seleção da melhor localidade, dentre 3 possíveis, para implantação de uma pequena usina hidrelétrica.

Os autores destacam que as três alternativas apresentaram uma pontuação muito próxima uma das outras, em função do processo decisório ter sido baseado em critérios técnicos, financeiros e ambientais. Os resultados se mostraram robustos, não havendo uma mudança da alternativa selecionada mesmo após a análise de sensibilidade ter sido feita.

Outra aplicação realizada em uma empresa distribuidora de energia elétrica foi feita por García-Melón *et al.* (2015) para a seleção do portfólio de projetos do plano mestre de tecnologia da Corporação Elétrica Nacional da Venezuela.

Os autores utilizaram o método ANP para implementarem o modelo, o qual possibilitou a elaboração de uma ordenação dos projetos pelo seu grau de contribuição para o alcance dos objetivos estratégicos, de acordo com a opinião de especialistas. García-Melón *et al.* (2015) também destacam que a aplicação correta do modelo foi valiosa para a materialização dos objetivos estratégicos da corporação.

Ao final do processo realizaram uma avaliação da satisfação dos envolvidos para verificar o desempenho do modelo. A pesquisa mostrou que os especialistas acharam os resultados coerentes e consistentes com suas expectativas, sendo que todos consideraram que a metodologia foi simples de ser aplicada. Como ponto negativo, o processo se mostrou muito demorado.

Lourenço *et al.* (2017) apresentam um estudo de caso realizado na empresa portuguesa EDPD, distribuidora de energia elétrica, que utilizou o método PROBE (*Portfolio Robustness Evaluation*) para selecionar dois portfólios de projeto, o primeiro para projetos de subestação, chamados de projetos de larga escala, com 28 alternativas, e o segundo para projetos de linhas de baixa tensão, também chamados de projetos de pequena escala, com 344 alternativas.

O modelo desenvolvido também avaliou a incerteza relacionada ao fluxo de caixa dos projetos, associando o seu impacto ao valor presente líquido (VPL) do portfólio. Os resultados foram comparados com a heurística de priorização adotada pela EDPD, sendo que o modelo usando PROBE superou, em termos de VPL, a heurística adotada. Cabe salientar que o PROBE roda um modelo de programação matemática mono-objetivo, sendo posteriormente utilizado o MACBETH para rodar o modelo com multiobjectivos.

Na tabela 2.4 é apresentado o resumo dos critérios utilizados nos métodos multicritério adotados em cada um dos estudos apresentados anteriormente.

Tabela 2.4– Critérios utilizados

Referência	Critérios
Smith-Perera et al. (2010)	Continuidade do serviço; Qualidade do serviço; Custo de operação; Investimento; Viabilidade de execução; Satisfação do cliente; Satisfação da equipe; Flexibilidade na rede; Manutenção e serviços; Tempo de resposta.
Aragonés-Beltrán et al. (2010)	Risco de mudança na política energética; Risco de aprovação do planejamento urbano; Risco de obtenção da licença de construção; Risco tecnológico de adequação a mudança climática; Riscos na estimativa de inundação; Risco na estimativa de horas de irradiação solar efetiva; Risco de terremoto; Riscos de problemas geológicos no terreno; Risco de desenvolvimento de novos sistemas fotovoltaicos; Risco na seleção do painel solar; Risco na seleção dos inversores; Risco na seleção do rastreador solar; Risco de conexão na rede; Risco de alternativas a sistemas de geração de energia; Risco do custo de operação da planta; Riscos de custo da manutenção corretiva; Riscos de custo da manutenção preventiva; Risco de perda de performance; Risco no ROI devido a locação da planta; Risco no ROI devido a mudança climática; Risco de custos extras para terremotos; Risco de custos extras para prevenção a

	<p>inundações; Risco de custos extras para problemas geotécnicos; Risco de custos extras de conexão à grade elétrica; Risco de custos extras na compra do terreno; Custos extras para construção da linha de conexão de energia; Risco econômico para a obtenção da licença de construção; Risco econômico devido a seleção inadequada da célula fotovoltaica; Risco econômico devido a seleção inadequada do inversor; Risco de obtenção de financiamento bancário; Risco de mudança na demanda de energia; Risco de mudança no “preço” do dinheiro; Risco de mudança no preço da energia; Risco de atraso na construção da conexão da linha de energia; Risco de atraso na obtenção da aprovação administrativa para construção da linha; Risco de atraso da obtenção do ato de <i>Startup</i> da planta fotovoltaica; Risco de atraso na assinatura do acordo com a companhia de suprimento de energia; Risco de atraso na obtenção da licença de construção da linha; Risco de atraso na obtenção da aprovação local; Risco de atraso na obtenção da EIS; Risco de atraso na obtenção da licença de construção; Risco de mudança na legislação específica; Risco de mudança na legislação geral; Risco de mudanças legislativas para obtenção do ato de <i>start up</i>; Risco de mudanças legislativas na autorização administrativa para a linha de distribuição de energia; Risco de obtenção do REPE; Risco de mudanças legislativas na EIS; Risco de furto; Risco de vandalismo; Risco de consequências sociais oriundas da aquisição das terras.</p>
Buchanan e Sheppard (1998)	Financeiro; Solução entregue; Contribuição estratégica; Gerenciamento de riscos; Ambiental.
Ensslin et al. (2012)	53 critérios não detalhados completamente no trabalho. Os critérios informados foram: Parte técnica, Gestão de projetos, Experiência, Conhecimento, Pesquisadores, Engenharia da empresa.

San Cristóbal (2011)	Potência; taxa de investimento; Período de implantação; Horas de operação; Vida útil; Custo de operação e manutenção; Toneladas de CO2 evitada.
Fuentes-Bargues e Ferrer-Gisbert (2015)	Qualidade da água; Fauna protegida; População de peixe; Qualidade da paisagem; Vegetação; Regime de fluxo; Fragilidade do solo e erosão; Sinergia com outros projetos; Oposição pública ao projeto.
García-Melón et al. (2015)	Consolidação como um serviço público eficiente; Comprometimento com a proteção do meio ambiente e segurança do trabalho; Garantia do suprimento de energia elétrica; Desenvolvimento técnico e humano dos empregados; Nivelamento social, financeiro e ambiental; Comprometimento social e melhoria da relação empresa-sociedade; Eficiente uso da energia; Promoção do uso da energia de fontes renováveis; Promoção da pesquisa e desenvolvimento.
Lourenço et al. (2017)	Valor presente líquido; Impactos ambientais.

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

2.5 Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho

A pesquisa realizada mostrou a escassez de trabalhos que utilizam uma abordagem multicritério para a seleção de portfólio de projetos. Porém estes trabalhos apresentam uma diversidade de atores no processo decisório e, da mesma forma, uma grande quantidade de critérios distintos. Este fato se dá principalmente graças as características do ambiente no qual as organizações estão inseridas.

Os critérios utilizados abrangeram não só fatores quantitativos, como o período do retorno do investimento e o valor presente líquido (VPL), como também critérios socioeconômicos e ambientais.

Observou-se que uma variada quantidade de métodos multicritérios foram utilizadas nas aplicações analisadas, associadas a natureza da problemática e a racionalidade dos decisores elencados.

Um fator que tem que ser considerado é que, na maior parte das publicações, existe uma pequena quantidade de alternativas, mostrando uma abrangência mais limitada na aplicação dos

modelos. Este fato pode ser visto em função do tipo de projetos que estão sendo selecionados já que, na maioria dos estudos, foi desenvolvido um modelo para seleção de projetos de geração, sendo os mesmos considerados intensivo de capital, exigindo grande montante financeiro e com poucas opções viáveis.

Um ponto a se destacar é que, em alguns casos, os trabalhos desenvolvidos não foram integrados ao ativo intangível da empresa, como seria de se esperar quando se implanta um processo na organização, pois se tratara de simulações elaboradas a título de aplicação do modelo, mas não necessariamente para ser adotado permanentemente na organização.

O trabalho, que foi desenvolvido para o Grupo de empresas do Setor Elétrico Brasileiro, difere com o pesquisado na literatura, pois apresenta uma abrangência não encontrada na literatura, com o envolvimento de diversas empresas que atuam tanto no setor regulado quanto no setor não regulado, caracterizado pela alta competitividade, exigindo estratégias diferenciadas para cada uma delas.

Reforçando este fator, é de se notar a grande quantidade de alternativas apresentadas para a definição da alocação de recursos. Além disto, ressalta-se que a natureza das alternativas elencadas possui diversas origens, desde iniciativas de cunho meramente administrativos até iniciativas estritamente técnicas, trazendo uma complexidade de avaliação das mesmas. Estas iniciativas são propostas em um momento inicial do processo, no qual ainda não permite um detalhamento das mesmas, conseqüentemente inserindo uma incerteza e/ou imputando uma ausência de informações para a realização do julgamento pelo decisor, das alternativas perante os critérios estabelecidos.

Por fim, a característica da dispersão geográfica dos atores de decisão e das alternativas, apresentada na problemática, não foi encontrada em nenhum dos estudos avaliados. Esta questão leva a necessidade de se ter uma sistemática integrada ao processo decisório e que permeie toda a organização.

Frente ao cenário apresentado, este trabalho irá demonstrar a estruturação de um problema de alocação de recursos, usando a problemática de seleção de portfólio de projetos, pela proposição de um método de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), em um grupo do Setor Elétrico Brasileiro.

3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO

Neste capítulo, serão descritos o contexto no qual o grupo de empresas do setor elétrico está inserido, sua estrutura organizacional e o processo de planejamento estratégico que seleciona as iniciativas do portfólio do grupo. Também será realizado um diagnóstico, apontando pontos de melhoria neste processo.

3.1 O Contexto do Problema

O Governo Federal promulgou a Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico em 15 de março de 2004, sendo este um esforço do Governo Federal para reestruturar o setor elétrico, tendo como meta, propiciar um fornecimento de energia elétrica seguro e de qualidade, com modicidade tarifária a todos os consumidores do Brasil.

Este novo modelo introduz importantes mudanças na regulamentação do Setor Elétrico, fornecendo incentivos aos agentes privados e públicos para construir e manter a capacidade de geração e garantir o fornecimento de energia no Brasil.

Abaixo são listadas algumas condições estabelecidas no novo modelo do Setor Elétrico:

- 1) Criação de 2 ambientes paralelos para a comercialização de energia, sendo (i) um mercado de venda de energia elétrica para distribuidores, chamado de Ambiente de Contratação Regulada; e (ii) um mercado especificamente voltado a atividades não reguladas, chamado de Ambiente de Contratação Livre, o qual podem participar os geradores, Consumidores Livres e agentes comercializadores e que permite um certo grau de competição;
- 2) Obrigatoriedade, por parte das empresas de distribuição, de adquirir energia suficiente para satisfazer 100% da sua demanda;
- 3) Restrições a determinadas atividades das distribuidoras, que inclui a proibição de venda de eletricidade aos Consumidores Livres a preços não regulamentados e de desenvolver atividades de geração e transmissão de energia elétrica;
- 4) Existência de Garantia Física de lastro de geração para toda energia comercializada em contratos;

- 5) Proibição das distribuidoras venderem energia a Consumidores Livres a preços não regulamentados e desenvolver atividades de geração ou transmissão de energia elétrica;
- 6) Eliminação da auto-contratação (*self-dealing*), de forma a proporcionar um incentivo para que as distribuidoras comprem energia aos mais baixos preços disponíveis;
- 7) Respeito aos contratos firmados anteriormente à vigência da Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico, de forma a proporcionar estabilidade às transações efetuadas.

A distribuição de energia elétrica se caracteriza como o segmento do setor elétrico, o qual tem como objetivo a entrega de energia elétrica para o consumidor final.

O Governo Federal, por meio do seu Programa Nacional de Desestatização, decidiu pela privatização do setor de distribuição. Antes do Programa Nacional de Desestatização, empresas privadas de distribuição de energia eram responsáveis por apenas 3% da energia vendida no País.

Atualmente, o Brasil possui 63 concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, além de um conjunto de permissionárias (cooperativas de eletrificação rural que passaram pelo processo de enquadramento como permissionária de serviço público de distribuição de energia elétrica), que fornecem energia elétrica para aproximadamente 99% da população (ONS, 2014). As distribuidoras de energia elétrica só podem oferecer seus serviços a clientes cativos dentro de sua área de concessão, sob condições e tarifas reguladas pela ANEEL.

A regulação por incentivos, no qual se destaca o modelo de definição de tarifas por meio da metodologia *Price Cap* incorporada pela Lei das Concessões de 1995, direcionou o setor elétrico à necessidade de uma atuação preferencialmente pautada na eficiência operacional.

As concessões de distribuição implicam às concessionárias obrigações que compreendem essencialmente a necessidade de se atender toda a população da área geográfica concedida em condições iguais, garantindo isonomia de preços e de forma de atendimento.

Neste contexto, as empresas de distribuição de energia buscam constantemente aumentar a produtividade, numa tentativa de manter a rentabilidade de seus negócios e, conseqüentemente, a sua sobrevivência.

Os objetivos estratégicos das empresas que atuam no setor elétrico estão focados no aumento da produtividade e na manutenção de seus indicadores de qualidade, construindo assim um ambiente propício para a seleção de projetos.

3.2 A Organização

O estudo em questão se passa em um tradicional grupo do Setor Elétrico Brasileiro, com mais de 110 anos de existência. Este grupo possui 9 empresas de distribuição de energia elétrica, seis empresas de serviços voltados ao setor elétrico e duas empresas de transmissão.

As duas empresas de transmissão foram criadas recentemente para a construção das linhas de transmissão ganhas no último leilão promovido pelo governo federal.

Até o primeiro semestre de 2017, o Grupo continha 13 distribuidoras de energia elétrica, sendo que, para ganhos de sinergia, foi solicitado à agência reguladora o agrupamento de 5 concessões (empresas) localizadas na região sul e sudeste do país. Atualmente estas empresas já se encontram unificadas. A figura 3.1 retrata a estrutura do grupo com suas diversas empresas.

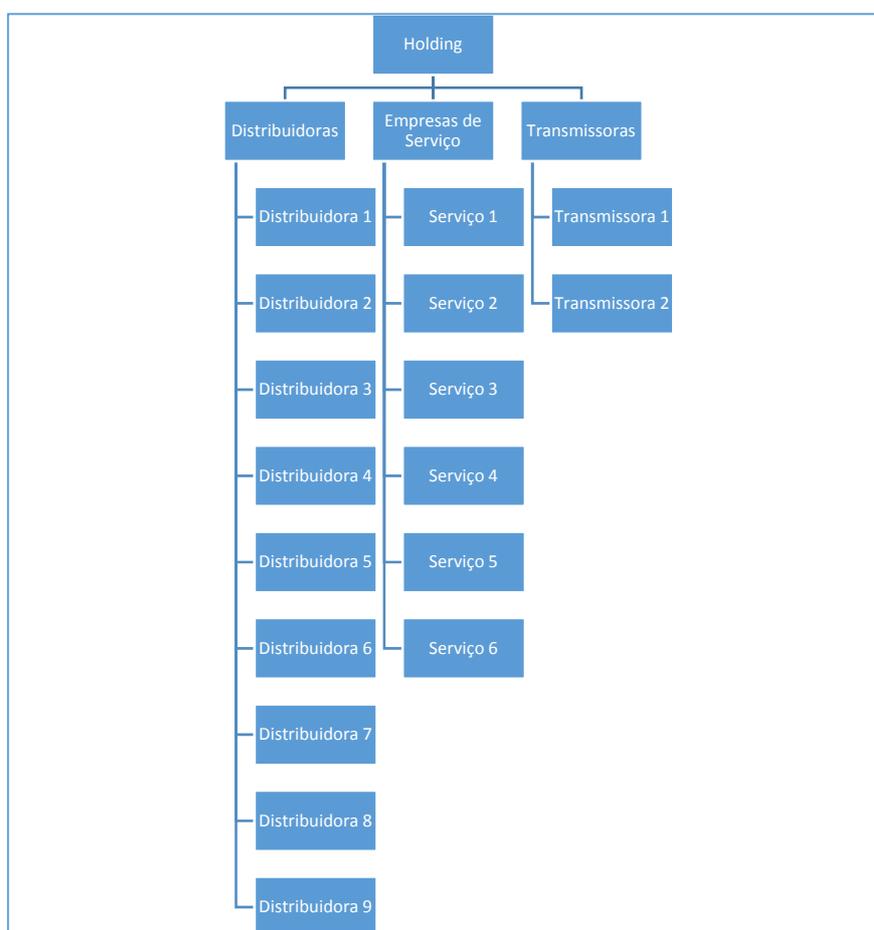


Figura 3.1 – Estrutura do Grupo

Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo. (2017)

As empresas de distribuição de energia elétrica do grupo estão em um mercado caracterizado por um monopólio concedido por uma concessão pública que tem regulamentação excessivamente rígida, atendendo a mais de 6 milhões de consumidores em aproximadamente 800 municípios, e nove estados do país.

A excelência operacional tornou-se o principal direcionamento estratégico das empresas de distribuição, de modo a apoiar o crescimento do mercado sem deixar de atender às metas de qualidade estabelecidas pela agência reguladora, otimizando os recursos disponíveis e possibilitando o aumento de rentabilidade.

Como pode ser observado na figura 3.2, as empresas de distribuição de energia elétrica do grupo estão dispersas geograficamente em todas as regiões do Brasil, sendo uma distribuidora na região norte, três distribuidoras na região nordeste, duas na região centro-oeste, 3 na região sudeste e sul. As empresas de serviço estão localizadas na região sudeste. As empresas de transmissão de energia elétrica estão localizadas nas regiões centro-oeste e norte do país.

Vale salientar que, por questões sinérgicas, algumas concessões são gerenciadas de forma conjunta. Duas empresas na região nordeste (distribuidoras 5 e 4) compartilham da mesma diretoria presidência e diretoria técnica comercial, da mesma forma, duas na região sudeste (distribuidoras 1 e 2).

Esta característica reduz para sete a quantidade de diretores presidentes e diretores técnicos das distribuidoras, assim como seu respectivo corpo gerencial, possibilitando ganhos operacionais relevantes.

Importante salientar que, apesar desta gestão centralizada, todas as empresas têm seus indicadores operacionais apurados de forma independente, permitindo a análise individual do desempenho de cada uma.



Figura 3.2 – Distribuição Geográfica das Distribuidoras
 Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo. (2017)

O organograma da holding do grupo pode ser visto na figura 3.3, sendo composto no nível 1 por quatro diretorias corporativas, que atendem todas as empresas do Grupo (empresas distribuidoras, empresas de transmissão e demais empresas de serviços).



Figura 3.3 – Organograma Holding
 Fonte: Empresa em Estudo. (2016)

Na figura 3.4 pode ser vista o organograma das distribuidoras, o qual contém uma Diretoria Presidência e cinco diretorias subordinadas à esta, sendo: Diretoria Financeira, Diretoria de Suprimentos e Logística, Diretoria de Gestão de Pessoas, Diretoria Técnica-Comercial e a Diretoria de Assuntos Regulatórios e Estratégia.



Figura 3.4 – Organograma Distribuidoras
Fonte: Empresa em Estudo. (2016)

As empresas de serviço possuem uma estrutura mais enxuta visando uma agilidade maior no processo decisório. O quadro de diretores das quatro empresas de serviço possui apenas um diretor presidente cada, já duas empresas de serviço possuem um diretor presidente, um diretor comercial e um diretor de operações cada. No caso das empresas de transmissão, como foram recentemente criadas, ainda só possuem um diretor de operação, compartilhado entre as duas empresas.

O Grupo enxerga como suas principais vantagens competitivas, para a implantação de suas estratégias, os seguintes fatores (EMPRESA EM ESTUDO, 2017):

- a) Base de consumidores diversificada: com empresas em todas as regiões do Brasil, o que minimiza sua exposição a riscos econômicos e políticos;
- b) Concessões localizadas em áreas de crescimento acelerado: as empresas estão localizadas em áreas com grande potencial de crescimento;
- c) Base de consumidores cativos: a receita operacional bruta tem origem preponderante nas vendas de energia elétrica a tarifas reguladas para consumidores cativos;
- d) Serviços de alta qualidade: as empresas de distribuição do grupo vêm apresentando expressivas melhorias nos indicadores de qualidade;
- e) Capacidade financeira e fluxo de caixa constante de operações: acesso a fontes de financiamento com condições favoráveis;
- f) Fornecedor de baixo custo com uma concentração de vendas em consumidores de margens elevadas: operação com baixo custo, propiciando maior margem da operação;

- g) Administração experiente: Grande experiência de seus conselheiros e corpo gerencial;
- h) Práticas socialmente responsáveis: cumpre suas obrigações de contribuição ao desenvolvimento econômico, social, ambiental e cultural.

Na tabela 3.1 podem ser vistos os dados operacionais do grupo, no que se refere às empresas de distribuição de energia elétrica.

Tabela 3.1 – Dados Operacionais

Em 31 de dezembro de 2016							
Descrição	Distribuidora 1	Distribuidora 2	Distribuidora 3	Distribuidora 4	Distribuidora 5	Distribuidora 6	Distribuidora 7
Área de concessão (km ²)	16.331	1.000	17.465	1.789	54.595	903.378	328.335
Municípios atendidos	66	1	63	6	216	141	74
Nº de consumidores cativos	438.869	104.116	748.538	208.599	1.378.727	1.327.938	990.556
Nº de consumidores livres	46	4	36	7	33	168	89
População atendida (mil)	1.028	184	1.930	483	3.284	3.224	2.400
Propriedades na Transmissão							
km de linhas de transmissão (em 69 e 138 kv)	1.080	24	1.279	41	2.290	5.916	3.810
km de linhas de transmissão (220 kv)	-	-	7	-	-	-	-
Propriedades na Distribuição							
Número de subestações	46	5	32	8	64	157	100
Potência nas subestações (MVA)	987	119	728	193	1.106	3.679	2.357
Nº de transformadores próprios de distribuição	61.184	3.553	41.188	4.348	59.987	150.919	65.308
km de linhas e redes de distribuição	26.459	1.963	25.298	5.296	70.743	157.457	87.895
Em 31 de dezembro de 2016							
Descrição	Distribuidora 8	Distribuidora 9-9	Distribuidora 9-10	Distribuidora 9-11	Distribuidora 9-12	Distribuidora 9-13	Consolidado
Área de concessão (km ²)	277.721	9.149	11.780	3.453	4.500	1.200	1.630.696
Municípios atendidos	139	24	27	15	15	1	788
Nº de consumidores cativos	566.124	243.459	181.060	157.053	116.546	58.021	6.519.606
Nº de consumidores livres	15	16	19	23	9	9	474
População atendida (mil)	1.533	552	435	332	278	177	15.840
Propriedades na Transmissão							
km de linhas de transmissão (em 69 e 138 kv)	2.735	160	11	86	158	-	17.590
km de linhas de transmissão (220 kv)	-	-	-	-	-	-	7
Propriedades na Distribuição							
Número de subestações	101	23	32	18	17	-	603
Potência nas subestações (MVA)	1.421	714	538	497	513	-	12.852
Nº de transformadores próprios de distribuição	73.368	13.735	10.622	13.014	5.747	2.558	505.531
km de linhas e redes de distribuição	88.663	9.416	8.456	6.923	3.910	1.827	494.306

Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo. (2017)

3.3 O Planejamento Estratégico da Organização

O Sistema de Gestão Estratégica está difundido em todas as empresas do Grupo e permite o monitoramento e a análise crítica do desempenho. Em vigor desde 2001, esse processo tem

sido aprimorado ao longo dos anos, com rotinas bem estruturadas de acompanhamento. Este processo está fortemente enraizado na cultura da organização e tem como eixo principal o Sistema de Gestão Estratégica.

O Sistema de Gestão Estratégica se inicia com a reflexão estratégica, onde são geradas as alternativas estratégicas do Grupo em estudo, passando pela quantificação, onde são definidos o orçamento disponível para as iniciativas estratégicas (futuros projetos), elaboradas as metas e selecionadas as iniciativas e ações que irão ser empreendidas no ciclo estratégico. Em seguida as ações e projetos são implementados e acompanhados pelos gestores, finalizando com a avaliação do desempenho e o reconhecimento pelos resultados alcançados (figura 3.5). Tem em sua base o *Balanced Scorecard* (BSC) como uma de suas principais ferramentas, o qual possibilita a geração de metas alinhadas com a missão do Grupo.

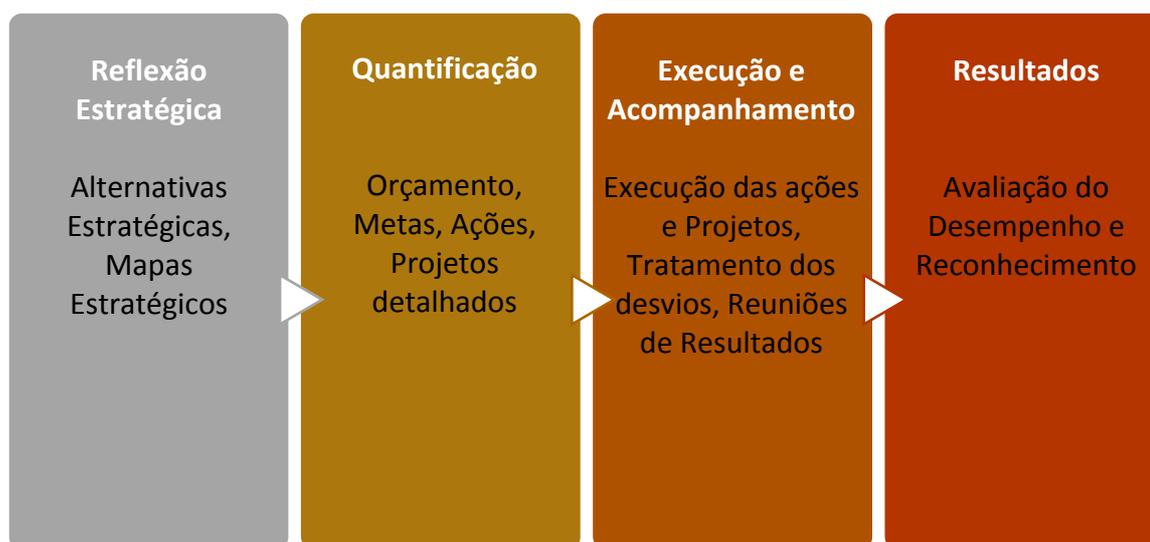


Figura 3.5– Sistema de Gestão Estratégica
Fonte: Empresa em Estudo. (2012)

O Planejamento Estratégico realizado pelo Grupo tem um ciclo de cinco anos. A visão do Grupo orienta a forma como este conduz seus negócios. O direcionamento é revisado anualmente durante o processo de Planejamento Estratégico, em que são considerados aspectos econômicos, políticos, setoriais e tecnológicos que terão influência de curto, médio e longo prazos na busca por oportunidades de negócios rentáveis e dentro da cadeia de energia elétrica.

Em função da sua relevância para este trabalho, será abordado mais detalhadamente o processo de planejamento estratégico do Grupo, o qual contempla 9 fases e é mostrado conforme a figura 3.6.

Neste processo, que tem duração aproximada de seis meses, são definidos os objetivos estratégicos que devem ser perseguidos para o Grupo e Unidades num horizonte de longo prazo (5 anos) e estabelecidas as prioridades para que as Unidades utilizem os recursos maximizando resultados.



Figura 3.6 – Processo de Planejamento Estratégico
Fonte: Empresa em Estudo. (2012)

As definições de metas das Unidades deverão estar em conformidade com as etapas descritas na Formulação e Tradução da Estratégia. Pode ser observado abaixo o detalhamento dessas fases.

A fase de Formulação da Estratégia consiste nas definições de Longo Prazo para o Grupo, Unidades de Negócio (UN) e Unidades de Apoio (UA). As principais etapas poderão ser observadas na Figura 3.7.



Figura 3.7 – Formulação da Estratégia
Fonte: Empresa em Estudo. (2012)

Em desenho das principais hipóteses (direcionadores estratégicos), são elaborados o detalhamento do cronograma do planejamento estratégico e o levantamento das informações iniciais. Neste momento também é realizada a entrevista dos acionistas e da direção do Grupo. Tem como principal resultado as principais hipóteses desenhadas.

Na etapa do contexto estratégico e riscos, são realizados um diagnóstico interno, a avaliação de cenários, onde se identifica os aspectos impactantes, e as possíveis discontinuidades, além da avaliação dos principais riscos e probabilidade econômica.

Estas duas etapas são desenvolvidas em conjunto, com base na metodologia *Scenario-based Strategic Planning* (Planejamento Estratégico baseado em Cenários), que fornece um quadro metodológico para incorporar estratégias mais flexíveis e adaptadas a ambientes em mudança.

Esta metodologia é composta por seis etapas (Figura 3.8) e tem como objetivo o desenvolvimento de uma estratégia principal para o Grupo e suas Unidades de Negócio (Distribuição, Transmissão e Serviços), complementadas por opções estratégicas derivadas dos riscos e oportunidades mapeadas em quatro diferentes cenários prospectivos. As etapas deste processo, bem como seus resultados, serão detalhadas nos tópicos a seguir.



Figura 3.8 – Etapas do Planejamento Estratégico Baseado em Cenários

Fonte: Empresa em Estudo. (2015)

Para a definição do escopo, foram estabelecidos o objetivo da análise e seu nível estratégico, o horizonte de tempo vislumbrado, os participantes do processo de definição dos fatores para a composição dos cenários e as análises das tendências e incertezas, bem como os atores (internos e externos) convidados a participar da mensuração dos impactos e incertezas atrelados a cada um dos fatores elencados.

Para este momento, participaram 38 partes interessadas internas (diretores e gestores), bem como também outros 57 atores externos, divididos entre consultores, membros do mercado financeiro, executivos do setor elétrico, bem como associações, institutos e órgão regulador.

A Análise de Percepção tem por objetivo avaliar as perspectivas dos atores internos e externos a respeito da situação provável do setor elétrico em 2020. Nesta etapa foi realizada uma reunião presencial com os atores para levantar os diversos fatores que poderiam afetar, em maior ou menor intensidade, o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro até 2020.

Uma segunda análise realizada (etapa 3), feita após a definição dos fatores que afetam o setor elétrico brasileiro, foi a construção de um diagrama de tendências e incertezas, o qual aponta a probabilidade de ocorrência de cada um dos fatores, e não diretamente do grau de incerteza associado. Os fatores que possuem forte impacto sobre o setor elétrico ou a economia, com alta probabilidade de ocorrência foram considerados na construção dos cenários prospectivos.

Um aspecto fundamental na construção de cenários é identificar as incertezas críticas que são as variáveis-chaves que mostram que caminho o ambiente está trilhando, ou qual o cenário se tornou mais provável. Pelo fato do Grupo atuar em diferentes segmentos do setor brasileiro, definiu-se que a composição dos cenários deveria contemplar os fatores macroeconômicos (nacionais e internacionais) e regulatórios com maior impacto sobre o futuro do setor. A identificação das incertezas críticas que deverão ser monitoradas continuamente para que ações adequadas sejam tomadas é uma das etapas mais importantes do processo (EMPRESA EM ESTUDO, 2015).

Para a Construção dos Cenários Estratégicos, as incertezas críticas foram estruturadas em dois eixos, sendo o eixo vertical referente a mudanças estruturais no modelo do setor elétrico brasileiro e o eixo horizontal referente ao desenvolvimento econômico e social do país (Figura 3.9). As extremidades dos eixos levam a duas possibilidades de futuro que combinadas geram os quatro cenários.

Como pode ser visto na figura 3.9 foram estabelecidos 4 cenários, sendo que no cenário 1, denominado como Cenário Base, as principais variáveis macroeconômicas, que refletem são:

- PIB sem crescimento até o ano de 2020;
- Manutenção da taxa SELIC;
- Manutenção da inflação;
- Crescimento do dólar.

Já o cenário 4, denominado Cenário Alternativo, mostra evoluções na retomada da economia e graduação na redução da inflação, juros e controle de câmbio.

- Crescimento do PIB até o ano de 2020;
- Redução da taxa SELIC;
- Redução da inflação;
- Queda do dólar.

Os demais cenários (2 e 3) apresentaram pequenas variações em função das poucas variações regulatórias.

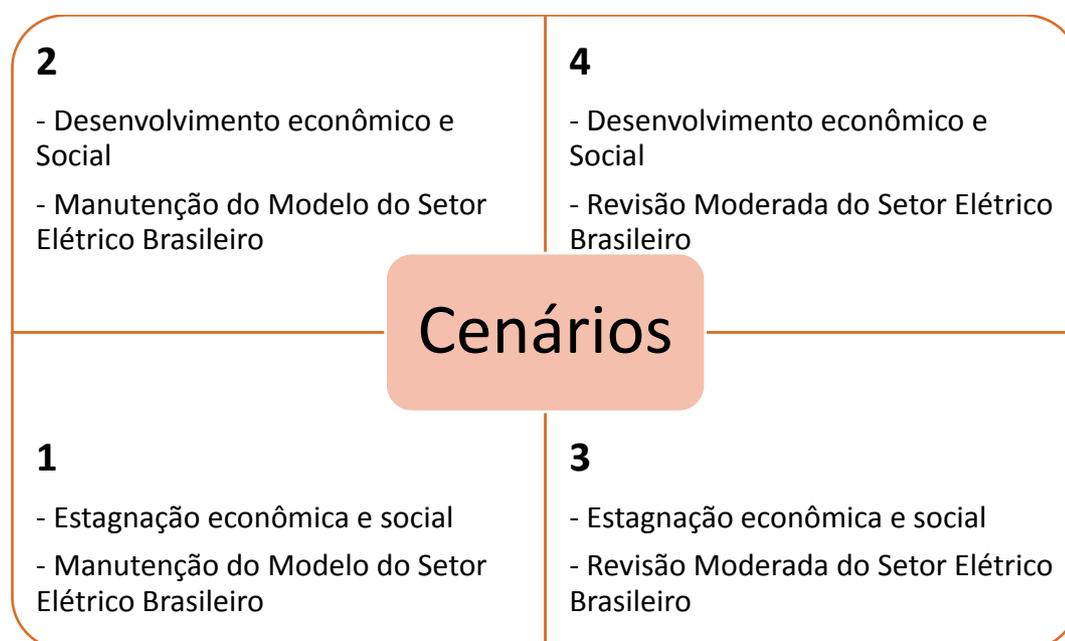


Figura 3.9 – Cenários Planeamento Estratégico

Fonte: Empresa em Estudo. (2015)

Após a validação dos cenários, as Unidades de Negócio puderam revisar seus respectivos Posicionamentos Estratégicos, estruturando um conjunto de alternativas estratégicas para cada um dos cenários propostos.

Voltando para a Formulação da Estratégia, na etapa seguinte, análise de oportunidades, são sistematizadas as principais oportunidades e identificadas as competências chaves do grupo para o aproveitamento destas oportunidades, finalizando com a realização da priorização das mesmas.

Finalmente, a fase de formulação estratégica é encerrada com a etapa de definição da alternativa resultante. Nesta etapa, é definido o posicionamento estratégico do grupo e suas unidades em cenários de 2, 3 e 5 anos, e tem como grande entrega o Book Estratégico.

A fase de tradução e alinhamento da estratégia consiste na definição de objetivos, metas e indicadores para os negócios, conforme detalhado na figura 3.10, e é de fundamental importância para este trabalho, pois é nesta fase que se encontra a etapa de priorização e seleção das iniciativas.

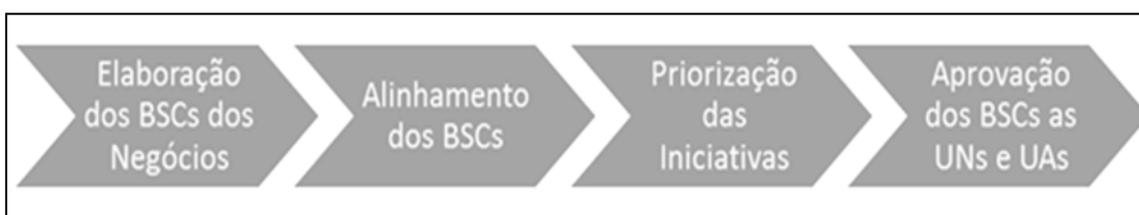


Figura 3.10 – Tradução e Alinhamento da Estratégia

Fonte: Empresa em Estudo. (2012)

Na primeira etapa, elaboração dos BSCs dos negócios, são definidos os objetivos estratégicos (fundamentais e meios), indicadores e metas de longo prazo. Neste momento também são levantadas e detalhadas as iniciativas (futuros projetos).

Posteriormente é realizada a etapa de alinhamento dos BSCs, onde são levantados os requerimentos das Unidades de Apoio (que poderão integrar o BSC destas unidades) e as possibilidades de otimização de recursos entre as UNs.

Na etapa de priorização das iniciativas, são avaliados a capacidade de execução e impacto na estratégia da organização, sendo que devido à alta complexidade e a necessidade de uma grande quantidade de recursos (humanos e/ou financeiros), algumas destas alternativas, após priorizadas e selecionadas, são direcionadas a defesa de *Business Case* para a validação da sua viabilidade. Esta etapa será abordada mais detalhadamente na próxima seção deste trabalho.

A última etapa da fase de tradução e alinhamento da estratégia é a aprovação dos BSCs das unidades de negócio e das unidades de apoio. Neste momento, os BSCs são revistos, é apresentado o portfólio de iniciativas aprovadas e realizada a validação final dos BSCs pelo CEO (*Chief Executive Officer*) do Grupo.

Todo este processo é apoiado por um padrão denominado “Passo a Passo para Elaboração do Mapa Estratégico”, o qual deve ser utilizado durante a fase de tradução da Estratégia, exceto na etapa de priorização das iniciativas, a qual segue um processo exclusivo.

3.4 Diagnóstico

Como abordado anteriormente, na etapa de priorização das iniciativas, são realizadas a priorização (ordenação) das iniciativas e a devida seleção das mesmas. Este processo segue o fluxo de atividades demonstrado na figura 3.11.

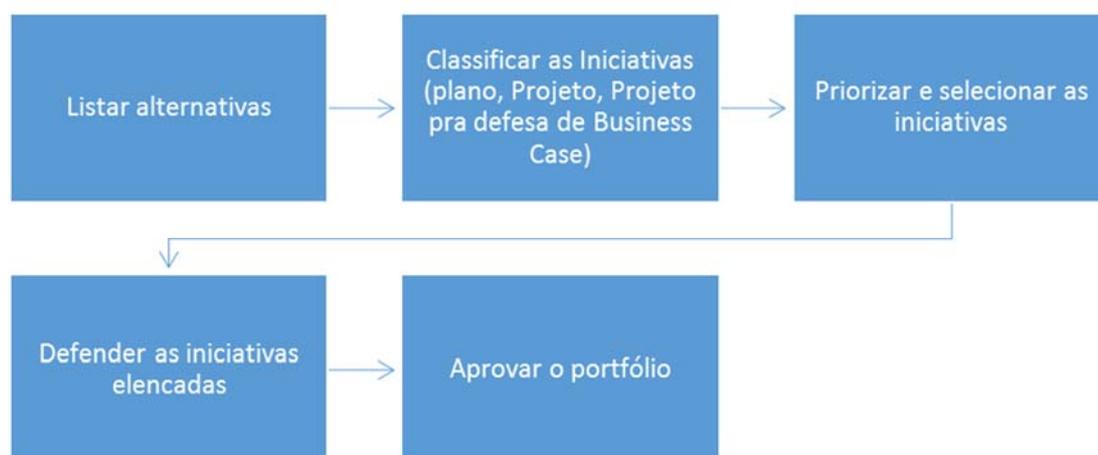


Figura 3.11 – Priorização das Iniciativas
Fonte: Empresa em Estudo. (2012)

A partir de 2006, o grupo passou a utilizar o software *Decision Lens* para realizar a priorização e seleção das iniciativas estratégicas da organização. Esta ferramenta implementava o método ANP (*Analytic Network Process*).

Ocorre que o método era aplicado sem um fundamento teórico, isto é, não havia sido feito um estudo para a definição da racionalidade, dos critérios e constantes de escala, entre outros. O software era utilizado apenas para a realização dos cálculos matemáticos exigidos pelo próprio ANP. Com isso, e atrelado aos altos custos de licenciamento, a partir de 2010, esta ferramenta foi descontinuada.

A partir deste momento o Grupo passou a adotar uma planilha em Excel que fazia a média ponderada das avaliações de cada iniciativa.

As iniciativas eram avaliadas em 3 perspectivas (critérios), a saber:

- Relevância Estratégica: relevância para o alcance dos objetivos e/ou indicadores estratégicos em todas as perspectivas (Financeira; Clientes; Processos Internos; Aprendizado e Crescimento).

- Mitigação de Riscos: redução da exposição do Grupo a riscos de operação (qualquer processo que gere passivo cível, regulatório, trabalhista e fiscal).
- Resultado Financeiro/Melhoria de Produtividade: o resultado financeiro avalia o impacto sobre o resultado financeiro do Grupo. A melhoria de produtividade avalia o aumento da capacidade do Grupo por meio da melhoria dos processos.

Para esta avaliação, cada iniciativa era julgada perante cada perspectiva utilizando a seguinte escala: 1 - Muito baixo (a); 2 - Baixo (a); 3 - Médio (a); 4 - Alto (a); 5 - Muito alto (a).

Após enviado o questionário contendo as iniciativas, perspectivas e a respectiva escala, o decisor realizava o julgamento e também neste momento, poderia elencar os projetos que teriam que ser detalhados para a defesa do *Business Case*. Na figura 3.12 é mostrado o formulário de uma das iniciativas, respondido pelo decisor.

Priorização de Iniciativas Estratégicas

COD. 27: Segurança em Ação - Gerenciando de Forma Eficiente a Segurança na Rotina Diária.

Descrição: Criar uma plataforma integrada de gestão de segurança, que permitirá a gestão diária da segurança.

Escala: 1 - Muito baixo (a); 2 - Baixo (a); 3 - Médio (a); 4 - Alto (a); 5 - Muito alto (a).

	1	2	3	4	5
Relevância Estratégica	<input type="radio"/>				
Mitigação de Riscos	<input type="radio"/>				
Resultado Financeiro/Melhoria de Produtividade	<input type="radio"/>				

Figura 3.12 – Formulário de avaliação de alternativas
Fonte: Empresa em Estudo. (2015)

Com o retorno destes dados, a área de gestão estratégica realizava a compilação dos dados, gerando a ordenação dos projetos e a relação dos que seriam efetivamente implantados naquele ciclo estratégico.

Ocorre que este processo é pouco eficaz e enfrenta dificuldades na sua aplicação, principalmente pelos seguintes fatores:

1. Grande quantidade de projetos propostos;
2. Cada iniciativa não possui um escopo, prazo e custo minimamente definidos para facilitar o processo;
3. Não há critérios (fírmes) definidos para a priorização e seleção das iniciativas.
4. Pequena quantidade de iniciativas aprovadas anualmente, inviabilizando um planejamento detalhado das mesmas.

Com isso, o decisor solicitou que fosse feito um estudo, não só para a revisão do processo de priorização e seleção de iniciativas, pois o mesmo gerava desconforto ao decisor, mas de toda a etapa de reflexão estratégica.

Em 2016, iniciou-se a reformulação da etapa de Reflexão Estratégica visando a agilização e a sua sincronização ao processo de planejamento operacional e de elaboração dos orçamentos das UNs e das UAs.

Esta reformulação também possibilitou a otimização da utilização do tempo dos envolvidos, o aumento do protagonismo e a melhoria do controle da incerteza.

Um ponto importante a ser ressaltado no modelo anterior é que as iniciativas oriundas do planejamento estratégico e os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) do grupo seguiam rumos distintos para a sua priorização e seleção, não permitindo um ganho de sinergia entre os mesmos.

O Grupo investe 1% da receita operacional líquida em projetos de P&D, tendo como objetivo maior a inovação, se colocando constantemente à frente aos desafios tecnológicos do setor elétrico.

Os projetos P&D eram propostos a qualquer momento do ano, diretamente por agentes externos (empresas habilitadas) ou internos (departamentos ou diretorias) para a gerência corporativa de inovação. Após análise prévia da gerência corporativa de inovação, para a verificação da pertinência dos projetos frente aos requisitos estabelecidos e aos temas estratégicos, definidos pelo órgão regulador, organizava-se um *workshop* de alinhamento de projetos de P&D, no qual cada empresa / área apresentava as propostas de projetos de P&D ao

comitê de projetos de P&D do Grupo. Este comitê era composto pelos presidentes e diretores técnico comercial de cada unidade de negócio, bem como o CEO e pelos diretores corporativos das unidades de apoio. Este *workshop* verificava a adequação dos projetos de P&D aos objetivos de inovação do Grupo, sendo escolhidos os melhores projetos a serem implantados.

Com a reformulação da etapa de Reflexão Estratégica, a partir da identificação das iniciativas de longo e curto prazo, pelos processos de planejamento estratégico e inovação (projetos de P&D), as mesmas puderam ser priorizadas e selecionadas simultaneamente, podendo assim, ser identificadas sinergias entre as mesmas e também eventuais redundâncias, empregando de maneira eficiente os recursos da organização.

Como efeito colateral, a quantidade de iniciativas identificadas a ser priorizadas e selecionadas aumentou, exigindo a construção de um modelo mais robusto para a seleção de projetos.

Desta forma, este estudo se propõe a desenvolver e aplicar um modelo para a seleção de projetos que, dado o cenário exposto acima, permitirá que os melhores projetos sejam selecionados para o portfólio do Grupo, a fim de garantir que a estratégia formulada seja colocada em prática, garantindo desta forma o crescimento sustentável da organização.

3.5 Considerações Finais sobre a Descrição do Problema e seu Contexto

Conforme verificado no capítulo, o contexto no qual o grupo de empresas do setor elétrico está inserido é um ambiente extremamente regulado, direcionando às empresas buscar melhoria na produtividade de seus processos, de forma a manter a rentabilidade de seus negócios. Por outro lado, existe a necessidade da melhoria gradativa de seus indicadores operacionais, visando não sofrer penalidades do órgão regulador.

Outro ponto a ser notado, é a complexidade do processo decisório em função das características organizacionais do grupo, composto por diversas empresas, dispersas geograficamente, com atuação tanto no setor regulado quanto no setor não regulado e com participantes do processo em todas as suas unidades.

O processo estratégico da organização é bem estruturado e está profundamente enraizado na cultura organizacional do grupo, possibilitando uma penetração em todas as unidades de negócio (UNs) e unidades de apoio (UAs).

Por fim, o diagnóstico, realizado no processo de seleção das iniciativas, possibilitou identificar pontos de melhoria que foram fundamentais para a modelagem da estruturação do problema.

4 MODELAGEM DA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

Após realizado o diagnóstico, neste capítulo será modelado o problema. Para isto, será usado o processo elaborado por De Almeida (2013), conjugado com o método VFT (*Value-Focused Thinking*) de estruturação de problemas, proposto por Keeney (1992). Esta abordagem mostrou-se satisfatória, para o propósito deste trabalho, possibilitando com que os envolvidos no processo pudessem entender de forma ampla os resultados alcançados ao final.

4.1 Modelagem do Problema

A fim de desenvolver um modelo geral para a seleção de projetos, algumas suposições devem ser adotadas e muitas dessas definições são de natureza ambiental, exigindo revisão prévia antes do modelo ser adotado e deve ser avaliado anualmente antes do início do novo ciclo de planejamento.

Arto et al. (2008) salientam que a estratégia de um projeto não deve apenas se ater ao nível tático e operacional, mas também ao nível institucional e, portanto, permitir uma interação significativa do projeto com o ambiente em que é implementado. Assim, em todas as organizações existe algum tipo de limitação de recursos humanos, financeiros ou materiais que deve ser analisado, já que os mesmos são impostos ao modelo (KIRA et al., 1990). Esse fator leva o analista ou o decisor a introduzir restrições relevantes no modelo, que permitem que o portfólio seja implementado dentro das limitações impostas pelo ambiente em que a organização está envolvida.

Também é importante, ao se desenvolver o modelo, analisar se o problema é multi-objetivo, ou seja, se há ou não mais de uma alternativa a ser avaliada por múltiplos objetivos, tendo em mente que esses objetivos geralmente são conflitantes entre si. Um método de apoio a decisão multicritério (MCDA) pode ser adotado para construir o modelo quando o problema tiver múltiplos objetivos.

Um fator que tem uma forte influência na escolha do método a ser adotado, e em todo o processo de tomada de decisão, é a verificação anual se o processo de seleção de projetos deve ser realizado com base em uma decisão individual ou em grupo.

Tão importante quanto decidir sobre o tipo de tomada de decisão a ser adotada é verificar se os critérios estabelecidos permanecem válidos ou se há um novo fator a ser considerado na

avaliação de projetos. É importante que os critérios a serem utilizados sejam relevantes para o processo de tomada de decisão.

Uma precaução que o analista deve tomar é verificar anualmente se o modelo seguirá uma abordagem para a seleção de portfólio ou a seleção de projetos, uma vez que existem premissas específicas a serem aplicadas, por exemplo, como a sinergia entre projetos será analisada e como isso irá influenciar a construção do modelo.

Finalmente, é preciso analisar se o método de agregação multicritério que o analista escolheu, permanecerá válido para o ciclo em questão.

O processo de definição do modelo é semelhante à figura de um funil, no qual uma grande variedade de modelos possíveis é inserida em sua entrada, mas alguns deles são eliminados de acordo com as premissas adotadas. À saída do funil, apenas um modelo surgirá como o selecionado para resolver o problema.

De Almeida (2013) desenvolveu um processo para a construção de modelos, o qual é dividido em 3 fases, para as quais há uma série de etapas, sendo este processo mostrado na figura 4.1.

O problema de alocação de recursos no grupo de empresas do setor elétrico será realizado segundo o processo elaborado por De Almeida (2013). Para isso, será utilizado o método de estruturação de problemas VFT (*Value-Focused Thinking*), proposto por Keeney (1992).

Neste processo, não há a obrigação de se seguir uma sequência rígida. Durante o mesmo, uma nova passagem pode ser necessária em etapas anteriores, levando a um refinamento do modelo. As etapas de definição da racionalidade e avaliação intra-critérios e inter-critérios são realizadas simultaneamente, permitindo que o método multicritério seja definido.

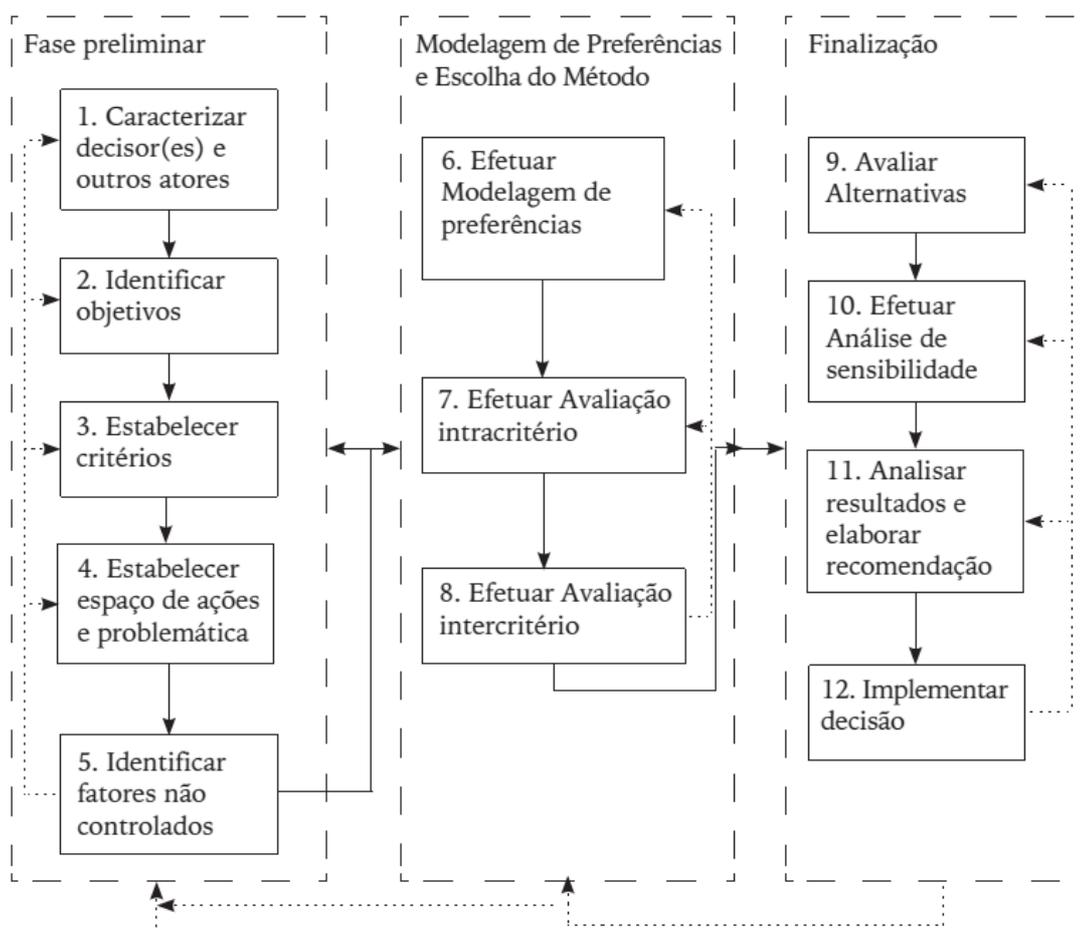


Figura 4.1 – Etapas do Processo de Modelagem

Fonte: De Almeida (2013)

No final do processo, o modelo sugere a ação ou o conjunto de ações a serem implementadas. Uma vez que o decisor vê essas sugestões em um estágio inicial, isso pode afetar a aceitação ou recusa dos procedimentos, já que o decisor pode exercer uma forte influência nas etapas anteriores (DE ALMEIDA, 2013).

Mergulhando na fase 1 (preliminar) deste processo, a mesma contempla 5 etapas que influenciarão de maneira definitiva a modelagem do problema de decisão.

Na etapa 1, define-se de forma clara quem é o decisor do problema e se ele atuará de forma direta ou indireta. Muitas vezes o decisor pode indicar um indivíduo para representá-lo no processo decisório. Neste momento também se define se a decisão será individual (apenas um decisor) ou em grupo (vários decisores), assim como os atores do processo decisório.

Em virtude da cultura predominante no Grupo em estudo, ficou caracterizado, em um primeiro momento, que o decisor seria o CEO, levando a um processo decisório individual.

Futuramente este modelo poderá evoluir para um processo decisório em grupo, para abranger os demais diretores do grupo em estudo.

Os atores deste processo decisório que atuaram diretamente na modelagem foram: o CEO, como decisor, a gerente corporativa de gestão estratégia e o gerente corporativo de projetos, neste caso ambos com o papel de analistas do processo decisório. Para a definição da estratégia, como descrito no tópico 3.3, atuaram diversos atores internos (38 diretores e gestores), bem como 57 atores externos (entre consultores, membros do mercado financeiro, executivos do setor elétrico, associações, institutos e órgão regulador).

Para criar as alternativas tiveram participação intensa os diretores das unidades de negócio e unidades de apoio, assim como, gerentes e coordenadores das áreas técnica e administrativa.

Na etapa 2, a qual tem uma importância significativa no desenho do modelo decisório, são identificados os objetivos da situação decisória, os quais podem ser classificados como (KEENEY, 1992):

- Objetivos fundamentais - representam a essência do contexto decisório;
- Objetivos-meios – contribuem no alcance dos objetivos fundamentais.

Os objetivos-meios são úteis na identificação de alternativas, porém são os objetivos fundamentais que são usados como foco nas situações de decisão e permitirão a avaliação destas alternativas.

A modelagem do problema, para a aplicação da etapa 2 definida por De Almeida (2013), foi realizada com o procedimento descrito por Keeney (1996), o qual fez parte do processo Tradução e Alinhamento da Estratégia.

Para a definição dos objetivos fundamentais e meio, os diretores das unidades de negócio e unidades de apoio, assim como, gerentes e coordenadores das áreas técnica e administrativas se reuniram em uma série de *workshop*, facilitados pela gerente corporativa de gestão estratégica. Foi realizado um *workshop* para as distribuidoras, dois para as empresas de serviço (empresas agrupadas em função da natureza dos serviços prestados) e um para as unidades de apoio. Nestes *workshops*, pela aplicação de um processo estruturado, foram elencados os principais objetivos de cada unidade frente ao cenário e ao direcionamento estratégico criado na etapa de formulação da estratégia.

Seguindo o procedimento do VFT, sugerido por Keeney (1996) foram feitas uma série de perguntas para a identificar os objetivos, como por exemplo: “O que vocês gostariam de alcançar nesta situação?”; “Quais os valores que são absolutamente fundamentais para vocês?”.

O resultado deste procedimento foi a criação de uma série de objetivos, que foram inter-relacionados, basicamente perguntando aos participantes “Por que determinado objetivo é importante? ”. Este procedimento possibilitou a identificação de um objetivo fundamental e dos objetivos meio (identificados como OF e OM respectivamente), que foram mapeados em uma rede hierárquica de objetivos, como mostrado na figura 4.2.



Figura 4.2 – Hierarquia dos Objetivos

Fonte: Empresa em Estudo (2015)

Nestes *workshops*, além da identificação dos objetivos, também surgiram alternativas e restrições que serviram de insumo para as próximas etapas da modelagem do problema.

Importante ressaltar que esta estrutura de objetivos meio e fundamentais irá servir de base para a elaboração dos mapas estratégicos (BSC) das unidades.

Cabe ressaltar que nesta etapa, também poderiam ser utilizados outros métodos como: *Soft Systems Methodology* (SSM), *Strategic Choice Approach* (SCA) e *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), entre outros (DE ALMEIDA, 2013; MINGERS e ROSENHEAD, 2004).

Seguindo para a etapa 3, são estabelecidos os critérios (também chamados de atributos) que representarão os objetivos identificados na etapa anterior. Importante salientar as propriedades que estes critérios devem apresentar (KEENEY, 1992):

- a) Não serem redundantes;
- b) Serem exaustivos, isto é, todos os critérios que representam os objetivos estão presentes;
- c) Serem consistentes, isto é, as preferências do decisor para cada critério deve estar alinhada com a avaliação global.

Como descrito por Kenney (1992), sempre que um atributo natural for factível de ser usado, deve ser dada preferência ao uso deste. Caso não exista um atributo natural, deve ser utilizado um atributo construído ou um atributo *proxy*.

Para obter uma relação de critérios capazes de representar os objetivos da organização naquele momento, os diretores de cada unidade de negócio e o decisor (CEO), foram entrevistados individualmente, para verificar quais seriam os melhores critérios para representar os objetivos fundamentais e meio criados neste ciclo de planejamento estratégico. Neste processo, se optou por não usar uma lista prévia de critérios, evitando a indução das respostas.

A lista foi compilada pelos analistas, retirando-se as duplicidades e agrupando critérios similares. Após este processo, os critérios foram aprovados pelo decisor (CEO). Os critérios definidos para o processo de seleção de projetos daquele ciclo foram: Nível de Complexidade, Impacto no Resultado, Alinhamento Estratégico, Probabilidade de Alcançar os Benefícios, Contribuição para Satisfação dos Clientes, Melhoria dos Indicadores Regulados.

Na Etapa 4, penúltima da fase 1, são definidos o espaço de ações, a problemática e são geradas as alternativas.

A definição do espaço de ações irá influenciar diretamente na definição do método a ser utilizado, pois se a problemática levar em consideração um conjunto de ações discretas, isso acarretará a utilização de um determinado número de métodos. Se for necessário o uso de um conjunto de ações que utilize variáveis contínuas, poderá ser usado métodos de programação matemática.

De Almeida (2013), também descreve uma problemática adicional à citada no capítulo 2, a Problemática de Portfólio, que elenca um conjunto de alternativas, um subconjunto que irá atender aos objetivos estabelecidos.

Por fim, nesta etapa, se tem o estabelecimento das alternativas. Tomando alguns cuidados, sempre se poderá retornar a este momento, mesmo que o modelo já esteja sendo aplicado, podendo-se incluir novas alternativas.

Em função do desdobramento estratégico do grupo se dar em um conjunto de iniciativas e que destas deve ser elencado o subconjunto que tenha o maior potencial de materializar a estratégia da organização, foi identificado que o espaço de ações contemplado era discreto e que a problemática mais adequada a modelagem seria a problemática de Portfólio.

Para a proposição das iniciativas, cada unidade de negócio e unidade de apoio, saiu do seu respectivo workshop (onde foram definidos os objetivos meio e fundamental) com a atividade de elaborar alternativas que pudessem viabilizar a concretização dos objetivos identificados. Para esta tarefa, o gerente de gestão de cada unidade atuou como facilitador no processo e com a realização de reuniões específicas, com gerentes administrativos, gerentes técnicos e os diretores da unidade, foram identificadas as melhores alternativas.

O procedimento utilizado foi o sugerido por Keeney (1996), no qual se lança mão de um objetivo e, em um processo criativo de *brainstorm* (realizado nas reuniões específicas citadas anteriormente), são elencadas as melhores alternativas. Após este passo, são analisados dois objetivos em conjunto e pedido para se gerarem novas alternativas que atendam a ambos. Este procedimento foi seguido até se alcançar uma visão de todos os objetivos simultaneamente. Naturalmente as alternativas puderam ser combinadas e / ou refinadas durante este processo.

Como base, para contextualizar o amplo espectro de iniciativas identificadas que poderiam compor o conjunto de possíveis portfólios gerados, a seguir são elencadas algumas propostas sugeridas no ciclo do planejamento estratégico de 2016, classificados por origem e propósito. Em função da confidencialidade destas iniciativas, apesar de não serem verdadeiras, são realísticas, podendo servir de referência para o trabalho em questão.

Área demandante: Diretoria Gestão de Pessoas.

a. Iniciativa: Academia de Líderes.

Descrição: Implantar a Academia de Líderes com o objetivo de: (i) Garantir o alinhamento com a cultura e valores do Grupo; (ii) Garantir que as posições-chave são ocupadas por líderes altamente capacitados, (iii) Disseminar as competências estratégicas para o negócio, (iv) Preparar os futuros líderes do Grupo dentro de um crescimento contínuo.

b. Iniciativa: Estruturação do modelo de relacionamento com os clientes internos.

Descrição: A iniciativa tem o objetivo de gerar uma maior aproximação da empresa com os seus colaboradores e gestores garantindo uma relação de compromisso e confiança entre empresa x colaborador.

c. Iniciativa: Modelo Integrado de AVD.

Descrição: A iniciativa tem o objetivo de promover avaliação dos gestores e colaboradores nas competências essenciais para o sucesso do negócio, orientar o desempenho organizacional para o alcance dos objetivos estratégicos e da missão da empresa, bem como promover a evolução contínua da performance por meio do processo de desenvolvimento e feedback. E, por fim, suportará o gerenciamento das competências individuais, a gestão do desenvolvimento dos colaboradores e as decisões que afetam as suas movimentações de carreira.

d. Iniciativa: Pesquisa de Clima Organizacional.

Descrição: A iniciativa visa elaborar uma gestão efetiva de Clima Organizacional como forma de garantir a motivação e engajamento dos colaboradores com os objetivos institucionais.

e. Iniciativa: Plano Corporativo Saúde e Segurança.

Descrição: Fortalecimento do CSS e implementação do Plano Corporativo de Saúde e Segurança.

Área demandante: Diretoria Técnica Comercial.

a. Iniciativa: Leitura Inteligente.

Descrição: Leitura de forma rápida, automática e precisa, através de rede Zigbee, visando: a) redução de custos através do aumento da produtividade da leitura e redução dos refaturamentos, b) redução das perdas pelo faturamento do mínimo da fase e pela identificação da violação da medição.

b. Iniciativa: Atendimento Inteligente - Foco no cliente ao invés do sistema.

Descrição: Reformulação da tela do sistema de atendimento (Front-End) para torná-lo mais fácil e intuitivo de ser utilizado pelos atendentes, visando: a) Maior Foco nos clientes na hora de realizar os atendimentos e menos preocupação com os sistemas, b) Redução do tempo médio de atendimento (TMA), c) Redução do tempo de treinamento do sistema.

c. Iniciativa: Adequação do modelo de atendimento da Agência Tipo I.

Descrição: Reavaliar a ociosidade dos processos de atendimento/leitura das agências do tipo I.

d. Iniciativa: Concluir o estudo de viabilidade do Clube de Vantagens.

Descrição: O Clube de Vantagens tem como objetivo ampliar o uso dos aplicativo ON e Website. A proposta visa criar um programa em que o cliente acumulará pontos por utilizar esses canais, além da adesão da fatura via e-mail e débito automático, gerando redução de custos.

Área demandante: Diretoria de Suprimentos e Logística.

a. Iniciativa: Monitoramento da Frota - Fase 2.

Descrição: Ampliação da utilização do sistema de telemetria para monitoramento remoto da frota para reduzir custos e acidentes, aumentar a disponibilidade dos veículos e melhorar a gestão da frota. O desenvolvimento do projeto consistirá basicamente em ampliar a frota monitorada pelo sistema de telemetria da Pointer, tendo por objetivo focar o monitoramento nos utilitários leves e médios das agências e também nos veículos do pool.

b. Iniciativa: Qualificação e Desenvolvimento de Fornecedores de Material.

Descrição: Redesenhar processo de Cadastro e Qualificação de Fornecedores e implantar a plataforma RePro Brasil da Achilles. Desenvolvimento de novos fornecedores nacionais ou internacionais para classes de materiais críticas.

c. Iniciativa: Revisão da política e dos processos de utilização para alimentação exceto viagens.

Descrição: Rever os processos atuais de alimentação exceto viagens (ticket refeição, convênios, vales), criando uma política específica para sua utilização e buscando maior abrangência do uso e uma alternativa mais segura, inclusive do ponto de vista trabalhista.

d. Iniciativa: Reestruturação do pátio para atendimento do PIT STOP da frota.

Descrição: Realizar um pré-projeto para atestar a viabilidade de novo modelo de atendimento do PIT STOP da frota em uma das novas sedes – inclusão do abastecimento de combustível no local, inspeções diárias e lavagem.

Área demandante: Diretoria Corporativa de Tecnologia da Informação.

a. Iniciativa: Projeto Implantação do projeto BI – Gestão dos indicadores do mercado de Energia Elétrica.

Descrição: Construção de um Data Mart, baseado na arquitetura de solução do Ambiente Analítico Corporativo, DW, para suportar os departamentos que utilizam informações da área de Gestão de Planejamento do Mercado do Grupo presente na Gerência de Planejamento do Mercado (GMEC). O sistema deverá produzir informações rápidas, precisas e consistentes para subsidiar o processo de decisão no curto, médio e longo prazo, de forma a se obter uma maior relação de custos versus benefícios dos investimentos e despesas nas ações de melhorias no Planejamento do Mercado Consumidor de Energia Elétrica do Grupo.

b. Iniciativa: Projeto Medição Inteligente dos Pontos de Fronteira Interligados ao SCADA.

Descrição: Este projeto consiste em fornecer ao centro de operações informações sobre a demanda consumida nos pontos de fronteira, com o objetivo de permitir que o COS monitore o MUST contratado de maneira mais confiável e assertiva via Power5. Com essas informações a distribuidora estará menos propícia ao risco de multa por

ultrapassagem no valor de demanda contratado, e, caso seja necessário, terá as informações necessárias para se realizar um alívio preciso (Reduzindo o número de clientes afetados e conseqüentemente o DEC, FEC e Compensação paga resultante da decisão). Para isso devem-se integrar os medidores de fronteira ION 8600C à rede SCADA (Principal Custo) e configurar a mesma aplicação desenvolvida para o projeto piloto de Padre Fialho. Este projeto pretende realizar essa atividade para os pontos de fronteira da Light e Cemig.

c. Iniciativa: Projeto de Migração da mobilidade do GIS e Projetos Elétricos para ANDROID.

Descrição: Este projeto contempla a migração dos sistemas SMGMA e SMGPO (mobilidade da manutenção e do GIS respectivamente) para a plataforma ANDROID, conforme previsto em 2013 quando da aprovação da conversão do SIGOD para o sistema ANDROID.

d. Iniciativa: Pré-projeto do novo módulo da Operação (módulo do SGD).

Descrição: Pré-Projeto para elaboração de documento de requisitos para a aquisição da solução para substituição do Módulo de Operação do SGD no Grupo alinhada às diretrizes propostas pelo projeto *Roadmap* Sistemas Técnicos.

Área demandante: Presidência da Distribuição.

a. Iniciativa: Ampliar a atuação do projeto de Eficiência energética para projetos de Geração de Renda.

Descrição: Execução de um Projeto de Geração de Renda, junto a comunidades de baixo poder aquisitivo, visando o desenvolvimento social e econômico com base em negócios autossustentáveis e inclusivos, norteados pelos valores da comunidade, que terá como foco principal fomentar novas oportunidades de negócios, incentivar a regularização dos negócios informais existentes e capacitar a mão de obra local, no sentido de fazer uma transformação socioeconômica da realidade dessas comunidades.

b. Iniciativa: Estimativa de consumo não medido para fins de recuperação de energia.

Descrição: Determinar o tempo médio e a frequência de utilização de cada carga instalada em unidade residencial. Estas variáveis serão utilizadas para determinação do consumo

de energia elétrica não medida, por meio da carga instalada, conforme estabelece a resolução 414/2010 – art. 130, p IV. A análise será feita com base nos dados da campanha de medidas realizada para o terceiro ciclo tarifário.

c. Iniciativa: Elaborar Projeto de Internalização dos Serviços de Construção / Manutenção.

Descrição: Considerando a possibilidade de ganhos de sinergia e qualidade em função da agregação das atividades de manutenção e construção através da modernização tecnológica (veículos, equipamentos, ferramentas e sistemas), bem como a crescente necessidade de implementação de auditorias, fiscalizações e controles gerenciais por parte do contratante de forma a reduzir riscos e gastos com a responsabilidade subsidiária, essa iniciativa propõe que seja elaborado um projeto de análise de viabilidade da internalização dos serviços de construção da distribuição, mediante análise técnica, de segurança, jurídico, trabalhista e organizacional, proporcionando ao final uma avaliação consistente dos custos e benefícios e um plano detalhado de implantação, caso se mostre viável.

d. Iniciativa: Ampliar a mecanização e automatização das equipes de manutenção.

Descrição: No processo de substituição dos veículos da manutenção (cestos aéreos e caminhões), fazer a substituição por veículos com equipamentos que possibilitem ganho de produtividade na execução dos serviços. Este processo de substituição acarretará uma necessidade de acréscimo nos investimentos para substituição dos veículos com cestas aéreas - estimativa de incremento de 20 a 40% no conjunto (variação em função da definição do equipamento e do caminhão), considerando o veículo pronto com cesta aérea, carroceria e armários.

e. Iniciativa: Fixação de Estruturas em Solo Rochoso.

Descrição: Realizar o mapeamento e caracterização das propriedades mecânicas de rochas e modelar soluções de engenharia, otimizadas para a fixação de postes de linhas aéreas de alta tensão.

f. Iniciativa: Desenvolvimento parceiros.

Descrição: Elaborar um sistema de desenvolvimento de parcerias que possa ser aplicado às empresas que atuam nos serviços de distribuição, possibilitando um fortalecimento do relacionamento, elevando o desempenho das prestadoras de serviço.

g. Iniciativa: Implantar processo de acompanhamento regulatório da área técnica.

Descrição: Diagnóstico e auditoria dos processos comerciais praticados pela concessionária.

h. Iniciativa: Implementar medidas proativas de comunicação aos clientes.

Descrição: Criar de forma antecipada uma agenda positiva com as partes interessadas. Considerando o cenário tarifário adverso, possibilidade de judicialização de reajustes tarifários, entrada das bandeiras tarifárias e perda de benefício da categoria baixa renda. Essa iniciativa visa priorizar e implementar campanhas que possibilitem aos clientes o correto entendimento sobre esses assuntos e uma consequente mitigação do desgaste da imagem da distribuidora. Objetiva também retorno positivo quanto à questão da eficiência no uso da energia em cenários adversos.

i. Iniciativa: Reavaliar a estrutura de logística das equipes dos leituristas em função da nova legislação.

Descrição: Esta iniciativa tem por objetivo minimizar os impactos sobre os custos operacionais decorrentes da nova redação dada ao artigo 193 da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) - Periculosidade para os Motociclistas pela Lei nº 12.997, que garante adicional de 30% de periculosidade aos motociclistas.

Área demandante: Diretoria Assuntos Regulatórios e Estratégia.

a. Iniciativa: Nível de Investimento.

Descrição: Definir nível de investimento do ciclo, considerando investimento mínimo (manutenção da BRR líquida), expansão do sistema (compulsório), capacidade de execução, limite regulatório (produtividade Aneel – melhoria prudente) e limite de endividamento suportável

Área demandante: Empresa de Serviços.

a. Iniciativa: Ampliação serviços eólicas.

Descrição: Expandir a prestação de serviços de operação e manutenção (O&M) de parques eólicos (LT, BOP e SE) no Nordeste e Sul do Brasil

b. Iniciativa: Fábrica de Equipamentos.

Descrição: Alavancar a Fábrica de equipamentos mecânicos para produzir equipamentos de diversas áreas tais como: hidromecânicos, equipamentos para óleo e gás, mineração e indústrias, relacionados aos novos processos de fabricação.

c. Iniciativa: Termográfica com Drone.

Descrição: Estudar a viabilidade e possível atuação da empresa no serviço de inspeção aérea e termográfica com drone.

d. Iniciativa: Ampliação serviços de O&M de hidráulicas.

Descrição: Ampliar a base de atuação da empresa em operação e manutenção (O&M) de hidráulicas, focando na manutenção preventiva/corretiva de empreendimentos de maior porte, nos quais possivelmente as margens são maiores e a competição envolve empresas de porte mais compatível.

De posse deste subconjunto de iniciativas oriundas do planejamento estratégico de 2016, pode-se tirar algumas conclusões, conforme descrito abaixo:

- Devido a estrutura organizacional do grupo possuir unidades de apoio (UAs) corporativas, as quais prestam serviços para todas as unidades de negócio (UNs), uma dada iniciativa, mesmo quando demandada por uma determinada área, pode ser orientada para a execução em alguma UA.
- Existe uma vasta variedade de iniciativas, que abrangem questões regulatórias, jurídicas, de engenharia, de tecnologia da informação, gestão de pessoas, entre outros. Este fator tem influência decisiva na modelagem do problema, em função das mesmas disputarem recursos (humanos, financeiro ou tecnológicos) escassos. Há risco de certos tipos de projetos nunca serem selecionados para o portfólio, não por uma baixa relevância para o Grupo, mas sim por uma disputa desequilibrada com os demais projetos. No capítulo 4 será apresentada a solução adotada neste caso.

Uma melhoria aplicada na proposição das iniciativas, foi a criação do formulário de proposição de iniciativas, apresentado na figura 4.3, que permite um maior detalhamento da iniciativa proposta. A área responsável pela proposição da iniciativa, preenche o formulário e remete para a área de gestão estratégica antes do processo de seleção de projetos.

DADOS BÁSICOS DA INICIATIVA			
Nome:			
Descrição da Iniciativa:			
Orçamento:			
Duração:			
Abrangência:			
Impactos na Estratégia:			
Principais Entregáveis da Iniciativa e seu respectivo peso e prazo de realização:	Entregável	Peso	Prazo

*Figura 4.3 - Formulário de proposição de Iniciativa
Fonte: Empresa em Estudo. (2015)*

Cada unidade encaminhou a lista final, com as alternativas detalhadas conforme modelo disponibilizado (figura 4.3), para a gerente corporativa de gestão estratégica para compilação e análise de possíveis redundâncias.

Este procedimento facilita o julgamento do CEO, o qual foi o tomador de decisão para o problema em questão. Este formulário de proposição de projeto contém informações básicas sobre o projeto, tais como:

- a) Sumário do escopo do projeto
- b) Informações macro de custo e prazo

c) Descrição da contribuição do projeto para a estratégia da organização.

Pode ser observado que existe uma forte ligação entre as iniciativas propostas pelas áreas e os objetivos meios e fundamentais. Logicamente, nem todos os objetivos contemplam iniciativas, já que estes objetivos podem ser implementados através de um processo de melhoria contínua e monitorado pelo uso de indicadores. O contrário é verdadeiro, isto é, todas iniciativas estão relacionadas obrigatoriamente a um objetivo, como pode ser observado na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Objetivos Estratégicos x Iniciativas

Objetivo	Iniciativa
OM3 - Assegurar uma Rentabilidade Maior	Revisão da política e dos processos de utilização para alimentação exceto viagens
OM6 - Fortalecer a Imagem de Sustentabilidade e Socioambiental do Grupo	Ampliar a atuação do projeto de Eficiência energética para projetos de Geração de Renda
OM5 - Ser Percebida como uma Referência de Excelência em Distribuição	Implementar medidas proativas de comunicação aos clientes
	Concluir o estudo de viabilidade do Clube de Vantagens
OM10 - Obter Níveis de Perdas no Limiar do Patamar Regulatório	Estimativa de consumo não medido para fins de recuperação de energia
	Projeto Medição Inteligente dos Pontos de Fronteira Interligados ao SCADA
OM4 - Garantir que os Investimentos realizados sejam Reconhecidos na Tarifa	Implantar processo de acompanhamento regulatório da área técnica
	Nível de Investimento
OM8 - Obter Ganhos Econômicos na Gestão da Componente Q e Redução de Compensações	Reestruturação do pátio para atendimento do PIT STOP da frota
	Leitura Inteligente
	Atendimento Inteligente - Foco no cliente ao invés do sistema
	Adequação do modelo de atendimento da Agencia Tipo I

	Ampliar a mecanização e automatização das equipes de manutenção
	Elaborar Projeto de Internalização dos Serviços de Construção / Manutenção
	Monitoramento da Frota - Fase 2
OM9 - Promover Sinergias, Eficiência Operacional e Controle de Custo	Fixação de Estruturas em Solo Rochoso
	Projeto Implantação do projeto BI – Gestão dos indicadores do mercado de Energia Elétrica.
	Projeto de Migração da mobilidade do GIS e Projetos Elétricos para ANDROID
	Pré-projeto do novo modulo da Operação (modulo do SGD)
OM12 - Promover o Desenvolvimento de Parceiros Qualificados	Qualificação e Desenvolvimento de Fornecedores de Material
	Desenvolvimento parceiros
OM14 – Atrair, Capacitar, Desenvolver e Reter Talentos	Academia de Líderes
	Estruturação do modelo de relacionamento com os clientes internos
	Modelo Integrado de AVD
	Pesquisa de Clima Organizacional
OM11 - Fomentar a Consciência e Atitude Permanentes em Prol da Saúde e Segurança do Trabalho	Reavaliar a estrutura de logística das equipes dos leituristas em função da nova legislação
	Plano Corporativo Saúde e Segurança

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

As iniciativas Ampliação serviços eólicas, Fábrica de equipamentos, Termográfica com Drone e Ampliação serviços de O&M de hidráulicas não correspondem a um objetivo do mapa da distribuidora, já que as mesmas têm origem no mapa das empresas de serviço.

A quinta e última etapa da fase 1, consiste na identificação e análise dos fatores que estão fora do controle do decisor, isto é, identificar as variáveis que influenciam na modelagem e que se comportam como Estado da Natureza. Cabe salientar que neste caso é importante diferenciar a decisão sob risco e a decisão sob incerteza.

Na decisão sob risco, a distribuição de probabilidade do comportamento do estado da natureza é conhecida pelos envolvidos, podendo modelar o problema com base nos valores esperados.

Já na decisão sob incerteza, não se tem disponíveis as distribuições de probabilidade do estado da natureza, porém é possível identificar os seus possíveis estados.

Feita esta análise para o problema de seleção do portfólio de projetos do Grupo, foram identificados alguns fatores que estão fora do controle do decisor, sendo os mais relevantes:

- (1) Cenário macroeconômico;
- (2) Alterações no modelo do setor elétrico.

Infelizmente não é possível identificar a probabilidade que cada um destes fatores tem de ocorrer. Porém na Formulação da Estratégia, mais especificamente na metodologia de Planejamento Estratégico Baseado em Cenários, existe a etapa de monitoramento dos cenários, na qual estrutura-se um acompanhamento sistemático das principais tendências e incertezas identificadas para analisar a aderência dos acontecimentos frente aos cenários prospectivos construídos.

Quando for identificado algum fato relevante, será realizada uma reflexão a respeito da ocorrência, considerando seu impacto na estratégia, a abrangência do impacto, bem como o cenário ao qual o fato ocorrido está mais aderente, possibilitando a implementação das alternativas estratégicas corretas.

Nas duas fases seguintes sugeridas por De Almeida (2013), modelagem de preferências e escolha do método e finalização, serão discutidas a seguir, porém a implementação delas no modelo será descrita no próximo capítulo.

A fase modelagem de preferências e escolha do método é composta por 3 etapas realizadas em conjunto, de forma que os resultados forneçam os elementos mais relevantes para a escolha do método multicritério.

A primeira delas, efetuar modelagem de preferências, avalia quais as estruturas são mais adequadas ao decisor. Caso o decisor possa expressar suas preferências sobre o conjunto de consequências de seu problema de decisão utilizando uma estrutura (P,I), então pode ser usado o modelo tradicional, no qual se incluem os métodos de critério único de síntese, tal como o modelo de agregação aditivo (DE ALMEIDA, 2013).

Caso esta estrutura não seja adequada, sendo necessárias outras relações de preferências, como, por exemplo, uma relação de incomparabilidade, então deve-se avaliar qual o método que pode incorporar essa condição (DE ALMEIDA, 2013).

É necessário salientar que para a utilização dos modelos de agregação aditivo, algumas propriedades necessitam ser validadas, sendo as duas mais importantes a ordenabilidade e a transitividade, que são essenciais para a estrutura de preferência (P,I).

Neste momento cabe salientar a diferença entre métodos compensatórios e não compensatórios. Nos métodos compensatórios há a ideia de compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério. Isso significa que, nos métodos compensatórios, a avaliação de uma alternativa considera os *trade-off* entre os critérios. Já nos métodos não compensatórios não há *trade-off* entre os critérios. Os métodos de sobreclassificação apresentam avaliações não compensatórias, enquanto que os métodos de agregação por meio de critério único de síntese são compensatórios (DE ALMEIDA, 2013).

Os métodos compensatórios favorecerem alternativas menos equilibradas, cuja performance é excelente sob algum aspecto (critério), mas é péssima nos demais. No sentido contrário, os métodos não compensatórios favorecem alternativas mais equilibradas (DE ALMEIDA, 2013).

Na figura 4.4, é mostrado o fluxo para a modelagem das preferências do decisor, sugerido por De Almeida (2013).

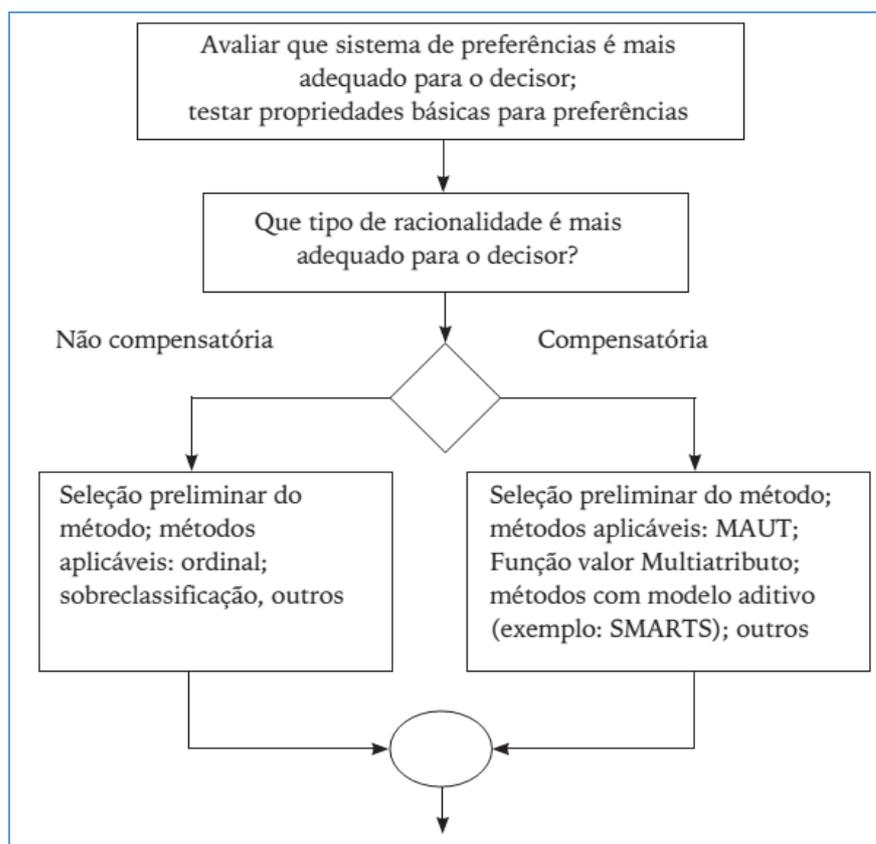


Figura 4.4 – Etapa 6 Modelagem de Preferências

Fonte: De Almeida (2013)

A próxima etapa, efetuar avaliação intracritério, sugerida por De Almeida (2013), está diretamente relacionada com a forma como os atributos (critérios) foram definidos na etapa 3, visto que o tipo de atributo (natural, construído ou proxy) já determina, em boa parte, alguns aspectos desta avaliação, incluindo as escalas de avaliação.

Para métodos do conjunto de critério único de síntese, a avaliação intracritério consiste na elicitação da função utilidade para cada atributo ou na definição da função valor para cada critério. Este fator tem um papel fundamental nos casos em que essa função não é linear.

A avaliação intracritério no contexto de métodos de sobreclassificação, envolve a avaliação referente aos limiares de indiferença e preferência. Essa avaliação pode levar à determinação do tipo de critério. Os limiares de veto ou discordância utilizados em determinados métodos, também são relacionados a avaliação intracritério.

Especial atenção deve ser dada à problemática de portfólio onde torna-se necessário considerar os problemas de adoção de escalas intervalares, visto seu impacto para a escala de valor do portfólio, quando o tamanho do portfólio é alterado. Para o uso do método PROMETHEE V, De Almeida e Vetschera (2012) introduzem a utilização do conceito de

portfólio c-ótimo. Em modelos que utilizam métodos de agregação aditivo em portfólio, há a necessidade de uso de escala de razão ou uma escala de avaliação integral do portfólio (DE ALMEIDA, 2013).

Na etapa seguinte, efetuar avaliação intercritério, são obtidas as informações intercritério junto ao decisor. Estas informações permitirão realizar o processo agregação perante a avaliação das alternativas.

Em métodos de sobreclassificação, a abordagem de avaliação intercritério, os parâmetros são denominados pesos, expressando o seu significado de grau de importância. Já na avaliação intercritério empregada em métodos compensatórios, muitas vezes é cometido um erro sistemático de se considerar os valores das constantes de escala como se fossem o grau de importância dos critérios ou atributos. De fato, as constantes de escala contêm parcialmente informações de grau de importância, mas apenas em parte (DE ALMEIDA, 2011). A constante de escala está associada à ideia de compensação de ganho de um critério, quando se perde em outro, e a explicação completa de como se calculam as constantes de escala em métodos compensatórios pode ser obtida em De Almeida (2011).

Na primeira etapa da fase finalização, chamada de avaliar as alternativas, é realizada uma avaliação global das alternativas perante os critérios ou atributos considerados no modelo criado. O resultado obtido nesta etapa deve passar por uma avaliação, na qual é realizada uma análise de sensibilidade para verificar a robustez do modelo criado. Esta análise será realizada na próxima etapa.

Em efetuar a análise de sensibilidade, é realizada uma avaliação da robustez do modelo utilizado. De forma simplificada, a análise de sensibilidade trata de um estudo e análise do impacto provocado na saída do modelo por variações realizadas na entrada do mesmo.

De Almeida (2013) destaca que esta etapa é importante em qualquer modelo quantitativo, já que é comum nas organizações, o uso de dados baseados em estimativas, o mesmo ocorrendo na construção do modelo, no que diz respeito a estimativa de algum parâmetro.

O procedimento a ser aplicado depende do tipo de problemática em uso. Cabe ressaltar que para a problemática de portfólio, a análise de sensibilidade irá avaliar se o modelo aponta como solução um portfólio diferente do indicado na etapa anterior (DE ALMEIDA, 2013).

Para avaliação conjunta de todos os parâmetros e dados de entrada, ou subconjunto deles, pode ser utilizada uma abordagem por meio do Método de Simulação de Monte Carlo. Este procedimento basicamente utiliza a geração de números aleatórios para cada uma das entradas do modelo e registra os resultados das saídas. Este procedimento é realizado milhares de vezes

e o seu resultado é comparado com a etapa anterior (DE ALMEIDA, 2013). Uma abordagem completa de como utilizar a Simulação de Monte Carlo pode ser obtida em Rubinstein e Kroese (2008).

Na etapa 11, é realizada a análise dos resultados e elaboradas as recomendações para o decisor. A análise e a apresentação dos resultados devem incorporar a sensibilidade dessa recomendação aos parâmetros e aos dados utilizados, incluindo as decisões de simplificação mais relevantes tomadas pelo analista. Desta forma, o analista deve apresentar uma recomendação de ação ao decisor, juntamente com o grau de precisão associado. A elaboração da recomendação, com detalhes sobre o processo decisório, pode representar uma documentação relevante para a organização (DE ALMEIDA, 2013).

A última etapa, porém, não menos importante, se trata de implementar a decisão. Há situações em que o processo conduzido até a escolha da ação é bem mais simples do que o processo de implementação da ação em si.

Em organizações em que se estabelecem diversos níveis de aprovação de decisões sobre alguns assuntos, considerados de maior relevância, deve-se observar que entre a etapa anterior e esta, haverá ainda um processo intermediário de avaliação do relatório gerado, até que se obtenha a aprovação final para a implementação (DE ALMEIDA, 2013).

4.2 Considerações Finais Sobre a Estruturação

Conforme descrito neste capítulo, pode-se verificar todo o processo de estruturação do problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do setor elétrico brasileiro.

Esta estruturação avançou de forma progressiva, primeiramente descrevendo o contexto no qual este grupo de empresas está inserido, contexto este extremamente regulado, com atuação relevante da agência reguladora.

Em seguida foi descrito o Grupo e suas empresas, destacando-se a dispersão geográfica e a grande quantidade de atores do processo decisório.

O planejamento estratégico do Grupo em estudo foi exaustivamente detalhado em todas as suas partes, dando maior ênfase aos processos que têm influência na estruturação do problema de alocação de recursos.

Um diagnóstico do processo atual de alocação de recursos foi realizado, mostrando o processo anterior de seleção do portfólio de projetos para alocação de recursos.

Finalmente foi estruturado o modelo para a alocação de recursos no Grupo de empresas do Setor Elétrico, baseado no processo proposto por De Almeida (2013) e estruturado de acordo com o método VFT estabelecido em Keeney (1992).

No próximo capítulo, será proposta uma aplicação numérica para alocação de recursos, baseado em um método multicritério, utilizando a problemática de portfólio.

5 MODELOS DE AVALIAÇÃO PROPOSTOS

Há uma grande quantidade de métodos Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA), aplicados a um conjunto muito diversificado de problemas. Cada um desses métodos tem características muito diferentes, o que permite que o analista de decisão desenvolva um processo para selecionar o modelo ideal para o problema em questão e assim escolher o método multi-critério mais apropriado (De Almeida, 2011). Todos os métodos multicritérios de apoio à decisão têm um problema central, que é como quantificar todos os dados relevantes (Triantaphyllou e Baig, 2005).

Identificar e estruturar com precisão a situação de decisão é uma parte importante da preparação para tomar uma decisão (Guitouni e Martel, 1998). O processo de desenvolvimento do modelo a ser usado será definido usando uma série de hipóteses ou formas diferentes de estabelecer as variáveis do problema, tais como: espaço de alternativas, escolha de critérios, etc. (De Almeida, 2011).

Desta forma, neste capítulo serão propostos 3 modelos diferentes, utilizando racionalidades compensatória, não compensatória e uma abordagem de decisão em grupo, conforme figura 5.1.

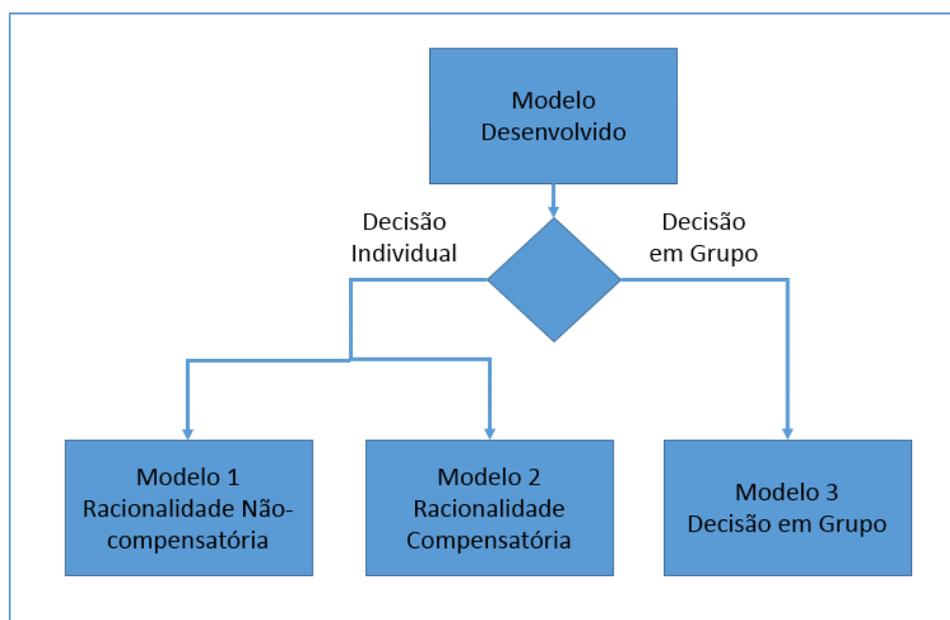


Figura 5.1– Modelos
Fonte: Esta Pesquisa (2017)

O t3pico 5.1 ir3 detalhar a aplica33o do modelo utilizando uma abordagem n3o compensat3ria com o m3todo PROMETHEE V, sendo que uma aplica33o num3rica, com dados real3sticos, ser3 apresentada no t3pico 5.1.1 e seus resultados discutidos no t3pico 5.1.2.

No t3pico 5.2 ser3 proposta uma modelagem utilizando uma abordagem compensat3ria, por3m n3o ser3 aplicada neste t3pico uma simula33o num3rica.

Por 3ltimo ser3 estruturada a problem3tica com uma abordagem de decis3o em grupo, tamb3m sem simula33o num3rica.

5.1 Modelo 1 – Racionalidade N3o Compensat3ria

Neste modelo, uma racionalidade n3o-compensat3ria foi adotada e, portanto, um m3todo de sobreclassifica33o (Brans e Vincke, 1985) foi utilizado, em fun33o da necessidade de uma estrutura de prefer3ncias que possua a rela33o de incomparabilidade (R) para que o decisor possa expressar suas prefer3ncias sobre o conjunto de consequ3ncias de seu problema de decis3o.

Desta forma, o m3todo de agrega33o utilizado foi o PROMETHEE V. Os fatores relevantes para esta escolha foram:

- a) 3 um m3todo de aplica33o simples.
- b) O m3todo 3 facilmente compreendido pelos envolvidos.
- c) N3o 3 necess3rio usar o procedimento de *trade-off* para definir pesos.
- d) Empregado em problemas de sele33o de portf3lio.

O m3todo PROMETHEE V 3 a combina33o do m3todo PROMETHEE II e otimiza33o. Utiliza a programaa3o linear inteira para o problema de portf3lio (Brans *et al.*, 1984; Brans *et al.*, 1986; Brans e Mareschal, 1992; De Almeida e Vetschera, 2012).

Ao aplicar o PROMETHEE II, o fluxo l3quido das alternativas est3 em uma escala de -1 a 1. Assim, haver3 alternativas com um fluxo l3quido positivo e alternativas com um fluxo negativo. Como o processo de otimiza33o visa maximizar o fluxo l3quido, as alternativas que tenham um fluxo l3quido negativo nunca ser3o inclu3das no portf3lio.

Para evitar este problema, Mavrotas *et al.* (2006) sugerem adicionar ao fluxo l3quido de cada alternativa um valor t tal que:

$$t > \left| \min_i (\phi_i) \right| \quad (5.1)$$

A seguinte transformação de escala pode ser aplicada:

$$\phi'_i = \phi_i + t \quad (5.2)$$

Depois de aplicar o método PROMETHEE II para gerar o *ranking* das alternativas, a otimização é realizada usando a programação linear inteira binária descrita abaixo (Vetschera e De Almeida, 2012). Esta formulação é chamada de PROMETHEE clássico.

$$\max \sum_i \phi'_i x_i \quad (5.3)$$

Sujeito a:

$$\sum_r \delta_{ri} x_i \begin{cases} \geq \\ \leq \\ = \end{cases} \phi_r$$

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{se } x_i \text{ é selecionada} \\ 0 & \text{se } x_i \text{ não é selecionada} \end{cases}$$

Onde:

ϕ'_i – é o fluxo líquido da alternativa x_i transformada por (5.2).

ϕ_r – é o valor referente à restrição r .

δ_{ri} – é a contribuição da alternativa x_i relativa à restrição r .

Em Vetschera e De Almeida (2012), existe uma abordagem mais ampla em relação à aplicação do método PROMETHEE V na seleção de portfólio além da qual Mavrotas *et al.* (2006) mostram como a questão do fluxo líquido negativo poderia ser evitada. Isso, no entanto, também foi questionado por De Almeida e Vetschera (2012).

De Almeida e Vetschera (2012) provaram que uma transformação linear na escala não influencia o resultado do PROMETHEE II, mas pode levar à seleção de diferentes carteiras ao usar o PROMETHEE V. Para evitar o problema da transformação da escala, Vetschera e De Almeida (2012) sugeriram o conceito de um portfólio ideal, chamado de *c-optimal*.

Este conceito consiste em aplicar uma nova restrição à formulação PROMETHEE V (4.3), de tal forma que um portfólio com exatos c elementos é definido. A restrição inserida na formulação PROMETHEE V é mostrada abaixo.

$$\sum_i x_i = c \quad (5.4)$$

A primeira etapa para encontrar um conjunto de carteiras *c-optimal* é aplicar o PROMETHEE V clássico (4.3). Desta forma, é encontrado o portfólio chamado "*p-optimal*" e este portfólio será a base para comparação com outras carteiras "*c-optimal*".

Após a obtenção do valor *p*, o PROMETHEE V será usado com a adição de uma restrição (4.4), que aumentará gradualmente o valor de *c* ($c = p + 1$, $c = p + 2$, $c = p + 3 \dots$), enquanto existir uma solução viável. Assim, haverá 'n' carteiras *c-optimal*, onde 'n' é o número de alternativas. De acordo com De Almeida e Vetschera (2012), não é necessário ter valores de $c < p$, uma vez que não conduzem a um portfólio otimizado.

Vale ressaltar que este processo inteiro é conduzido, usando apenas um único valor de *t*. Da mesma forma, é importante notar que o portfólio *c-optimal* será o mesmo independentemente do valor de *t* usado.

Para este estudo, utilizou-se uma variação do modelo proposto por De Almeida *et al.* (2014), detalhado na Figura 5.2. A variação proposta é a utilização do mesmo valor de *t* para todas as carteiras calculadas, desde o portfólio *p-optimal* até portfólio otimizado.

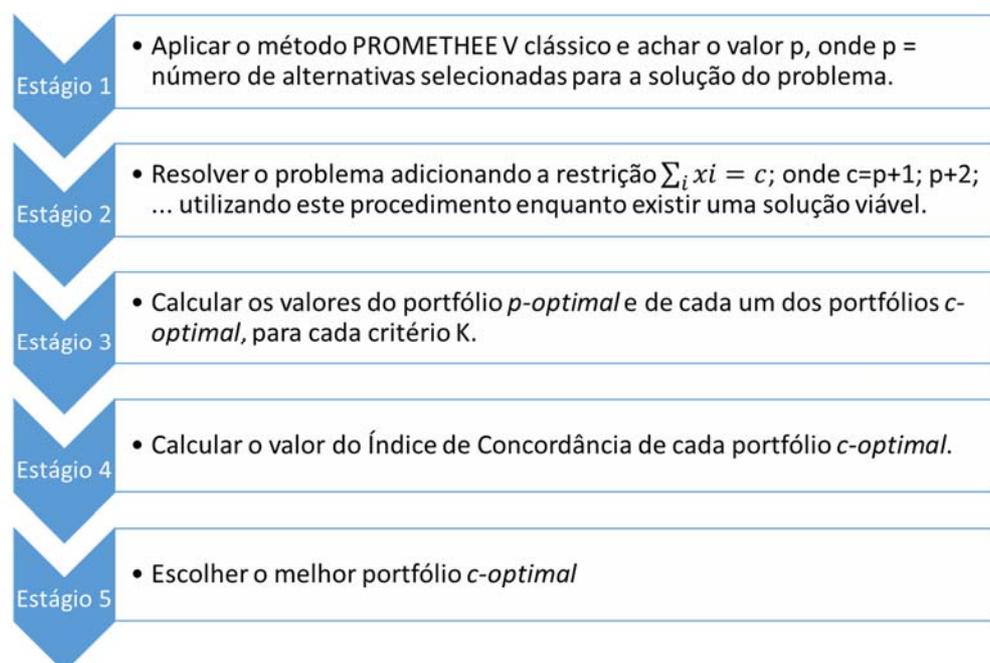


Figura 5.2 – Estágios do Processo
 Fonte: Adaptado de De Almeida *et al.* (2014)

No primeiro estágio, o valor de t é definido de acordo com o valor de $\Phi_i (t > |\min_i(\phi_i)|)$ encontrado ao aplicar o método PROMETHEE II, e o método PROMETHEE V clássico é então calculado. Ao fazê-lo, será encontrada uma solução com p alternativas selecionadas, que serão chamadas *p-optimal*.

No segundo estágio, uma nova restrição (4.4) será adicionada ao problema, que será resolvido usando (2.3) onde $c = p + 1$; $C = p + 2$; ... desde que seja possível encontrar uma solução viável. Isso produzirá n portfólios *c-optimal*, onde n é o número de alternativas (projetos).

Na terceira etapa, são calculados os valores do portfólio *p-optimal* e de cada portfólio *c-optimal* para cada critério k , na qual a formulação seguida será aplicada:

$$P_k^c = \sum_{i=1}^z v_{ik} x_i \quad (5.5)$$

Onde v_{ik} é o valor do projeto i para o critério k .

O próximo estágio é calcular o valor do Índice de Concordância de cada portfólio *c-optimal*. Isso mostrará se os portfólios *c-optimal* sobreclassificarão o portfólio *p-optimal*. De acordo com De Almeida *et al.* (2014), o Índice de Concordância é definido como o somatório de pesos de cada critério para o qual o somatório de valor de todas as alternativas no portfólio *c-optimal*, para este critério, é maior que o somatório do valor de todas as alternativas no portfólio *p-optimal*, respeitando a condição $C(c, p) > 0,5$. Desta forma, o índice de concordância é dado por:

$$C(c, p) = \sum_{P_k^c > P_k^p} C_k \quad (5.6)$$

Onde:

P_k^p é o valor do portfólio *p-optimal* para o critério k ;

P_k^c é o valor do portfólio *c-optimal* para o critério k ;

C_k é o peso de cada critério k .

O conceito de usar o índice de concordância considera a racionalidade presente nos métodos sobreclassificação, uma vez que isso é consistente com o método PROMETHEE e, portanto, alinhado a uma racionalidade não compensatória (De Almeida *et al.*, 2014).

A última etapa é escolher o melhor *c-optimal*. Para tanto, o índice de concordância de cada portfólio *c-optimal* será comparado e o portfólio com índice de concordância mais alto será selecionado.

5.1.1 Aplicação do Modelo 1

Durante o ciclo do planejamento estratégico para o ano de 2016, 83 iniciativas foram listadas para participar do processo de seleção de projetos. Algumas destas iniciativas serão selecionadas para integrar o portfólio do Grupo.

Visando um balanceamento do portfólio, o modelo estabelece que todas as iniciativas propostas para o ciclo devem ser classificadas em quatro categorias. Este processo de definição das categorias e classificação das iniciativas é realizada pela Gerência Corporativa de Gestão Estratégica e validada pela Diretoria de Planejamento e Estratégia. A criação destas categorias permite uma competição justa entre as iniciativas, evitando que iniciativas de uma determinada categoria sempre sejam preteridos. As categorias definidas foram: Ampliar Margem (AM), Risco Regulatório (RR), Satisfação do Cliente (SC), Negócios Competitivos (NC). Por não haver dúvidas sobre estabelecer um estado de indiferença ou preferência para os critérios, o analista, após a realização de uma entrevista com o decisor, escolheu a função critério verdadeiro para o método PROMETHEE (Brans and Vincke, 1985).

Após estabelecidos os critérios, como abordado no capítulo 3, foi realizada uma avaliação inter-critérios, sendo feito o julgamento da importância relativa dos critérios através de uma entrevista com o decisor. Esta entrevista permitiu ao decisor determinar o grau de importância de cada critério.

Abaixo são detalhados os critérios e seu respectivo grau de importância pelo ponto de vista do decisor.

- Impacto no Resultado – 100;
- Alinhamento Estratégico – 80;
- Melhoria dos Indicadores Regulados – 60;
- Contribuição para Satisfação dos Clientes – 50;

- Probabilidade de Alcançar os Benefícios – 40;
- Nível de Complexidade – 20.

Como demonstrado por De Almeida (2011), a normatização do processo usado seguiu o seguinte processo:

$$v'_j(a_i) = v_j(a_i) / \left[\sum_i v_j(a_i) \right] \quad (5.7)$$

Para a avaliação intra-critério, julgamento de cada projeto perante os critérios definidos, o analista desenvolveu uma escala verbal, para ser usada pelo decisor. Este procedimento facilitou o julgamento dos projetos. Para criar uma informação quantitativa, foi necessário converter a escala verbal em uma escala numérica ordinal.

Os pesos já normalizados, a escala verbal usada e sua correspondente escala numérica para cada critério são mostrados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Critérios do modelo proposto

Critério	Descrição	Peso	Escala Verbal	Escala Numérica	Sentido
Nível de Complexidade	Complexidade de execução do projeto	0,0571	Baixo	1	Menor Melhor
			Médio	2	
			Alto	3	
Impacto no Resultado	Resultado financeiro que projeto trará para o grupo	0,2857	Baixo	1	Maior Melhor
			Médio	2	
			Alto	3	
Alinhamento Estratégico	Grau de alinhamento do projeto às estratégias do grupo	0,2286	Baixo	1	Maior Melhor
			Médio	2	
			Alto	3	
Probabilidade de Alcançar os Benefícios	Define a probabilidade de o projeto alcançar os objetivos	0,1143	Baixo	35%	Maior Melhor
			Médio	60%	
			Alto	85%	
Contribuição para Satisfação dos Clientes	Contribuição do objetivo do projeto para a satisfação dos clientes do grupo	0,1429	Baixo	1	Maior Melhor
			Médio	2	
			Alto	3	
Melhoria dos Indicadores Regulados	Grau de melhoria que o projeto propiciará aos indicadores regulados pela ANEEL	0,1714	Baixo	1	Maior Melhor
			Médio	2	
			Alto	3	

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

Durante a modelagem do processo, o decisor estabeleceu o número de recursos humanos disponíveis como uma restrição para a condução dos projetos. Para o planejamento estratégico do ciclo de 2016, os projetos selecionados poderiam consumir no máximo 20.000 homens-horas. Após uma análise detalhada, foram definidas a quantidade máxima de homens-horas de cada categoria:

- Categoria Ampliar Margem (AM) – 4.096 homens-horas;
- Categoria Risco Regulatório (RR) – 5.542 homens-horas;
- Satisfação do Cliente (SC) – 3.374 homens-horas;
- Negócios Competitivos (NC) – 6.988 homens-horas.

Outra restrição definida para o modelo, diz respeito ao orçamento destinado às iniciativas de cunho estratégico da organização. Para este ciclo de planejamento, foi destinado um orçamento de R\$ 18 milhões a serem distribuídos entre as categorias estabelecidas da seguinte forma:

- Categoria Ampliar Margem (AM) – R\$ 3.600.000,00;
- Categoria Risco Regulatório (RR) – R\$ 4.860.000,00;
- Satisfação do Cliente (SC) – R\$ 3.240.000,00;
- Negócios Competitivos (NC) – R\$ 6.300.000,00.

Com relação aos projetos que apresentaram interdependências entre si, foram identificados 4 conjuntos de restrições, as quais irão influenciar a seleção do portfólio. Estes conjuntos são mostrados a seguir:

- O projeto NC04 depende da implantação do projeto NC05;
- O projeto NC06 depende da implantação do projeto NC02;
- O projeto SC07 depende da implantação do projeto SC06;
- O projeto SC10 depende da implantação do projeto SC11.

Finalmente, devido ao número limitado de gerente de projetos treinados para a condução de projetos complexos, o decisor estabeleceu que o número máximo de projetos em cada

categoria deveria ser o mesmo que o número de gerente de projetos disponíveis na mesma categoria.

No conjunto de projetos propostos neste ciclo não foram identificados projetos mandatórios nem projetos mutuamente exclusivos. A função objetivo e as restrições do método PROMETHEE V foram aplicadas ao modelo pelo analista em conjunto com o decisor e são mostradas a seguir:

$$\max. \sum_i \phi'_i x_i \quad (5.8)$$

Sujeito a:

$$\sum HH_{AM} \leq 4.096$$

$$\sum HH_{RR} \leq 5.542$$

$$\sum HH_{SC} \leq 3.374$$

$$\sum HH_{NC} \leq 6.988$$

$$\sum Qp_{AM} \leq 12$$

$$\sum Qp_{RR} \leq 18$$

$$\sum Qp_{SC} \leq 14$$

$$\sum Qp_{NC} \leq 22$$

$$\sum Rp_{AM} \leq 3.600.000$$

$$\sum Rp_{RR} \leq 4.860.000$$

$$\sum Rp_{SC} \leq 3.240.000$$

$$\sum Rp_{NC} \leq 6.300.000$$

$$SC07 - SC06 \leq 0$$

$$SC10 - SC11 \leq 0$$

$$NC04 - NC05 \leq 0$$

$$NC06 - NC02 \leq 0$$

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{se } x_i \text{ é selecionado} \\ 0 & \text{se } x_i \text{ não é selecionado} \end{cases}$$

Onde:

ϕ_i : É o fluxo líquido das alternativas x_i somadas à constante t , onde $t > |\min_i(\phi_i)|$.

$\sum Qp$ É a soma do número de projetos em uma determinada categoria.

$\sum HH$ É a soma de homens-horas do projeto em uma determinada categoria.

$\sum Rp$ É a soma dos custos dos projetos em uma determinada categoria.

De forma a processar o modelo, foi utilizado o *add-in* para Excel SANNA, desenvolvido por Jablonský (2015) e aplicado nos cálculos do método PROMETHEE II. Também foi utilizado o Solver para Excel para a realização da otimização do modelo.

Como resultado, o portfólio *p-optimal* foi encontrado, isto é, 53 alternativas (projetos) foram selecionadas para compor o portfólio do ciclo de 2016. Como resultado do estágio 2, mais dois portfólios *c-optimal* foram encontrados, os quais foram nomeados de portfólio $c = 54$, $c = 55$. A tabela 5.2 mostra o comportamento das alternativas (projetos) que sofreram variações nestes portfólios, quando o valor de c foi modificado.

Tabela 5.2 – Variação dos projetos selecionados

Portfólio P-optimal		Portfólio C-optimal (p+1)		Portfólio C-optimal (p+2)	
Projeto ID	Aprovado	Projeto ID	Aprovado	Projeto ID	Aprovado
AM01	---	AM01	Sim	AM01	---
AM02	Sim	AM02	Sim	AM02	---
AM05	Sim	AM05	---	AM05	Sim
AM08	Sim	AM08	---	AM08	Sim

AM13	---	AM13	---	AM13	Sim
AM14	---	AM14	Sim	AM14	Sim
RR03	---	RR03	Sim	RR03	Sim
RR09	---	RR09	Sim	RR09	Sim
RR16	Sim	RR16	---	RR16	---

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

A tabela 5.3 mostra a performance de cada portfólio perante os critérios após a aplicação do estágio 3. De posse destes valores, é possível calcular o índice de concordância de cada portfólio *c-optimal*.

Aplicando o estágio 4, pode ser observado que existem dois portfólios *c-optimal* com o índice de concordância $C(c54, p) = 0,89$; $C(c55, p) = 1,00$.

O portfólio c55 ($c=p+2$) é considerado o melhor, pois seu índice de concordância tem o valor mais alto dentre os demais portfólios.

Tabela 5.3– Performance do portfólio perante cada critério.

	Portfólio P-optimal	Portfólio C-optimal (p+1)	Portfólio C-optimal (p+2)
Nível de Complexidade	1,060	1,070	1,100
Impacto no Resultado	1,020	1,030	1,030
Alinhamento Estratégico	1,330	1,340	1,360
Probabilidade de Alcançar os Benefícios	0,391	0,389	0,400
Contribuição para Satisfação dos Clientes	0,920	0,930	0,960
Melhoria dos Indicadores Regulados	0,840	0,880	0,900

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

Como resultado, os projetos selecionados para o portfólio c55 foram designados para as seguintes categorias:

- Dez projetos foram designados na categoria Aumentar Margem;
- Quinze projetos foram designados na categoria Risco Regulatório;

- Doze projetos foram designados na categoria Satisfação do Cliente;
- Dezoito projetos foram designados na categoria Negócios Competitivos.

Como mencionado anteriormente, existem 4 projetos que só podem ser selecionados se suas restrições de dependência com outros 4 projetos forem atendidas. Com isto, temos que o Projeto SC07 depende do Projeto SC06 sendo este último selecionado. No entanto, como não há restrição na implantação do SC06, o modelo pode selecioná-lo sozinho. Assim, se o Projeto SC07 será ou não implantado, dependerá de um novo processo de seleção, que será realizado no ciclo de planejamento estratégico do ano de 2017. Os conjuntos de projetos NC04 e NC05; SC10 e SC11 foram selecionados, já o conjunto NC06 e NC02 não foi.

5.1.2 Resultados e Discussões do Modelo 1

De forma consolidada, foram selecionados 55 projetos, nos quais 15.800 homens-horas foram alocados. A restrição de número de projetos, imposta pelo decisor, em nenhum momento agiu como uma restrição ao problema. Somente a limitação das homens-horas atuou.

Após a análise preliminar dos dados, realizou-se uma análise de sensibilidade utilizando o método de Monte Carlo. Este método é uma ferramenta poderosa para realizar análises de sensibilidade e análise de risco de um portfólio de projetos (Boyle *et al.*, 1997). Detalhes completos sobre como aplicar o método de Monte Carlo são dados em Rubinstein e Kroese (2008) e em Kalos e Whitlock (2008).

Para esta análise, em função de não haver dados históricos, foi utilizada uma distribuição triangular para simular a variação do peso do critério de maior importância, isto é, "impacto nos resultados". O intervalo máximo e mínimo desta distribuição triangular foi definido em + 50% a -50%, respectivamente. Os pesos para os outros critérios foram ajustados automaticamente.

Para a análise de sensibilidade foram feitas 100 mil iterações. A figura 5.3 mostra o histograma de distribuição com a variação do peso do critério "impacto nos resultados". Conforme mostrado na tabela 5.4, esse peso variou de 0,1438 a 0,4283, com um valor médio de 0,2855 e desvio padrão de 0,05811.

Tabela 5.4 - Análise de Sensibilidade

Análise de Sensibilidade com Monte Carlo				
Média	Mínima	Máxima	Desvio Padrão	Número de Iterações
0,2855	0,1438	0,4283	0,05811	100.000

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

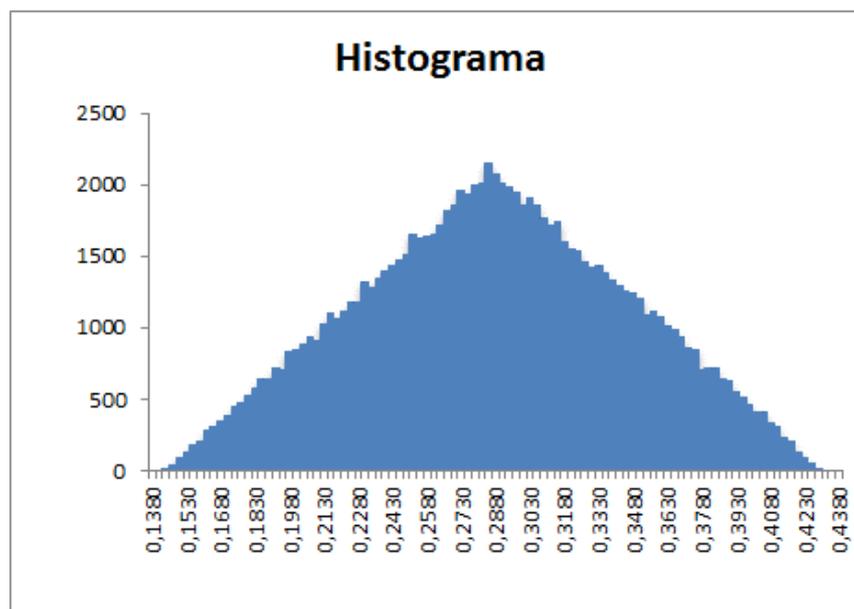


Figura 5.3 – Histograma

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

O resultado da análise de sensibilidade com o método de Monte Carlo é mostrado na Figura 5.4 (gráfico de probabilidade cumulativa). Nesta simulação, não houve alteração nos projetos selecionados e, portanto, o portfólio permaneceu inalterado para o peso do critério 'impacto nos resultados' variando de -9% a 36%. Esta análise mostrou que a probabilidade do portfólio permanecer inalterada é de 61,63% (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 - Dados da Simulação

Varição do peso (%)	-9%	36%
Peso	0,2600	0,3886
Probabilidade de Ocorrência	34,23%	95,86%
Probabilidade do portfólio não se alterar	61,63%	

Fonte: Esta Pesquisa (2017)

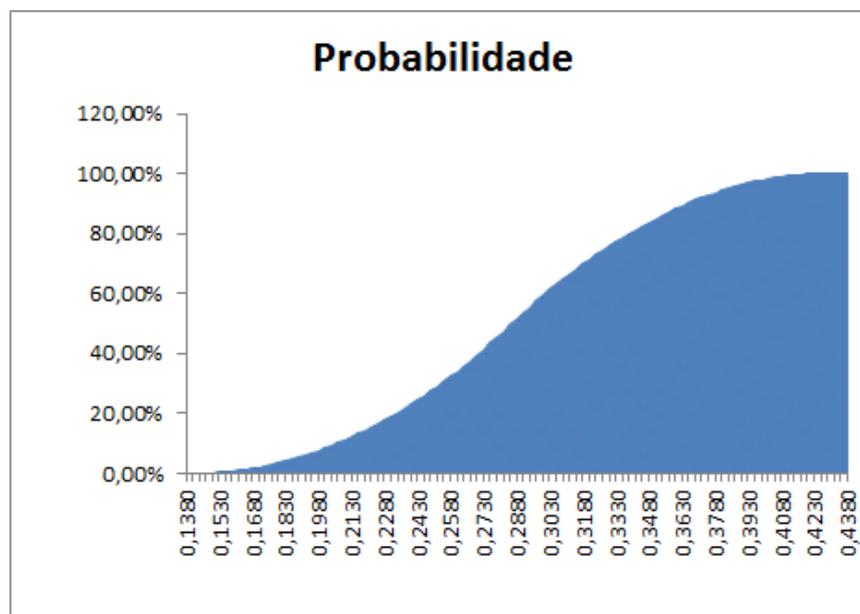


Figura 5.4 - Gráfico de Probabilidade Acumulada
 Fonte: Esta Pesquisa (2017)

A análise de sensibilidade mostrou que, mesmo quando houve uma variação no portfólio, não houve mudança no número total de projetos selecionados. Tudo o que aconteceu foi que existe uma troca de elementos. O fato de que o número total de projetos selecionados não mudar foi devido à restrição da quantidade máxima de projetos que poderia atuar.

A robustez do modelo é notável, já que, mesmo com a mudança dos pesos dos critérios, os projetos selecionados para compreender o portfólio permaneceram praticamente os mesmos do modelo originalmente aplicado.

5.2 Modelo 2 – Racionalidade Compensatória

Como em um modelo de otimização, tem como objetivo principal maximizar a função objetivo, considerando as restrições dadas, que podem ser uma restrição orçamentária, humana, etc. Desta forma temos a função objetivo (4.9) e as restrições (4.10) as quais pode ser escritas como (MARTINS et al., 2017):

$$\sum_{i=1}^n z_i v(A_i) \quad (5.9)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n z_i c_i \leq C \quad (5.10)$$

Onde z_i é uma variável binária que indica se o item A_i está incluído ou não no portfólio, sendo que, $z_i = 1$ se o projeto estiver incluído e $z_i = 0$ se não estiver (CLEMEN e SMITH, 2009). O valor $v(A_i)$ é obtido a partir da avaliação multi-atributo (DE ALMEIDA *et al.*, 2014), C e c_i estão relacionados às restrições, onde C pode ser o orçamento disponível para financiar os custos do projeto e c_i , o custo para desenvolver o projeto i (KLEINMUNTZ, 2007). A avaliação resulta de uma função de valor de aditivo é mostrada como (DE ALMEIDA *et al.*, 2014):

$$v(A_i) = \sum_{j=1}^m k_j v_j(x_{ij}) \quad (5.11)$$

Onde temos:

x_{ij} é a saída obtida pelo item A_i no atributo j ;

v_j é a função do valor marginal do atributo j ;

k_j é o peso (constante de escala) do atributo j , onde a soma total deve ser igual a 1.

Ao analisar as funções de valor aditivo, é importante notar que esses tipos de funções impõem certas condições nas escalas de medição usadas para os itens de um portfólio e que, normalmente, não são considerados na literatura existente (DE ALMEIDA *et al.*, 2014), o que pode ocasionar um problema, uma vez que eles têm um impacto significativo nos resultados (MARTINS *et al.*, 2016).

É sugerido que, em primeiro lugar, se faça uma adequada transformação de escala, pois é apropriado para seleção de portfólios com uma abordagem multicritério aditiva. É importante notar que o efeito do tamanho do portfólio não acontece para todos os casos e dependerá da combinação de valores e restrições consideradas pelo problema analisado (MARTINS *et al.*, 2016). Além disso, é sempre importante examinar a existência do problema de escala e sempre que ocorrer, devem ser feitas as mudanças necessárias para adequar o problema (MARTINS *et al.*, 2016).

5.3 Modelo 3 - Decisão em Grupo

É interessante verificar a viabilidade da adoção de sistema integrado de decisão em grupo em função das características da problemática em questão. Entre as principais características que podem direcionar para a decisão em grupo, podem ser destacados os seguintes pontos:

- O Grupo é composto por diversas empresas;
- Existência potencial de mais de um decisor;
- Dispersão geográfica dos agentes decisores.

Em função do Grupo conter diversas empresas, também chamadas de unidades de negócio (UNs) e áreas corporativas, unidades de apoio (UAs), cada qual com objetivos estratégicos bem específicos, e estas UNs e UAs terem presidentes ou diretores responsáveis pela condução do negócio, é interessante modelar uma abordagem de decisão em grupo.

Outro ponto que reforça esta possibilidade é a dispersão geográfica destes decisores, que direcionaria à um sistema integrado que possibilitasse a avaliação dos projetos remotamente.

Uma definição importante para esta abordagem é o procedimento para agregação das preferências deste grupo de decisores. Este procedimento de agregação pode ser classificado em dois tipos (DE ALMEIDA *et al.*, 2012):

I. Agregação a partir das preferências iniciais dos decisores;

Neste caso os decisores agem de acordo com a sua preferência, usando seus próprios sistema de valores.

II. Agregação a partir dos resultados e escolha finais dos decisores.

Nesta abordagem, é necessário que os decisores abandonem as suas próprias preferências para atingir o objetivo final do grupo. Nesta abordagem, os decisores atuam em conjunto e agrupam os seus julgamentos, tornando o conjunto de decisores como se fosse um único indivíduo. Com esta abordagem, o resultado de cada decisor não é obrigatoriamente visível. As identidades individuais são perdidas na fase de agregação (DE ALMEIDA *et al.*, 2012).

Neste tipo de agregação, também se torna importante a definição do modelo a ser aplicado: não compensatório ou aditivo. Neste último, um cuidado especial deve ser dado à questão “importância dos decisores”. Na realidade, neste modelo aditivo, não é tratada a “importância dos decisores”, mas sim a definição das constantes de escala, sendo necessário clarear este ponto com os decisores em questão.

5.4 Implicações Gerenciais

Visto os modelos propostos, para a estruturação do problema de alocação de recursos em um grupo de empresas do setor elétrico nacional e a respectiva aplicação numérica, cabe ressaltar suas implicações gerenciais pelo ponto de vista do autor.

Primeiramente, cabe destacar que o modelo proposto se enquadra às necessidades do grupo em estudo, sendo o mesmo adequado ao processo de planejamento estratégico existente na organização.

Outro ponto a ser destacado é a divisão de projetos em categorias e as limitações no número de homens-horas / projetos, fatos que possibilitaram o equilíbrio na seleção de projetos para o portfólio entre as principais diretrizes estratégicas, resultando em um alinhamento adequado entre estratégia e projetos. Este fator também permite o uso mais efetivo de recursos humanos, materiais e financeiros.

Apesar dos modelos aditivo e de decisão em grupo não terem sido aplicados neste trabalho, vale atentar para a questão da racionalidade do atual decisor, a qual se mostra não compensatória, levando a escolha de um método de sobreclassificação. Apesar deste fato, deve ser analisada a viabilidade de seu uso sempre que for ocorrer um novo ciclo de seleção de portfólio das iniciativas.

Por fim, é possível verificar que o decisor teve uma participação interativa com os demais atores, porém de forma mais pontual, não sendo demandado tão intensamente, o que neste caso é uma grande vantagem para o processo. Este fator pode mudar caso a quantidade de projetos seja alterada.

5.5 Considerações Finais Sobre os Modelos Propostos

De maneira geral, o modelo proposto se mostrou robusto e possibilitou sugerir ao decisor, um portfólio que foi considerado satisfatório, não sendo necessária a realização de ajustes para se adequar ao ponto de vista do decisor.

Este fator facilitou a adoção do modelo 1 pela organização porém, em função da necessidade de se aumentar o protagonismo dos atores envolvidos no processo, em um futuro próximo, haverá a necessidade de se migrar para um modelo decisório em grupo. Com isto, uma nova estruturação deverá ser feita para adequar o modelo às novas condicionantes do Grupo em estudo.

Vale ressaltar que o modelo proposto é válido para o Grupo em estudo e que, para que se possa utilizar para outras empresas, torna-se necessário adaptá-lo para que atenda o contexto organizacional em que a empresa está inserida, assim como as novas restrições do modelo.

As conclusões do trabalho, assim como as sugestões para trabalhos futuros, serão abordados no próximo capítulo.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusão

Elonen e Artto (2003) afirmam que o gerenciamento de portfólio permite implementar o projeto certo para a organização, vinculando os projetos com a estratégia organizacional. Maximizar os benefícios de um portfólio de projetos só é possível se os projetos selecionados formarem um portfólio ideal, e isso deve estar perfeitamente alinhado com a estratégia da organização. Somente empresas com um nível de maturidade em gestão de projetos adequado podem criar mecanismos para selecionar projetos para um portfólio. Sendo que, somente se fazendo uma seleção ótima de projetos, é que uma empresa pode aumentar sua vantagem competitiva e permanecer no mercado.

Um problema comum enfrentado pela maioria das empresas é o fato de não terem seus projetos alinhados a estratégia formulada, não disponibilizando um processo adequado para a seleção do portfólio de projetos, principalmente na tomada de decisões baseadas em modelos multicritérios (LARSON e GRAY, 2016).

Neste trabalho, um problema real enfrentado por um grupo de empresas que atua no setor elétrico nacional foi apresentado.

O processo de estruturação do problema de alocação de recursos foi facilitado pelo uso da abordagem VFT sugerida em Keeney (1992), tendo uma grande adesão dos atores deste processo.

Cabe ser destacada a adoção do processo criativo na elaboração das alternativas (iniciativas) sugerido por Keeney (1996). Este processo permitiu explorar uma gama abrangente de iniciativas que possibilitarão materializar a estratégia da organização, assim como criou o senso de comprometimento dos atores, já que elas foram propostas com intensa participação dos envolvidos.

Os resultados da seleção foram aprovados pelo decisor e seus benefícios já foram percebidos pelo Grupo, a saber:

- O método é fácil de entender, considerando o nível de detalhe dos projetos no durante a seleção, o que permite o uso da informação disponível no momento;
- Oferece a possibilidade de aplicação imediata do modelo desenvolvido, sem a necessidade de adaptar os processos internos;

- O cumprimento dos requisitos e restrições impostas pelo decisor foram seguidos.

Vale ressaltar que, semelhante ao citado por De Almeida *et al.* (2011), a aplicação deste modelo foi facilitada pelo nível cultural e intelectual do decisor.

A aplicação do método PROMETHEE V, bem como o uso do suplemento Solver do Excel, atendeu às expectativas do pesquisador, pois ajudaram a garantir que os dados pudessem ser prontamente processados e os resultados disponibilizados rapidamente.

A aplicação do conceito de portfólio *c-optimal* mostrou-se bastante efetiva, já que propiciou uma possibilidade real de qualquer projeto ser selecionado para o portfólio, eliminando o problema do fluxo líquido negativo, sem efeitos colaterais.

Os resultados mostraram ser relevantes, sendo comprovado pela aplicação da análise de sensibilidade e pela robustez do modelo desenvolvido, o que permite que a aplicação do modelo possa ser estendida para a definição de projetos de outros portfólios dentro do grupo, para os quais os critérios devem ser ajustados adequadamente.

Para alcançar melhores resultados, houve várias interações com o decisor, especialmente no momento de julgamento dos projetos perante os critérios estabelecidos, sendo que esta necessidade tenderá a se tornar mais intensa se houver um número maior de projetos do que no presente estudo. Além disso, a incerteza está diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis no momento em que as decisões precisam ser tomadas.

O modelo desenvolvido atingiu seus objetivos, permitindo que o problema de seleção de projetos estratégicos do grupo seja organizado de forma estruturada e transparente.

A limitação para o modelo proposto está relacionada à sua aplicação a apenas um decisor, o qual tinha uma racionalidade não compensatória, o que impossibilitou a aplicação numérica no modelo aditivo, ou o uso em um modelo para decisão em grupo.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Visando o desenvolvimento de novos estudos, pode ser ampliada a abordagem da restrição do recurso, identificando recursos chaves que, quando sincronizados, possibilitarão a implantação dos projetos do portfólio com um grau de risco reduzido, evitando a concorrência dos projetos pelos mesmos recursos chaves.

Da mesma forma, poderá ser modelada e aplicada a abordagem de decisão em grupo, como descrito no capítulo 4. Esta modelagem será de grande valia já que o grupo invoca grandes esforços no sentido de aumentar o protagonismo de seus colaboradores.

Outras sugestões para o desenvolvimento de uma abordagem estendida do atual trabalho são:

- Mudança nos critérios adotados, possibilitando a ampliação da coleta dos riscos associados à incerteza na avaliação dos projetos elencados perante os critérios definidos;
- Inserção de outras restrições no modelo;
- Mudança das categorias dos projetos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. C.; ARAÚJO FILHO, T. Aplicação da Metodologia SODA no Processo de Desenvolvimento de Produto. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Niterói-RJ, 1998.
- ARTTO, K.; KUJALA, J.; DIETRICH P.; MARTINSUO, M. What is project strategy? *International Journal of Project Management*, v. 26, p. 4–12, 2008.
- ARAGONÉS-BELTRÁN, P., CHAPARRO-GONZÁLEZ, J. P., RODRIGUÉZ-POZO, F. An ANP-based Approach for the Selection of Photovoltaic Solar Power Plant Investment Projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, p. 249-264, 2010.
- BOYLE, P., BROADIE, M., GLASSERMAN, P. Monte Carlo methods for security pricing. *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 21, p. 1267-1321, 1997.
- BRANS, J.P., MARESCHAL, B., VINCKE, P. PROMETHEE: A new family of outranking methods in MCDM. In IFORS'84, North Holland, 1984.
- BRANS, J.P., VINCKE, P. A preference ranking organization method. *Management Science*, Vol. 31, nº 6, p. 647–656, 1985.
- BRANS, J.P., MARESCHAL, B., VINCKE, P. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method for MCDM. *European Journal of Operational Research*, 24, pp.228-238, 1986.
- BRANS, J. P., MARESCHAL, B. PROMETHEE V: MCDM problems with segmentation constraints. *INFOR*, 30 (2): 85-96, 1992.
- BUCHANAN, J., SHEPPARD P. Ranking Projects Using the ELECTRE Method. Proc. of the 33rd Annual Operational Research Society of New Zealand Conference, New Zealand, 1998.
- CHEN, C., CHENG, H. A comprehensive model for selecting information system project under fuzzy environment. *International Journal of Project Management*, v. 27, p. 389-399, 2009.
- CLEMEN, R.T., SMITH, J.E. On the choice of baselines in multiattribute portfolio analysis: a cautionary note. *Decis. Anal.* 6(4), 256–262. 2009.
- COOPER, G. R.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New Problems, New Solutions: Making Portfolio Management More Effective. *Research Technology Management*, 43, 2000.
- DE ALMEIDA, A. T., Priority Assignment of Portfolio Taking into Account the Projects Synergy. GPSID internal report, 2007.
- DE ALMEIDA, A. T. O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Editora Universitária da UFPE. 2ª Edição. 2011.

- DE ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério, 1a Edição. São Paulo: Editora Atlas. 2013.
- DE ALMEIDA, A.T., CAVALCANTE, C.A.V., ALENCAR, M.H., FERREIRA, R.J.P., DE ALMEIDA-FILHO, A.T., GARCEZ, T.V. Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis. International Series in Operations Research & Management Science. Vol. 231. New York: Springer, 416p, 2015.
- DE ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. Aplicações com métodos multicritério de apoio a decisão. Editora Universitária, Recife. 2003.
- DE ALMEIDA, J. A., DE ALMEIDA, A. T., COSTA, A. P. C.S. Portfolio Selection of Information Systems Projects Using PROMETHEE V With C-Optimal Concept. Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 275-299, 2014.
- DE ALMEIDA, A. T., MORAIS, D. M., COSTA, A. P. C. S., ALENCAR, L. H., DAHER, S. F. D. Decisão em Grupo e Negociação: Métodos e Aplicações. Editora Atlas. 2012.
- DE ALMEIDA, A. T., VETSCHERA R. A note on scale transformations in the PROMETHEE V method. European Journal of Operational Research, v. 219, p. 198-200, 2012.
- DUARTE, M. D. O. Modelo Multicritério para Seleção de Portfólio de Projetos Considerando Sinergia. 2007. 63p. (Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco).
- ELONEN, S., ARTTO, K. A. Problems in managing internal development projects in multi-project environments. International Journal of Project Management. Vol. 21, p. 395-402, 2003.
- EMPRESA EM ESTUDO – Regulamento Gerenciamento para Resultados. Rio de Janeiro, 2012
- EMPRESA EM ESTUDO – Book Planejamento Estratégico. Rio de Janeiro, 2015.
- EMPRESA EM ESTUDO – Organograma Empresas. Rio de Janeiro, 2016.
- EMPRESA EM ESTUDO, Site Investidores, 2017. Disponível em: <<http://www.investidores.empresaemestudo.com.br>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2017.
- ENSSLIN, L., ANDREIS, M., MEDAGLIA, T. A., CARLI, H., ENSSLIN, S. R. Modelo multicritério para avaliação e seleção de projetos de pesquisa e desenvolvimento em uma empresa distribuidora de energia. Revista Gestão Industrial v. 08, n. 01: p. 164-198, 2012
- FUENTES-BARGUES, J. L., FERRER-GISBERT, P. S. Selecting a small run-of-river hydropower plant by the analytic hierarchy process (AHP): A case study of Miño-Sil river basin, Spain. Ecological Engineering. Vol. 85, p. 307-316, (2015)
- GARCÍA-MELÓN, M., POVEDA-BAUTISTA, R., DEL VALLE, J. L. Using the strategic relative alignment index for the selection of portfolio projects application to a public Venezuelan Power Corporation. International Journal of Production Economics. Vol. 170, p. 54-66, 2015.

- GOMES, L.F.A.M. Teoria da Decisão. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- GOMES, L. F. A. M., ARAYA, M. C. G., CARIGNANO, C. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GOMES, L.F.A.M., GOMES, C.F.S., DE ALMEIDA, A.T. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 3ª. Edição, 2009.
- GUITOUNI, A., MARTEL, J. Tentative Guidelines to Help Choosing an Appropriate MCDA Method. European Journal of Operational Research. Vol. 109, p. 501-521, 1998.
- JABLONSKÝ, J. SANNA - MS Excel based add-in application for multicriteria decision aid. Disponível em: <<http://nb.vse.cz/~jablon/>>. Acessado em: 20 de dezembro de 2015.
- KALOS, M. H., WHITLOCK, P. A. Monte Carlo Methods. 2nd. Ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim, 2008.
- KEENEY, R. L. Value focused thinking. Harvard, Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- KEENEY, R. L. Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. European Journal of Operational Research, vol. 92, p. 537-549, 1996.
- KENDALL, G. I., ROLLINS, S. C. Advanced Project Portfolio Management and the PMO: Multiplying ROI at Warp Speed. USA, J. Ross Publishing, 2003.
- KERZNER, H. Gestão de Projetos – As Melhores Práticas. São Paulo, Editora Bookman, 2ª. Edição, 2005.
- KIRA, D. S., KUSY, M. I., MURRAY, D. H., GORANSON B. J. A Specific Decision Support System (SDSS) to Develop an Optimal Project Portfolio Mix Under Uncertainty. IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 37, nº. 3, p. 213-221, 1990.
- KLEINMUNTZ, D.N. Resource allocation decisions. In: Edwards, W., Miles, R.F., von Winterfeldt, D. (eds.) Advances in Decision Analysis, pp. 400–418. Cambridge University Press, New York. 2007.
- LARSON E. W., GRAY C. F. Project Management: The Managerial Process. New York, MacGraw-Hill, 6th. Edition, 2016.
- LEE, J. W., KIM, S. H. An Integrated Approach for Interdependent Information System Project Selection. International Journal of Project Management, vol. 19, 111-118, 2001.
- LIANG, C., LI, Q. Enterprise Information System Project Selection with Regard to BOCR. International journal of project management vol. 26 p.810-820, 2008.
- LOURENÇO, J. C., SOARES, J. O., BANA E COSTA, C. A. Portfolio Robustness Evaluation: A Case Study in the Electricity Sector. Technological and Economic Development of Economy. Vol. 23, p. 59–80, 2017.

- MARTINS, C. L., DE ALMEIDA, J. A., DE OLIVEIRA BORTOLUZZI, M. B., DE ALMEIDA, A. T. Scaling Issues in MCDM Portfolio Analysis with Additive Aggregation. In: Shaofeng Liu; Boris Delibasic; Festus Oderanti. (Org.). *LectureNotes in Business Information Processing*. 1ed.: Springer International Publishing, v.250, p. 100-110. 2016.
- MARTINS, C. L., LÓPEZ, H. M. L., DE ALMEIDA, A. T., ALMEIDA, J. A., BORTOLUZZI, M. B. O. Na MCDM Project Portfolio Web-based DSS for Sustainable Strategic Decision Making in na Electricity Company. *Industrial Management & Data Systems*, v. 117, issue 7, p. 1362-1375, 2017.
- MAVROTAS, G., DIAKOULAKI, D., CALOGHIROU, Y. Project prioritization under policy restrictions: a combination of MCDA with 0-1 programming. *European Journal of Operational Research*, v. 171, n. 1, p. 296-308, 2006.
- MEADE, L.M., PRESLEY, A. R&D Project Selection Using the Analytic Network Process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 49 n° 1, p.59-66, 2002.
- MINGERS, J., ROSENHEAD, J. Problem Structuring Methods in Action. *European Journal of Operational Research*, v. 152, p. 530–554, 2004.
- MONTEIRO, M.; FREITAS Jr., A. Modelo de Avaliação em Projetos de Investimento de Capital. *Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Gramado, 1997.
- MORAIS, D. C., DE ALMEIDA, A. T. Modelo de Decisão em Grupo para Gerenciar Perdas de Água. *Pesquisa Operacional*, v. 26, n. 3, p. 567-584, 2006.
- ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. O Setor Elétrico. Disponível em: <http://www.ons.org.br/institucional/modelo_setorial.aspx>, acesso em 20 de out. de 2014.
- PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). USA, Project Management Institute PMI, 2008.
- PMI, The Standard for Portfolio Management. USA, Project Management Institute PMI, 2006.
- RIEG, D. L., ARAÚJO FILHO, T. Mapas Cognitivos como Ferramenta de Estruturação e Resolução de Problemas. *Gestão e Produção*, Vol. 10, n° 2, p. 145-162, 2003.
- ROY, B. *Multicriteria Methodology for decision Aiding*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- RUBINSTEIN, R. Y., KROESE, D. P. *Simulation and the Monte Carlo Method*. 2nd. Ed., John Wiley & Sons Inc. New Jersey, 2008.
- SAN CRISTÓBAL, J.R.. Multi-Criteria Decision-Making in the Selection of a Renewable Energy Project in Spain: The Vikor method. *Renewable Energy*, Vol.36 n° 2, p.498-502, 2011.
- SCHMIDT, R. L., FREELAND, J. R. Recent Progress in Modeling R&D Project-Selection Processes. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 39, n° 2, p. 189-201, 1992.

- SMITH-PERERA, A., GARCÍA-MELÓN, M., POVEDA-BAUTISTA, R., PASTOR-FERRANDO, J. A Project Strategic Index proposal for portfolio selection in electrical company based on the Analytic Network Process. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, p. 1569–1579, 2010.
- TRIANANTAPHYLLOU, E., BAIG, K. The Impact of Aggregating Benefit and Cost Criteria in Four MCDA Methods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 52, n° 2, p. 213-226, 2005.
- VETSCHERA, R., DE ALMEIDA, A. T. A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. *Computers & Operations Research*, v. 39, p. 1010-1020, 2012.

ANEXO 1 – RELAÇÃO DE PROJETOS E CRITÉRIOS

Projeto	Complexidade	Impacto no Resultado	Alinhamento Estratégico	Probabilidade de Sucesso	Contribuição para Satisfação dos Clientes	Melhoria de Indicadores Regulados
AM01	2	2	3	0,35	1	2
AM02	1	2	2	0,85	1	1
AM03	1	3	3	0,6	3	3
AM04	3	3	2	0,6	3	3
AM05	2	1	3	0,85	3	2
AM06	3	2	3	0,35	1	1
AM07	2	1	3	0,6	3	2
AM08	2	2	3	0,85	1	1
AM09	1	1	1	0,6	1	1
AM10	2	1	2	0,6	2	2
AM11	2	1	3	0,85	1	1
AM12	1	1	3	0,6	1	1
AM13	2	1	1	0,6	1	2
AM14	2	2	1	0,6	1	2
AM15	1	2	1	0,6	1	2
AM16	1	2	2	0,6	1	2
AM17	2	2	2	0,6	1	2
RR01	3	1	1	0,6	2	1
RR02	3	2	2	0,85	1	2
RR03	1	2	3	0,6	3	3
RR04	1	2	2	0,85	1	1
RR05	2	3	2	0,85	2	2
RR06	3	1	2	0,6	1	2
RR07	1	2	3	0,6	1	2
RR08	1	1	1	0,6	1	2
RR09	2	1	2	0,6	1	2
RR10	1	2	2	0,85	3	3
RR11	3	1	2	0,85	3	3
RR12	3	2	3	0,35	2	2
RR13	2	2	1	0,6	1	1
RR14	2	1	3	0,6	1	2
RR15	1	2	2	0,6	3	3
RR16	2	3	2	0,6	1	2
RR17	2	2	2	0,85	3	1
RR18	2	2	2	0,85	2	3
RR19	1	3	2	0,6	1	2
RR20	1	3	3	0,6	1	3
RR21	3	1	1	0,85	2	2
RR22	2	2	2	0,85	1	2
RR23	2	1	3	0,85	3	1
SC01	2	1	3	0,85	3	1
SC02	2	1	2	0,85	2	2
SC03	2	1	3	0,6	3	2
SC04	1	1	2	0,85	2	1

SC05	3	1	2	0,85	1	1
SC06	3	1	2	0,85	1	1
SC07	3	1	1	0,6	1	1
SC08	3	1	1	0,85	1	1
SC09	3	1	3	0,85	1	1
SC10	3	1	3	0,6	2	1
SC11	3	1	3	0,85	1	1
SC12	2	1	3	0,85	3	1
SC13	3	2	3	0,85	1	1
SC14	2	2	2	0,6	1	2
NC01	1	3	3	0,85	1	1
NC02	3	2	1	0,85	1	2
NC03	2	2	2	0,85	3	1
NC04	3	2	3	0,6	3	1
NC05	2	3	2	0,6	1	2
NC06	2	2	2	0,6	3	1
NC07	3	1	2	0,85	2	1
NC08	3	1	3	0,6	1	2
NC09	2	3	3	0,85	1	1
NC10	1	2	3	0,6	1	2
NC11	3	1	1	0,85	1	2
NC12	1	3	3	0,6	2	2
NC13	3	1	3	0,85	1	1
NC14	3	1	2	0,85	1	1
NC15	2	2	3	0,85	1	1
NC16	2	2	3	0,85	1	2
NC17	2	3	3	0,85	2	1
NC18	3	1	2	0,6	1	1
NC19	3	2	3	0,85	3	1
NC20	2	2	3	0,85	2	1
NC21	1	2	2	0,6	3	1
NC22	1	3	3	0,85	1	1
NC23	1	3	3	0,6	1	1
NC24	2	3	3	0,6	1	2
NC25	3	2	2	0,35	1	2
NC26	1	3	2	0,85	1	2
NC27	2	2	2	0,85	2	1
NC28	2	3	3	0,85	1	1
NC29	3	1	1	0,35	1	1
Peso	0,057143	0,285714	0,228571	0,114286	0,142857	0,171429