

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI
THOMAZ MARCHESI CAMANHO**

**PROPOSTA DE MODELO DE DECISÃO ESTRUTURADA PARA SELEÇÃO DE
PROJETOS DE INVESTIMENTO: Uma aplicação de programação por metas para
empresas de distribuição de energia**

São Paulo
2011

THOMAZ MARCHESI CAMANHO

**PROPOSTA DE MODELO DE DECISÃO ESTRUTURADA PARA SELEÇÃO DE
PROJETOS DE INVESTIMENTO: Uma aplicação de programação por metas para
empresas de distribuição de energia**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Centro Universitário da FEI para obtenção do
título de Mestre em Administração de
Empresas, orientada pelo Prof. Dr. Edmilson
Alves de Moraes.

São Paulo
2011

Camanho, Thomaz Marchesi

Proposta de modelo de decisão estruturada para seleção de projetos de investimentos: uma aplicação de programação por metas para empresas de distribuição de energia/ Thomaz Marchesi Camanho. – São Paulo, 2011.

96 f.: il.

Dissertação – Centro Universitário da FEI.

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes

1. Decisão. 2. Processo de seleção de projetos. 3. Programação por metas. I. Título.

CDU 65.012.2



Centro Universitário da FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO ATA DA BANCA JULGADORA

Programa de Pós-Graduação em Administração

PPGA-10

| | |
|--|---------------------|
| Candidato: Thomaz Marchesi Camanho | Matrícula: 309122-0 |
| Título do Trabalho: "UMA PROPOSTA DE MODELO DE DECISÃO ESTRUTURADA PARA SELEÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO": Uma aplicação de programação por metas para empresas de distribuição de energia. | |
| Área: <input checked="" type="checkbox"/> Capacidades Organizacionais <input type="checkbox"/> Mercados e Consumo <input type="checkbox"/> Sustentabilidade | |
| Orientador: Edmilson Alves de Moraes | |
| Data da realização da prova: 20 / 06 / 2011 | |

ORIGINAL ASSINADA

| | |
|--|------------------------------------|
| A Banca Julgadora abaixo-assinada, atribuiu ao candidato o seguinte: | |
| APROVADO <input checked="" type="checkbox"/> | REPROVADO <input type="checkbox"/> |

| |
|----------------------------|
| São Paulo, 20 / 06 / 2011. |
|----------------------------|

| MEMBROS DA BANCA JULGADORA | |
|--|--|
| PROF. DR. EDMILSON ALVES DE MORAES | |
| ASS.: _____ | |
| PROF. DR. FELIPE ZAMBALDI | |
| ASS.: _____ | |
| PROF. DR. JULIO CESAR B. DE FIGUEIREDO | |
| ASS.: _____ | |

Versão Final da Dissertação

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-Graduação

Endosso do Orientador após a inclusão das recomendações da Banca Examinadora

Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes

Aos meus pais, Roberto e Lúcia, que sempre agiram como forças motrizes para o meu desenvolvimento profissional.

À minha esposa, Fernanda, que foi meu braço forte e alicerce nos momentos difíceis.

Ao meu irmão, Rafael, que em todos os momentos possui serenidade e clareza em seus aconselhamentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes, que é para mim além de um mestre, um grande amigo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Roberto Camanho, que é meu guia e co-responsável por todas as minhas conquistas profissionais.

A minha mãe Maria Lúcia Marchesi Camanho, ao meu irmão Rafael Marchesi Camanho e a minha esposa Maria Fernanda Paixão Fabi, que me deram todo o apoio necessário nessa etapa da minha vida.

Ao meu sócio e amigo Fábio Kenji Kikuti Takahashi, que soube assumir as responsabilidades necessárias para eu poder me dedicar ao mestrado.

Ao meu amigo, Eduardo Rocha de Abreu Sodré, que sempre me deu forças para continuar nessa jornada.

Ao meu amigo Stevon Schettino, gestor de orçamento do Grupo Energisa, que forneceu informações necessárias para a elaboração desta dissertação e contribuiu com a visão da organização sobre o assunto.

Ao meu amigo Prof. Dr. Pierre Jacques Ehrlich que juntamente com o Prof. Dr. Edmilson Alves de Moraes, me orientaram na construção do modelo matemático de programação por metas.

Aos colegas de turma que foram grandes companheiros nessa trilha.

À Carmen Carlos, secretária do Mestrado e Doutorado, que sempre me ajudou com muita atenção.

Ao corpo docente do Programa de Mestrado em Administração do Centro Universitário da FEI, por terem contribuído de forma ímpar para o meu amadurecimento profissional e pessoal, em especial à Profa. Dra. Isabella F. G. de Vasconcelos, que me apresentou o livro: “Perspectivas Sociológicas: Uma visão humanística” de Peter Berger.

*A visão sem o pensamento sistêmico acaba
projetando lindos quadros do futuro, sem uma
compreensão profunda das forças que precisam ser
dominadas para que possamos andar daqui para lá.*

Peter M. Senge

RESUMO

O processo decisório para seleção de projetos de investimentos apesar de ser um tema amplamente abordado, ainda possui muitos campos a serem estudados. Em um ambiente regulado como o Setor Elétrico Brasileiro, as decisões devem ser muito bem planejadas, e quando maior for a competência desenvolvida pelas empresas que participam deste setor, maiores serão seus ganhos. O trabalho desenvolvido objetiva desenvolver um método e aplicá-lo em um simulador para auxiliar o processo decisório de seleção de projetos de investimentos, para empresas distribuidoras de energia elétrica, que possibilite *ex-ante* a execução do projeto a avaliação dos resultados atingidos pelos indicadores, o valor investido, o aumento de despesas recorrentes. Permitindo também a análise de *trade-offs*. O modelo hipotético, para análise da utilização do simulador, foi implementado no Microsoft Excel juntamente com o Lindo como ferramenta de otimização. Os resultados da utilização mostraram que através da utilização deste simulador as decisões se tornam mais claras e transparentes, bem como a análise de cenários permite uma avaliação detalhada dos *trade-offs*.

Palavras-chave: Decisão; Processo de Seleção de Projetos; Programação por metas

ABSTRACT

The decision process for selecting investment projects despite being a widely discussed issue, still has many academic fields to be studied. In a regulated environment like the Brazilian Electric Sector, decisions must be well planned, and when greater the expertise built up by companies involved in this sector, the greater the earning. The work aims to develop a method and implement it in a simulator to assist the decision making process of selecting investment projects for electricity distribution companies, which allows ex-ante project implementation to evaluate the results achieved by the indicators, the amount invested, the increase in recurrent costs. Including so the analysis of trade-offs. The hypothetical model, for analysis of the use of the simulator, was implemented in Microsoft Excel with Lindo as optimization tool. The results showed that through the use of this simulator decisions become clearer and more transparent, and scenario analysis allows a detailed assessment of the trade-offs.

Keywords: Decision; Project Selection Processes; Goal Programming

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 1 – Funcionamento do Sistema Elétrico..... | 11 |
| FIGURA 2 – Mapa do Sistema Elétrico | 11 |
| FIGURA 3 – Fluxo de Energia até o consumidor final..... | 12 |
| FIGURA 4 – Etapas do processo decisório | 25 |
| FIGURA 5 - Taxonomia proposta para modelos de seleção de projetos..... | 26 |
| FIGURA 6 – Critérios de avaliação de projetos | 28 |
| FIGURA 7 – Mapa hipotético de contribuição entre projetos e indicadores | 34 |
| FIGURA 8 - Mapa ilustrativo de contribuição entre projetos e indicadores e orçamento de CAPEX e OPEX | 35 |
| FIGURA 9 – Fluxo de Simulação..... | 45 |
| FIGURA 11 – Indicadores | 48 |
| FIGURA 12 – Orçamentos..... | 49 |
| FIGURA 13 – Lista de Relação de Projetos e Exportar para o LINDO | 50 |
| FIGURA 14 – Informações dos Projetos | 51 |
| FIGURA 15 – Três primeiros Projetos..... | 52 |
| FIGURA 16 – Três primeiros Projetos (Anos) | 52 |
| FIGURA 17 – Três primeiros Projetos (Anos e Indicadores) | 52 |
| FIGURA 18 – Projetos e OPEX | 53 |
| FIGURA 19 – Relação de Dependência de Projetos..... | 54 |
| FIGURA 20 – Relação de Dependência Mútua de Projetos | 55 |
| FIGURA 21 – Relação de Exclusão de Projetos | 55 |
| FIGURA 22 – Obrigatoriedade de Projeto | 56 |
| FIGURA 23 – Estruturação do Modelo do Lindo | 57 |
| FIGURA 24 – Otimização do Modelo do Lindo | 58 |
| FIGURA 25 – Resultado da Otimização gerado pelo LINDO | 58 |
| FIGURA 26 – Resultados..... | 59 |
| FIGURA 27 – Alocação e Projetos Obrigatórios..... | 60 |
| FIGURA 28 – Simulação..... | 62 |
| FIGURA 29 – Detalhes e Cenários..... | 63 |
| FIGURA 30 – Exemplo Cenário1..... | 64 |

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 31 – Exemplo Cenário1..... | 64 |
| FIGURA 32 – Análise Ano1 (Gráfico)..... | 65 |
| FIGURA 33 – Análise Ano1 (Relatório)..... | 65 |
| FIGURA 34 – Análise Ano1 (Visão Geral)..... | 67 |
| FIGURA 35 – Análise 3 Anos | 68 |
| FIGURA 36 – Comportamento dos Indicadores – Ano1 | 70 |
| FIGURA 37 – Ano1 – FEC | 72 |
| FIGURA 38 – Ano1 (DEC e FEC) e Ano2 (DEC) | 72 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| QUADRO 1 - Sumário dos principais problemas apontados no Relatório Kelmann e os temas que deveriam ser investigados..... | 9 |
| QUADRO 2 – Lista parcial de instituições atuantes no Setor Elétrico Brasileiro | 10 |
| QUADRO 3 – Indicadores utilizados neste estudo | 18 |
| QUADRO 4 – Comparação entre Projeto, Programa e Portfólio de Projetos | 20 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 0 |
| 1.1 Pergunta de Pesquisa | 2 |
| 1.2 Objetivos..... | 2 |
| 1.2.1 Objetivo geral..... | 2 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 2 |
| 1.3 Justificativa | 3 |
| 1.4 Organização do trabalho | 3 |
| | |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 2.1 A história do Sistema Elétrico Brasileiro | 5 |
| 2.1.1 O novo modelo do Setor Elétrico Brasileiro | 7 |
| 2.2 As Distribuidoras de energia | 12 |
| 2.2.1 Indicadores de qualidade e eficiência das distribuidoras | 16 |
| 2.3 Projetos, seleção de projetos e o processo decisório | 18 |
| 2.3.1 O processo decisório | 21 |
| 2.3.2 Seleção de projetos..... | 26 |
| 2.4 Programação por Metas | 29 |
| | |
| 3 MÉTODO | 33 |
| 3.1 Tipos de Projetos aplicáveis a este método | 33 |
| 3.2 Formulação do Modelo | 34 |
| 3.3 Modelo matemático proposto | 36 |
| 3.3.1 Variáveis de decisão..... | 37 |
| 3.3.2 Constantes do modelo | 38 |
| 3.3.3 Função Objetivo | 39 |
| 3.3.4 Restrições | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 4 DESENVOLVIMENTO DO SIMULADOR..... | 45 |
| 4.1 Operacionalização do Simulador | 46 |
| 4.1.1 Visão Geral do Simulador..... | 46 |
| 4.1.2 Informações dos Projetos – CAPEX..... | 50 |
| 4.1.3 Informações dos Projetos – OPEX..... | 53 |
| 4.1.4 Informações dos Projetos – Relação de Projetos | 54 |
| 4.2 Otimização modelo - Lindo | 58 |
| 4.3 Relatórios | 59 |
| 4.3.1 Relatório Gerencial de Resultados | 59 |
| 4.3.2 Relatório Gerencial de Análise Cenários | 63 |
| 4.3.3 Relatório de Análise Ano1 | 65 |
| 4.3.4 Relatório Análise 3 Anos | 68 |
| 4.3.5 Relatório Análise Ano1 – Comportamento dos Indicadores..... | 69 |
| 4.3.6 Relatório Contribuição do Projeto para redução do <i>GAP</i> | 71 |
| 4.4 Processo de utilização do método | 73 |
| | |
| 5 CONCLUSÃO..... | 74 |
| 5.1 Premissas e Limitações do Método | 76 |
| 5.2 Processo de implantação do método | 77 |
| 5.3 Pesquisas Futuras | 78 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 79 |

1 INTRODUÇÃO

A distribuição de energia elétrica é considerada serviço essencial, isto é, a empresa que obtiver a concessão pública de explorar esse mercado tem a obrigação constitucional de prestar tal serviço continuamente. Para tanto, existe uma normatização sobre o assunto bastante vasta e rígida que deve ser levada em consideração quando a empresa distribuidora faz seu plano de despesas e investimentos.

Para garantir a continuidade do serviço, boa parte de seu investimento é encaminhada à instalação de redes elétricas e o suporte necessário à manutenção do serviço (os ativos imobilizáveis).

Tal cálculo deve ser bem dimensionado já que boa parte do gasto é repassada ao consumidor final em forma de tarifas e se houver excessos nesse cálculo a empresa distribuidora é quem deve arcar com o prejuízo.

Assim, o planejamento de gastos deve ser tal que permita a empresa manter o padrão de qualidade exigida, ter melhorias técnicas, manter a continuidade do serviço e obter lucro sem poder repassar nenhum excesso mal calculado ao consumidor final.

Quem regula se isso está sendo cumprido é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Ela é o Órgão Regulador do setor elétrico brasileiro que realiza as Revisões Tarifárias Periódicas através do Procedimento de Distribuição de energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODISP). Essas revisões ocorrem mais ou menos a cada quatro anos e/ou sempre que se achar necessário.

A ANEEL promove uma auditoria em todas as Concessionárias de energia elétrica comparando seus dados e resultados com os que as mesmas enviam e ainda compara com o que julga ideal. Para tanto criou uma “Empresa de Referência”, onde investimentos e despesas são considerados ideais.

Dessa forma é possível averiguar a eficiência da empresa distribuidora e se ocorreram grandes desvios, tanto de despesas quanto de investimentos, do considerados ótimos ou “prudentes” como chamam e assim, calcular uma tarifa justa perante o quadro real de gastos da empresa distribuidora equilibrando possíveis desvios. Assim, os reajustes das tarifas são controlados e elaborados pela ANEEL.

A ANEEL também cria todos os indicadores de qualidade de serviço e de produto que usa e com o passar do tempo os deixa mais rígidos e rigorosos para alcançar metas cada vez

mais altas, possibilitando um crescimento tecnológico e de serviços prestados. E é através destes indicadores que a ANEEL revisa a tarifação das distribuidoras de energia elétrica.

Assim, a seleção de projetos de investimento em uma distribuidora de energia elétrica deve ser realizada de forma consistente com os objetivos dos indicadores regulados pela ANEEL. Isso porque, caso a distribuidora não tenha claro se o investimento alocado nos projetos irá contribuir para os indicadores de qualidade de produto e serviço, no processo de revisão tarifária a ANEEL pode reduzir o lucro da distribuidora.

A característica sistêmica deste processo decisório de seleção de investimentos em projetos é o fator complicador. Por isso, este processo deve ser realizado de forma estruturada e através de um método robusto.

Conforme apontado por Keeney (1982) a complexidade do processo decisório não pode ser evitada, o que se deve fazer é procurar o método mais adequado a cada caso. O autor inclusive cita doze características que tornam o processo decisório complexo, como: Múltiplos Objetivos; Dificuldade de identificar boas alternativas; Intangibilidade; Diversos grupos impactados; Riscos e Incertezas; *Trade-offs*; entre outros.

Porém, Dean, Sharfman e Sharfman (1996) realizaram um estudo para avaliar a efetividade de um processo decisório estruturado e tiveram bons resultados desta análise. Eles pesquisaram 24 organizações de diversos setores e concluíram que a estruturação do processo decisório contribui para sua efetividade, os gestores que utilizaram métodos analíticos obtiveram melhores resultados, e as decisões somente por forças políticas não mostraram bons resultados.

Para aumentar a robustez do processo decisório de seleção de projetos de investimentos, diversos autores realizaram pesquisas visando à aplicação de métodos financeiros e de pesquisa operacional para estruturar este processo decisório.

No caso exemplificado por este estudo, uma empresa distribuidora de energia elétrica deseja selecionar projetos de investimentos. Como pano de fundo ela possui indicadores de qualidade de serviço e de produto regulados pela ANEEL que serão impactados por estes projetos. Isso fornece a característica multiobjetivo ou multicritério do processo decisório.

Dado que nosso problema de pesquisa se caracteriza por um processo de seleção de projetos para atingir metas de indicadores, foi selecionada a técnica de pesquisa operacional de Programação por Metas ou *Goal Programming*. Esta técnica é originada na Programação linear e permite utilizar variáveis binárias para selecionar quais projetos serão executados buscando a maximização de diversos objetivos, sendo este objetivos as metas dos indicadores de qualidade de serviço e redução de perdas técnicas e comerciais.

Na aplicação deste estudo foi desenvolvido um simulador para seleção de projetos de melhoria da qualidade do serviço e redução de perdas técnicas e comerciais. Este simulador, visa apresentar a aplicabilidade do método aqui proposto, bem como avaliar as possíveis análises, por exemplo, a prever os resultados dos indicadores anteriormente à execução dos projetos, auxiliar à gestão orçamentária desta decisão, avaliar os *trade-offs* da decisão.

1.1 Pergunta de Pesquisa

Dada a complexidade da gestão de projetos no contexto das empresas distribuidoras de energia elétrica, como prever a relação dos recursos financeiros investidos em projetos e as metas dos indicadores operacionais?

1.2 Objetivos

Trata-se de uma proposta de modelo estruturado de um processo decisório para seleção de projetos de investimentos baseado em alcance de metas quantitativas.

1.2.1 Objetivo geral

Propor um método que, através da ponderação das metas dos indicadores de qualidade e eficiência, selecione os projetos a serem investidos minimizando o gasto orçamentário.

1.2.2 Objetivos específicos

Desenvolver um método que:

- a) Apóie a decisão para gerar portfólios específicos dependendo do cenário e ponderação dos indicadores;
- b) Apóie as estratégias operacionais e permita a análise de *trade-offs* dos projetos;
- c) Torne transparente e clara, para os gestores e acionistas, a decisão de seleção de projetos de investimentos.
- d) Construir um simulador para aplicar o método aqui proposto e apresentar os ganhos analíticos da utilização desta proposta de processo decisório.

1.3 Justificativa

As empresas distribuidoras de energia elétrica, por serem regulamentadas pela ANEEL, possuem sua tarifação e por conseqüência sua lucratividade extremamente relacionadas aos indicadores de qualidade de produto e serviço. Assim, os indicadores e metas operacionais de qualidade são claros e quantitativos.

Porém esta decisão é complexa, pois para atingir as metas destes indicadores as distribuidoras devem selecionar projetos de investimentos, os quais impactam mais de um indicador, consomem investimento e aumentam as despesas recorrentes.

Balancar esta decisão é uma atividade que deve ser realizada de forma estruturada e através do método correto para este caso. Os modelos propostos até o momento não avaliam os indicadores operacionais, a perspectiva avaliada se limita as questões orçamentárias, indicadores financeiros e riscos envolvidos.

1.4 Organização do trabalho

O Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica inicia apresentando a evolução do Sistema Elétrico Brasileiro relacionando os aspectos sócio-econômicos que ocorreram para que a configuração atual fosse apresentada, e os motivos pelos quais hoje possuímos um Sistema Integrado de Energia Elétrica. Em seguida é apresentado o modelo operacional e regulatório das distribuidoras de energia elétrica e os indicadores pelos quais elas são reguladas pela ANEEL. Finalizando este capítulo são introduzidos os temas Seleção de projetos e Processo

Decisório e Programação Por Metas, para relacionar estes assuntos à problemática apresentada neste estudo.

O Capítulo 3 – A Método Proposto elucida os conceitos em torno da modelagem de programação por metas aplicada ao processo decisório de seleção de projetos, bem como, as equações matemáticas que foram criadas para construção do modelo de programação por metas e seu processo de implantação.

No Capítulo 4 – Desenvolvimento do Simulador é apresentado o simulador criado para aplicar o método desenvolvido neste estudo. Inicialmente discorre sobre a operacionalização do mesmo, as decisões que o gestor deve tomar ao gerar um cenário, os relatórios analíticos dos resultados obtidos, e finaliza com exemplos de análise de cenários e uma breve proposta das etapas de utilização.

Por último o Capítulo 5 – Conclusão comenta a implicação da utilização de um simulador neste processo decisório, apresenta alguns temas para futuras pesquisas e a universalidade do método.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo inicia com a apresentação do modelo funcional do Sistema Elétrico Brasileiro avaliando as decisões e estruturas de 1950 até o presente momento, esta perspectiva histórica discute principalmente a necessidade e justificativas da criação da ANEEL e do Sistema Interligado Nacional. Em seguida inicia a discussão sobre o funcionamento e papéis das Concessionárias Distribuidoras de energia elétrica, bem como seu modelo de regulação e a definição dos indicadores monitorados pelas concessionárias e a ANEEL.

Para introduzir e conceituar o processo decisório de projetos de investimento, este capítulo, apresenta os conceitos básicos de: projeto, programa e portfólio. Também são avaliados os conceitos e problemáticas envolvidos no processo decisório, e suas formas de minimização da complexidade. Este capítulo finaliza realizando uma revisão e discussão dos processos de seleção de projetos e aprofundamento no método de otimização denominada programação por metas, utilizada neste estudo.

2.1 A história do Sistema Elétrico Brasileiro

O Sistema Elétrico Brasileiro foi definido pela intervenção do Estado desde o seu início, cumprindo um grande papel na política econômica e desenvolvimento do país. Avalia-se também a grande influencia da situação econômica no país e as decisões de curto, médio e longo prazo no setor elétrico.

Segundo Landi (2006), após a crise de 29 o Brasil que possuía uma forte dependência com o setor externo foi obrigado a construir uma política econômica voltada para o desenvolvimento do mercado interno. Para isso foram adotadas algumas medidas como: definição de políticas para excedentes e financiamentos de estoque; controle das importações para fortalecer o mercado interno; e aumento da taxa de câmbio. O resultado foi um processo de expansão industrial muito forte, ao avaliarmos a demanda por energia no Estado de São Paulo houve um aumento de 573,5% da década de 20 para a década de 40 (LIMA, 1984).

Preocupada com a falta de capacidade de o Setor Elétrico atender ao crescimento da demanda em 10 de julho de 1934 através do Decreto 24.643, a União se responsabiliza pela legislação e concessão de serviços públicos de energia.

Segundo Landi (2006) da década de 30 até a década de 50 o Brasil fez poucos investimentos no Setor Elétrico, faltando inclusive recursos para manutenção do sistema já implantado.

A partir de 1950, com a criação da Comissão Mista Brasil - EUA (CMBEU), o Brasil iniciou a formulação de programas de investimentos em todo o Sistema Energético, e teve como seus impulsionadores: a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE, entidade que financiava os investimentos no setor através da arrecadação de impostos; e Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE).

Porém foi o Plano de Metas em 1956, elaborado pelo presidente Juscelino Kubitschek, que efetivamente alavancou os investimentos e capacidade do Sistema Elétrico Brasileiro. Segundo Landi (2006) 43,3% dos investimentos foi alocado no setor energético. Em 1961, o Brasil tinha aumentado a sua capacidade instalada de energia elétrica em 46,6% em relação à 1956.

Em 1961 aumenta a participação do Estado na gestão do Sistema Elétrico. É criada a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás), responsável por todo planejamento de investimentos e operação, da geração à distribuição de energia. Para reforçar a capacidade de investimento do Setor Público foi implantado o Empréstimo Compulsório que reinvestia a arrecadação no setor. Com esta medida, houve uma diminuição da participação do capital privado no setor e aumento do capital público, o que mudou significativamente o arranjo Institucional do Setor.

Com a chegada do Regime Militar em 1964, foram realizadas uma série ações para aumentar a capacidade de investimento do Setor Elétrico como, por exemplo, a mudança tarifária, e como pano de fundo uma grande mudança na política monetária e reforma fiscal. Assim, verificou-se uma expansão de 142% na capacidade de geração de energia de 1963 para 1973, (LANDI, 2006).

De 1971 a 1974 ocorreram algumas mudanças estruturais no setor que são interessantes comentar neste trabalho:

a) Assinatura do Tratado de Itaipu, para a criação da entidade que construiria e operaria a Usina Hidrelétrica de Itaipu com capacidade instalada de 12.600 MW, e obrigatoriedade de aquisição desta energia pelas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Vale lembrar que em 1974 o Brasil possuía uma capacidade instalada de 17.500MW;

b) Reorganização do Grupo Eletrobrás em quatro concessionárias: Eletronorte, Chesf, Furnas e Eletrosul;

c) Instituição da RGG – Reserva Global de Garantia, instrumento que criou uma tarifa única de energia para todo o país, dividindo a receita entre as empresas superavitárias e as deficitárias. Assim, viabilizaria a expansão do Setor em regiões pouco desenvolvidas a um custo acessível.

Porém a política monetária neste período sofreu com as consequências da crise do petróleo em 1970. Desta forma, o governo decidiu implantar de 1975 a 1979 o II Plano de Desenvolvimento, um plano ousado de Investimentos. Segundo Landi (2006), neste momento houve uma inversão das proporções entre investimentos internos e externos, a captação de recursos externos teve um papel fundamental nesta fase.

O contexto econômico no qual o Brasil se colocou nos anos 70 foi descrito por Landi (2006, p.89).

Em final da década de 70, entretanto, o segundo choque do petróleo e a alta dos juros internacionais revelaram o esgotamento dessa capacidade de endividamento, acelerando o processo de estrangulamento econômico-financeiro do setor público. Nesse ambiente, diversas medidas foram implementadas visando administrar a crise financeira interna e externa do setor público e do balanço de pagamentos, subordinando as diversas esferas administrativas às exigências da política macroeconômica.

Como resultado não houve alteração estrutural no setor elétrico significativa durante a década de 80.

2.1.1 O novo modelo do Setor Elétrico Brasileiro

A partir de 1993 ocorreram grandes alterações estruturais no Setor Elétrico Brasileiro. Iniciou com a Lei nº 8.631, que eliminou a equalização tarifária e definiu modelos de contratos de suprimentos entre os geradores de energia e os distribuidores, mudando o regime de distribuição da receita das Empresas superavitárias para as deficitárias.

Em 1995, criou-se a figura do Produtor Independente de Energia e Consumidor Livre, dando maior liberdade ao mercado. Em 1996 o Ministério de Minas e Energia criou o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB), o desdobramento deste plano foi:

- a) A desverticalização das empresas de energia e segmentação nas seguintes atribuições: Geração, Transmissão e Distribuição;

- b) Fomentar a concorrências entre as empresas de Geração e Comercialização de energia, e um mercado de compra e venda de energia;
- c) Regularas operações das empresas de distribuição e transmissão;
- d) Criação da ANEEL, e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Com estas ações implantadas o papel da Eletrobrás como gestora do Setor Elétrico foi minimizado, transferindo muitas de suas responsabilidades para a ONS, ANEEL e MAE. E foi no final da década de 90 que iniciou a onda de privatizações no setor elétrico.

Após a crise no Setor Elétrico em 2001, o então presidente Fernando Henrique Cardoso instituiu a Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica que produziu o “Relatório Kelmann”, com o objetivo de avaliar os motivos para os problemas do Setor Elétrico. Segundo Landi (2006) estes foram os principais fatores identificados:

| | |
|--|--|
| Ineficácia na ação governamental | <ul style="list-style-type: none"> • Agilização da atuação do CNPE para garantir eficácia da ação intragovernamental. • Fortalecimento da capacidade de ação do MME/Secretaria de Energia/CCPE. • Aperfeiçoamento e valorização do contrato de gestão entre ANEEL e MME. • Criação de um processo de licenciamento ambiental e de planejamento da utilização dos recursos hídricos articulado entre MME e MMA. • Revisão e consolidação da legislação do setor. |
| Insuficiência de ação preventiva para evitar racionamento de grande profundidade | <ul style="list-style-type: none"> • Criação de procedimentos para diferentes níveis de “sinais de alerta” do ONS para o MME em função do nível de esvaziamento e das condições hidrológicas previstas. • Definição de responsabilidades entre ANEEL, MME e ONS com relação à programação de obras e projeção de demanda, usados em estudos de confiabilidade. • Criação de um procedimento de restrição progressiva da oferta de energia hidrelétrica e/ou aumento de tarifa à medida que os reservatórios do sistema esvaziem. • Adoção de uma função de custo de déficit por patamares de profundidade. |
| Falta de reserva de segurança para atendimento da demanda em situação de crise | <ul style="list-style-type: none"> • Exame da possibilidade de usar encargos por capacidade para aumentar o nível de confiabilidade do sistema. • Exame da remoção das dificuldades que ainda retardam a implementação das usinas de gás. |
| Insuficiência dos Programas de conservação de energia | <ul style="list-style-type: none"> • Revitalização do PROCEL e outros programas e medidas de conservação de energia competitiva com a geração. |
| Insuficiência nos sinais econômicos para viabilização de investimentos | <ul style="list-style-type: none"> • Revisão de critérios e periodicidade de cálculo dos certificados de energia assegurada das usinas hidrelétricas e dos limites de contratação para termelétricas, levando em consideração à dinâmica do uso múltiplo dos recursos hídricos. • Criação de um ambiente regulatório estável, claro e conciso, em particular no que se refere ao VN, à revisão tarifária e ao repasse de custos não gerenciáveis. • Aumento do requisito mínimo de contratação para as distribuidoras. |
| Insuficiência nos sinais econômicos para viabilização de investimentos | <ul style="list-style-type: none"> • Liberação compulsória de grandes consumidores. • Exame de impacto dos consumidores livres no planejamento econômico-financeiro das Distribuidoras. • Estabelecimento de compensações financeiras para consumidores não atendidos dentro das obrigações contratuais. • Revisão de rateios e subsídios cruzados. |

Continua...

conclusão.

| | |
|---|---|
| Ineficácia correção na de falhas de mercado | <ul style="list-style-type: none"> • Formação de catálogo de projetos hidrelétricos e térmicos, já com estudos de dimensionamento, localização e permissões ambientais para serem oferecidos aos investidores. • Definição de ações do Governo, nos casos em que for identificada uma situação de alerta, para licitação ou contratação emergencial. • Exame do papel do Governo como comprador de última instância de energia produzida por usinas de interesse estratégico. • Aperfeiçoamento do planejamento indicativo de geração, cotejando com a experiência internacional. |
|---|---|

Quadro 1 - Sumário dos principais problemas apontados no Relatório Kelmann e os temas que deveriam ser investigados.

Fonte: Landi, 2006, p.130

Como resultado, este relatório identificou que a maior responsabilidade dos problemas ocorridos em 2001 não foi o problema da estiagem, o fator de maior impacto eram as decisões estruturais do setor que permitiram o descontrole do setor e por conseqüência problemas operacionais e de capacidade produtiva.

Desta forma o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico elaborou um plano de ação publicado em Janeiro de 2002 denominado “Relatórios de Progresso”, visando uma reestruturação em todo o Sistema Elétrico Brasileiro. No total foram elaboradas 33 ações centralizadas em 8 objetivos:

- a) Normalizar o funcionamento do setor, através de medidas de curto prazo;
- b) Fortalecer o mercado, reforçando os instrumentos de competição nos setores de geração e comercialização para consumidores livres;
- c) Assegurar a expansão da oferta de energia, de maneira a suprir a demanda em termos estruturais;
- d) Interface entre Mercado e Setores Regulados, visando assegurar a passagem de sinais econômicos adequados do setor regulado para o competitivo;
- e) Monitorar a confiabilidade de suprimento, criando sinais de alerta com relação a riscos de suprimento a curto (2 anos) e médio (3 a 6 anos) prazos, de maneira a desencadear, em caso de necessidade, medidas de contenção por parte do MME/CNPE;
- f) Defesa da concorrência, através de ações que visem prevenir o exercício do poder de mercado por parte dos agentes;
- g) Realismo tarifário e defesa do consumidor, com o objetivo de melhoria do serviço prestado com tarifas aderentes aos custos;
- h) Aperfeiçoamento das instituições, visando reforçar a eficácia e a transparência de atuação dos agentes institucionais do setor.

A partir de 2004 iniciou a implementação do novo modelo do setor elétrico com a criação de novas instituições. Para garantir o planejamento de longo prazo foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico para avaliar a relação de oferta e demanda de energia, e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica para regular as atividades e compra e venda de energia elétrica. Também houve uma grande alteração no modelo de compra de energia, porém este assunto será abordado no item a seguir. Na Quadro 2 é apresentado um resumo das instituições participantes do Setor Elétrico após a implementação do novo modelo.

| | |
|--|--|
| Ministério de Minas e Energia | avaliar as condições de abastecimento e de atendimentos; realizar periodicamente a análise integrada de segurança de abastecimento e de atendimento; identificar dificuldades e obstáculos que afetem a regularidade e a segurança de abastecimento e expansão do setor; e elaborar propostas para ajustes e ações preventivas que possam restaurar a segurança no abastecimento e no atendimento elétrico. |
| ANEEL | defesa da concorrência; coibir a concentração de mercado; previsão de estabelecimento de convênios no Brasil; promoção de licitações na modalidade de leilão, para a contratação de energia elétrica pelos Agentes de Distribuição do Sistema Interligado Nacional (SIN). |
| ONS - Operador Nacional do Sistema | coordenação do setor elétrico buscando regular o acesso à rede de transporte de energia elétrica causado pela concorrência no setor. |
| CNPE - Conselho Nacional de Política Energética | vinculado à Presidência da República, órgão de assessoramento cuja função é propor ao presidente da República políticas nacionais e medidas específicas com o objetivo de promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos, assegurar que o suprimento de recurso energéticos chegue a todo o País e estabelecer diretrizes para programas específicos considerando as diversas fontes de energia. |
| CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico | Monitoramento das condições de atendimento e recomendações de ações preventivas para garantir a segurança do suprimento. |
| CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica | viabilizar a comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional nos ambientes de contratação regulada e livre, além de efetuar a contabilização e a liquidação financeira das operações realizadas no mercado de curto prazo. |
| ANA - Agência Nacional de Águas | órgão responsável pela implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Cabe a esta agência definir as condições de operação em reservatórios de aproveitamento hidrelétricos por agentes públicos e privados, em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico. |
| EPE - Empresa de Pesquisa Energética | realização de estudos e projeções da matriz energética brasileira, execução de estudos que propiciem o planejamento integrado de recursos energéticos, desenvolvimento de estudos que propiciem o planejamento de expansão da geração e da transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos, realização de análises de viabilidade técnico-econômica e sócio-ambiental de usinas, bem como a obtenção da licença ambiental prévia para aproveitamentos hidrelétricos e de transmissão de energia elétrica. |

Quadro 2 – Lista parcial de instituições atuantes no Setor Elétrico Brasileiro

Fonte: Autor “adaptado de” Gastaldo, 2009, p. 28

Estas são as instituições que compõem a estrutura do Setor Elétrico Brasileiro atualmente. Operacionalmente o Brasil é dividido em empresas que geram energia, as Geradoras; empresas que transmitem a energia das usinas às subestações, as Transmissoras; e empresas que distribuem energia das subestações aos Consumidores, as Distribuidoras.

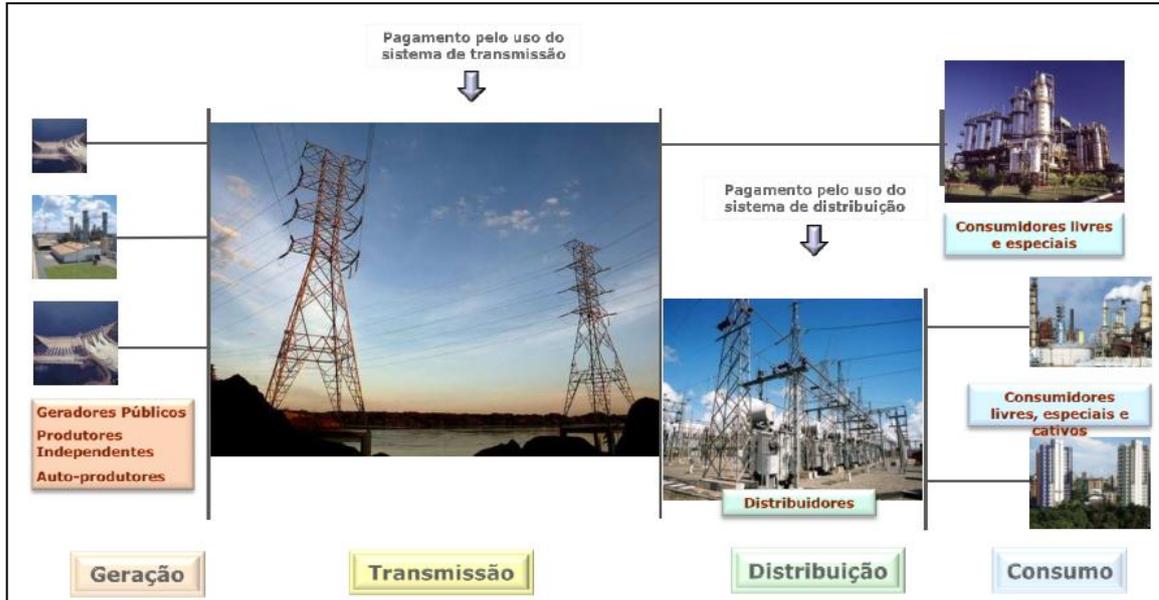


Figura 1 – Funcionamento do Sistema Elétrico
 Fonte: CCEE, 2010, p.11

O Sistema Interligado Nacional (SIN), ele é formado pelas empresas que compõe os sistemas de geração e transmissão de energia elétrica das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da Região Norte. Como característica é formado por um sistema hidrotérmico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas, interligadas por linhas de alta tensão. O SIN representa em torno de 97% da produção total de energia no país, os outros 3% são gerados em sistemas isolados.



Figura 2 – Mapa do Sistema Elétrico
 Fonte: CCEE, 2010, p.6

Segundo o último relatório da ONS as Usinas Hidrelétricas são responsáveis por 81,97% da energia gerada no Brasil, 15,2% é gerada por Usinas Térmicas, 2,19% por Usinas Termonucleares e 0,64% por outras fontes como Biomassa e Eólica.

2.2 As Distribuidoras de energia

Segundo a ANEEL (2010c) as concessionárias distribuidoras de energia podem ser estatais ou privadas. Esse mercado é formado por 64 empresas, abrangendo todo o país. Naquelas de controle privado pode haver grupos estrangeiros no controle, como portuguesas, espanholas e norte-americanas, bem como grupos nacionais. Nas concessionárias de controle estatal esse pode ser tanto federal, como estatal ou municipal. Tal rede de 64 empresas consegue atender 47 milhões de unidades consumidoras, sendo 85% dessas unidades formadas por consumidores residenciais distribuídos em mais de 99% dos municípios brasileiros.

O fluxo de transporte de energia elétrica ocorre da seguinte forma: após a energia ser gerada nas usinas, ela é transmitida até as subestações em tensões de 88kV e 750 kV. Nas subestações a tensão é rebaixada e distribuída para os consumidores finais (indústrias e comércios de 2,3kV a 88kV; residências 127V e 220V). A operação das Distribuidoras inicia na subestação e termina na ligação do ponto para o cliente. Fazem parte do Sistema de Distribuição as linhas, subestações e transformadores. Na Figura 3 é possível verificar um desenho deste fluxo.



Figura 3 – Fluxo de Energia até o consumidor final
Fonte: Saint's, 2010, p.1

As unidades consumidoras atendidas pela rede de distribuição são agrupadas em dois níveis de tensão:

Grupo A: fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV

- a) A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) A2: tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) A3: tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) A3a: tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) A4: tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV.

Grupo B: fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV

- a) B1: residencial: residencial baixa renda;
- b) B2: rural: cooperativa de eletrificação rural: serviço público de irrigação;
- c) B3: demais classes;
- d) B4: iluminação pública.

A geração e distribuição de energia elétrica à população brasileira é um dever do Estado. Porém, sendo este processo de características muito complexas e também, sendo o Brasil um país de dimensões continentais, o Estado oferece á empresas privadas e públicas, por meio de contrato, a concessão da distribuição da energia elétrica.

Desta forma, as empresas distribuidoras têm o dever de receber a energia das empresas geradoras, as usinas, e disponibilizá-la à população consumidora.

Desde 2004, tanto o Estado quanto as empresas concessionárias tem regulamentação legal específica pra seguir, resultado de longo estudo que começou no governo de Fernando Henrique.

Assim, as empresas devem atuar nos limites dos direitos e deveres estabelecidos nos ordenamentos legais pré estabelecidos seja com o objetivo de aumentar lucros e ter mais espaço no mercado, seja para melhorar seu sistema de trabalho e a prestação de serviços à população.

Todos os movimentos de uma concessionária devem estar pautados na lei. Ela deve sim buscar mais espaço no mercado capitalista, porém, sem esquecer seus deveres perante o consumidor.

Para que tudo aconteça perfeitamente, foi criado um órgão regulamentador e fiscalizador, uma autarquia, não só da transmissão de energia elétrica como também da produção e comercialização da mesma, a ANEEL. As distribuidoras de energia participam de leilões pra a compra de energia das empresas geradoras sendo impedidas aquelas de comprar de empresas de seu mesmo grupo.

Em 1996, quando a ANEEL começou seu trabalho havia cerca de 21 interrupções no serviço de distribuição de energia ao ano, totalizando 26 horas por ano que o consumidor ficava sem energia elétrica. Para diminuir esses números a ANEEL utilizou de métodos mais preventivos do que punitivos. Sempre dentro de um ambiente de fiscalização, orienta seus agentes para garantir um serviço cada vez mais seguro e sem falhas. Esse método vem dando certo já que os números atuais caíram para 14,8 interrupções anuais, totalizando 18 horas por ano sem energia (ANEEL, 2010d).

Em 2008 foi promulgada a resolução 345 da ANEEL. Ela cria o PRODISP. Isto é, cria uma série de regulamentos a serem seguidos para estabelecer normas de serviço, segundo determinado modelo técnico.

O intuito é que as empresas distribuidoras de energia sigam um sistema padrão para suas atividades e assim melhorem os fatores determinantes da sua produtividade, da sua segurança, da sua eficácia e qualidade da distribuição de energia. Inclusive melhorem seus procedimentos de expansão. Com esse novo regulamento a ANEEL pode controlar e regular todas as operações sob sua competência.

Assim, trata-se o PRODISP de um conjunto de normas que visam disciplinar a relação entre as distribuidoras, os consumidores em geral, a ANEEL (principalmente no que tange ao fluxo de informações), e as empresas geradoras de energia.

As empresas que estão vinculadas ao PRODISP e portanto tem que respeitá-lo são: as concessionárias de distribuição, seja pública ou privada, os clientes interligados ao sistema de distribuição, agentes importadores e exportadores de energia elétrica, centrais geradoras ligadas as redes de distribuição e cooperativas de eletrificação, consideradas consumidores de energia elétrica.

Criou-se, dessa forma vários tipos de indicadores de controle, quais sejam, de qualidade, de expansão, de eficiência, etc. Mas também indicadores que a ANEEL pode fazer uso para avaliar e controlar a expansão econômica e comercial de cada concessionária sob sua gestão.

O procedimento de controle estabelecido para avaliar a qualidade do serviço é simples. Toda vez que ocorre alguma interrupção no fornecimento de energia, isto é, falha na transmissão, esse dado é enviado diretamente à ANEEL. Esses dados são processados e por meio do resultado a ANEEL avalia as Distribuidoras.

A SFE (Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Eletricidade) utiliza esse sistema para acompanhar a qualidade do serviço. Pode também promover auditorias sobre os dados fornecidos pelas concessionárias. Os indicadores calculados pelo Sistema são: os de

interrupção (DEC, FEC, DIC e FIC) relativos à duração e à frequência das interrupções, por conjunto de consumidores e por consumidor individual; e os de níveis de tensão (DRP, DRC e ICC) relativos à ocorrência da entrega de energia ao consumidor com tensões fora dos padrões de qualidade definidos pela ANEEL (ANEEL, 2010e).

Esses dados são avaliados nas diferentes áreas das concessionárias e geram uma informação final à ANEEL.

Uma das formas da ANEEL forçar as concessionárias a melhorar seus procedimentos de distribuição de energia, sua tecnologia e sua manutenção, tanto de equipamentos quanto de pessoas, é reduzir ano a ano os limites aceitáveis da DEC e FEC.

Toda essa gama de empresas ligadas à geração e distribuição de energia necessita de uma grande rede de procedimentos e equipamentos para que isso torne possível seu objetivo.

Fisicamente há um complexo sistema de equipamentos ligados uns aos outros, da geração até a distribuição final ao consumidor, que acabam por propiciar perdas de energia. Mesmo com uma manutenção regular o tempo de uso acaba por gerar desgaste nos equipamentos e portanto, aumenta a perda de energia na transformação.

Há também problemas com as medições de energia. Muitas vezes o consumidor altera os medidores e também pode ocorrer burla ao sistema como um todo ocorrendo interrupções nos marcadores de energia consumida.

Há ainda, como fator de perda de energia, a potência dos equipamentos usados pelo consumidor final.

Para evitar ou diminuir ao máximo tudo isso as empresas envolvidas dispõem de grande investimento para melhorar sua tecnologia, manutenção e fiscalização de seus medidores e instalações, afim de detectar possíveis falhas ou fraudes.

Porém, vários são os problemas encontrados tais como chuvas, ventos e todas as intempéries da natureza, também a própria população, devido a problemas de cunho social entre outros acabam atrapalhando a manutenção dos equipamentos e com isso propiciam uma maior perda de energia na transformação. As perdas chegam até 20% do faturamento anual das distribuidoras.

Em vista disso, além de todo o trabalho já feito para manutenção dos equipamentos e melhora da tecnologia afim de perder-se cada vez menos energia, as distribuidoras também tentaram educar a população com relação ao perigo que é fraudar a rede elétrica e estimulam as áreas ilegais a legalizarem-se.

Portanto um dos grandes desafios das distribuidoras de energia é realizar investimentos e despesas que contribuam para a manutenção da qualidade do produto e do serviço prestado, mitigação de riscos operacionais e redução perdas técnicas e comerciais.

2.2.1 Indicadores de qualidade e eficiência das distribuidoras

As distribuidoras de energia devem monitorar a qualidade do produto e do serviço prestado aos consumidores.

Os indicadores de qualidade do produto estabelecem os parâmetros e valores referentes à conformidade da tensão em regime permanente e às perturbações na onda de tensão. Segundo a ANEEL (2010b) os indicadores de qualidade do produto são:

- a) Medições ANEEL – Número de medições amostrais em unidades consumidoras, conforme sorteio periódico realizado pela ANEEL, realizadas para verificação do nível de tensão de fornecimento, conforme estabelecido na Resolução 505 da ANEEL;
- b) Reclamações de Consumidores (OS 34) – Número de medições amostrais em unidades consumidoras, conforme solicitação do consumidor, realizadas para verificação do nível de tensão de fornecimento, conforme estabelecido na Resolução 505 da ANEEL;
- c) Percentual de limite crítico violado – Número percentual de consumidores que estão com tensão de fornecimento em níveis críticos, conforme estabelecido na Resolução 505 da ANEEL;
- d) Percentual de limite precário violado – Número percentual de consumidores que estão com tensão de fornecimento em níveis precários, conforme estabelecido na Resolução 505 da ANEEL;
- e) Compensações Pagas – Corresponde ao valor total, em Milhões de Reais (R\$ MIL), das compensações pagas aos consumidores por violação dos indicadores de nível de tensão de fornecimento, conforme estabelecido na legislação vigente.

Os indicadores de qualidade do serviço estabelecem os limites relativos a continuidade do serviço prestado e os tempos de atendimento aos consumidores finais e às distribuidoras acessantes. Segundo ANEEL (2010b) eles são mensurados mensalmente e os principais indicadores apurados são:

- a) TMA – Tempo médio de atendimento às ocorrências: mede o tempo médio total de atendimento às ocorrências, considerando os tempo de preparação (comunicação, dimensionamento da equipe e fluxos de informação), tempo de deslocamento (eficácia da localização geográfica) e tempo de execução (eficácia do restabelecimento do fornecimento de energia).
- b) DIC – Duração de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão, a unidade de avaliação é horas e centésimos de hora total
- c) FIC – Freqüência de interrupção individual por unidade consumidora ou por ponto de conexão, a unidade de avaliação é número total de interrupções
- d) DMIC – Duração máxima de interrupção contínua por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão, a unidade de avaliação é horas e centésimos de hora total
- e) DEC – Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora. Mede a média do tempo em que o consumidor final ficou privado do serviço, sua unidade de avaliação é expressa em horas e centésimos de hora.
- f) FEC – Freqüência equivalente de interrupção por unidade consumidora. Mede a média de vezes em que o consumidor final ficou privado do serviço, sua unidade de avaliação é expressa em número de interrupções.
- g) Conjuntos Transgredidos – Corresponde à soma de conjuntos que tiveram violação da meta mensal, trimestral ou anual do DEC e/ou do FEC, de acordo com a Resolução 662/2003 da ANEEL;
- h) Compensações Pagas – Corresponde ao valor total, em Reais (R\$), das compensações pagas aos consumidores por violação dos indicadores individuais de DIC, FIC e/ou DMIC;
- i) Penalidades Pagas – Corresponde ao valor total, em Reais (R\$), das penalidades aplicadas pela ANEEL devido à transgressão dos indicadores de DEC e/ou FEC em conjuntos.

Além dos indicadores de qualidade de produto e serviço a ANEEL sugere que as empresas distribuidoras de eletricidade controlem dois indicadores de perda de energia, que neste estudo serão chamados de indicadores de eficiência.

Segunda ANEEL (2010a) a perda de energia pode ocorrer de duas formas. A perda técnica é aquela que ocorre sob responsabilidade da distribuidora, ou seja, pela qualidade de sua rede de distribuição e dos transformadores, a ANEEL fornece a metodologia para o cálculo desta perda. A perda não-técnica ou perda comercial é aquela que ocorre pela

ocorrência de ligações clandestinas ou adulterações de leituras por parte dos usuários, a ANEEL também sugere uma metodologia para o cálculo desta perda.

Para a execução do modelo deste estudo foram escolhidos sete dos indicadores apresentados acima, porém não há nenhuma limitação para que todos os indicadores sejam inseridos no modelo de seleção de projetos. Os indicadores escolhidos estão apresentados na quadro 3:

| INDICADORES | UNIDADE |
|-------------------------------|------------|
| DEC | horas |
| FEC | frequência |
| Compensação (DIC/FIC) | MRS |
| Perda Técnica | % |
| Perda comercial (Em. req. BT) | % |
| Compensação (Nível de Tensão) | MRS |
| TMA | Min |

Quadro 3 – Indicadores utilizados neste estudo
Fonte: Autor

2.3 Projetos, seleção de projetos e o processo decisório

Como foi apresentado anteriormente, para que as distribuidoras de energia elétrica possam alcançar seus objetivos de qualidade de serviço, produto e eficiência, anualmente são elaborados projetos de investimentos que contribuem para cada um dos indicadores apresentados no item anterior. A decisão de qual projeto será executado reflete diretamente nos resultados operacionais e financeiros atingidos pelas distribuidoras de energia elétrica.

Para que fique mais clara a aplicação do método proposto neste estudo, é importante definir alguns conceitos sobre projetos, programas, portfólio, seleção de projetos e o processo decisório.

Segundo o Project Management Institute (PMI) (2008), conforme publicado em seu guia de melhores práticas em gestão de projetos (PMBOK), “projeto é um empreendimento temporário executado para gerar um único produto, serviço ou resultado”. O termo temporário significa que um projeto possui um início e um fim, porém não necessariamente de curta duração. O termo único reflete a característica particular dos produtos, serviços e resultados

gerados por projetos, ou, características que os que diferenciam dos produtos, serviços e resultados já produzidos ou alcançados.

O ambiente de gestão de projetos foi categorizado em processos de gestão para uma melhor execução e controle dos projetos. Desta forma, o PMI dividiu a gestão de Projetos nas seguintes áreas de conhecimento:

- a) Gerenciamento de integração do projeto;
- b) Gerenciamento do escopo do projeto;
- c) Gerenciamento de tempo do projeto;
- d) Gerenciamento de custos do projeto;
- e) Gerenciamento da qualidade do projeto;
- f) Gerenciamento de recursos humanos do projeto;
- g) Gerenciamento das comunicações do projeto;
- h) Gerenciamento de riscos do projeto;
- i) Gerenciamento de aquisições do projeto.

Um programa é um conjunto de projetos que buscam objetivos relacionados e que devem ser gerenciados em conjunto para um melhor alcance dos objetivos, por exemplo, uma organização pode juntar diversos projetos relativos à melhoria de qualidade da produção e denominá-lo programa de qualidade. Desta forma, os projetos que buscam os objetivos de melhoria de qualidade serão avaliados e gerenciados de forma integrada. Já um portfólio se refere a um conjunto de programas ou projetos que deverão ser gerenciados conjuntamente para aumentar a efetividade do alcance dos objetivos estratégicos da organização. A quadro 4 apresenta um quadro para diferenciação e melhor entendimento dos conceitos de projeto, programa e portfólio.

| | PROJETOS | PROGRAMAS | PORTFÓLIOS |
|----------------|--|---|--|
| ESCOPO | Os projetos têm objetivos definidos. O escopo é elaborado progressivamente durante o ciclo de vida do projeto | Os programas têm um escopo maior e proporcionam maiores benefícios | Portfólios têm um escopo de negócio que mudam os objetivos estratégicos da organização |
| MUDANÇA | Os gerentes dos projetos esperam algum tipo de mudança e implementam processos para manter a mudança gerenciada e controlada | O gerente do programa deve esperar que a mudança ocorra de dentro para fora, além de estar preparado para administrá-la | Os gerentes de portfólio monitoram constantemente as mudanças macroambientais |

Continua...

conclusão.

| | | | |
|---------------------------------|---|--|--|
| PLANEJAMENTO | Os gerentes de projeto elaboram progressivamente planos detalhados contendo informações de alto nível ao longo do ciclo de vida do projeto. | Os gerentes do programa desenvolvem o plano global e criam planos de alto nível para orientar um planejamento detalhado | Os gerentes de portfólio criam e mantêm os processos necessários, além de ser responsável pela comunicação do portfólio global |
| GESTÃO | Os gerentes de projeto gerenciam uma equipe para atender os objetivos do projeto | Os gerentes de programas gerenciam uma equipe do programa e o gerentes de projeto promovendo a visão e a liderança global | Os gerentes de portfólio podem gerenciar ou coordenar uma equipe de gestão de portfólio |
| SUCESSO | O sucesso é medido pelo produto e pela qualidade do projeto, além da pontualidade, determinações orçamentárias e o nível de satisfação do cliente | O sucesso é medido segundo o nível em que o programa satisfaz as necessidades e benefícios pelo qual o programa foi criado | O sucesso é mensurado em termos do desempenho global dos componentes do portfólio |
| MONITORAMENTO e CONTROLE | Os gerentes de projeto monitoram e controlam a produção dos produtos, serviços ou os resultados nos quais os projeto deve atender. | Os gerentes de programas monitoram o processo dos componentes para garantir as metas globais, cronogramas, orçamento e os benefícios que o programa pretende atingir | Os gerentes de portfólio monitoram o desempenho global e o comportamento dos indicadores |

Quadro 4 – Comparação entre Projeto, Programa e Portfólio de Projetos
 Fonte: Autor “adaptado de” PMI, 2008, p. 9

A seleção de projetos ocorre na gestão dos programas e/ou na gestão dos portfólios. Ela se torna um desafio para uma organização a partir do momento em que não há recursos disponíveis para a execução de todos os projetos, sejam eles recursos financeiros, humanos ou ativáveis (software, equipamentos, galpões, etc). Desta forma, os esforços acadêmicos, para uma melhor seleção de projetos, se direcionaram para o problema de alocação de recursos, com técnicas para planejamento e *scheduling* do caminho crítico (KELLEY, 1961) e (PHILIPS, MOHAMED, 1977), programação inteira para seleção de projetos e alocação de recursos (CUSHING, 1970) e (GOMORY, WILLIAM, 1960). Estas contribuições acadêmicas avaliavam somente a limitação dos recursos disponíveis, porém surgiu então a necessidade de se avaliar a qualidade do projeto e contribuição dos mesmos para os objetivos da organização. Logo, iniciaram as pesquisas para aplicação de metodologias multicritério para a seleção de projetos, porém antes de abordar estas aplicações é importante conceituar o processo decisório que as utiliza.

2.3.1 O processo decisório

Mintzberg, Raisinghani e Théorêt (1976) definem decisão como um compromisso com uma ação e processo decisório como um conjunto de ações e fatores dinâmicos que iniciam na identificação do estímulo para a ação e termina com um específico comprometimento com a ação.

No artigo “*Rational Decision Making in Business Organizations*”, Simon (1979) inicia citando Marshal (1920), que conceituava a economia como uma ciência psicológica que estuda a espécie humana no ambiente de negócios em que vivemos no dia a dia, onde são examinados parte de ações individuais e sociais, que em sua maioria estão ligadas com a obtenção e com o uso correto das ferramentas que são consideradas necessárias para um bem estar individual e social. Simon, também cita que a economia por um lado estuda a riqueza, mas por outro lado, considerado por ele o mais importante, estuda o homem e suas atitudes.

Segundo Simon (1979) ao menos que os fatores econômicos sejam de extrema importância para a tomada de decisões racionais no ambiente de organizações corporativas, esses fatores não são levados em consideração. Essa interpretação leva a crer que as teorias tomadas de decisão que levam em conta fatores econômicos, são tidas como grosseiramente incompatíveis com a realidade observada.

As teorias clássicas de tomadas de decisões econômicas fazem previsões bastante específicas em relação ao comportamento concreto do tomador de decisão. Teorias comportamentais fazem previsões extremamente diferentes. Ambas as teorias podem ser desfeitas quando testadas, se os seus resultados forem diferentes do que o observado sistematicamente no mundo real.

Alguns economistas afirmam que alguns fatos ocorridos no mercado levam a mesma situação, independentemente do método de decisão tomado. Por exemplo, se sua renda no mês diminui você terá de diminuir a quantidade que você gasta em pelo menos uma commodity.

A teoria clássica de tomada de decisão pode ser usada para situações onde a incerteza e o intuito não fazem parte da questão central, ou seja, pode ser usada para medir o comportamento dos tomadores de decisão em situações econômicas de certa estabilidade e quando a situação não estiver muito longe o equilíbrio competitivo (DEAN; SHARFMAN, J.; SHARFMAN M., 1996). Com isso, um forte modelo de tomada de decisão baseada totalmente na racionalidade começa a surgir para substituir o modelo clássico em situações de

instabilidade e incerteza, pois esses modelos que envolvem as teorias clássicas não foram criados para essas situações, e raramente apresentam resultados satisfatórios quando não em ambientes totalmente estáveis (FREDRICKSON; MITCHELL, 1984).

Teorias de decisões podem ser criadas não só para ajudar a construir fundamentos, e para tentar explicar fenômenos econômicos intrinsecamente interessantes, mas também para oferecer aconselhamentos diretos para tomadores de decisões tanto do setor privado, quanto do setor público.

Segundo Simon (1979), durante a segunda guerra mundial, o assunto de teorias de decisões, que estava praticamente abandonado, começou a ser utilizado por pesquisadores, matemáticos e estatísticos, que estavam preocupados com a logística e com a administração das operações militares. Foi criada a Ciência Administrativa, que utilizando fundamentos econômicos começou a criar ferramentas de otimização, programações lineares, que eram constantemente desenvolvidas, até o ponto da criação de sistemas que calculavam, através de calculadores e computadores, qual a melhor decisão a ser tomada. Essas decisões eram recomendadas levando em conta todas as informações que estavam disponíveis no mundo real. Porém, para obter uma solução ótima era necessário simplificar os fatores do mundo real levados em conta, mas mesmo assim era possível obter soluções satisfatórias utilizando as condições realistas do dia a dia.

Com o passar do tempo, o modelo de tomada de decisão baseado na racionalidade foi conquistando um razoável espaço no cenário econômico e na formulação de modelos de tomada de decisão para organizações corporativas. Esse fato ocorreu devido à estrutura formal desses modelos e pelo fato dos resultados que eles estavam dando ser compatíveis com o mundo real.

Com a aceitação desses modelos de tomada de decisão foram surgindo aprimoramentos e novas descobertas. Os modelos de teoria de decisão estatística, pesquisa operacional e o de teoria de jogo surgiam como novas ferramentas que aprimoravam esses modelos. Portanto, aplicando estas metodologias é possível entender a maioria dos mecanismos racionais humanos de tomada de decisão, e mais do que nunca, é possível entender como o homem usa seu processamento de informações para procurar alternativas para a resolução de um problema, para calcular conseqüências que certa decisão poderá ocasionar e encontrar soluções que satisfaçam a organização corporativa em que está inserido.

Segundo Keeney (1982) a complexidade do processo decisório não pode ser evitada, o que é possível fazer é utilizar as metodologias corretas para cada caso do processo decisório.

O autor propõe doze características interrelacionadas que contribuem para o complexo ambiente do processo decisório:

- a) Múltiplos Objetivos: É desejável atingir diversos objetivos ao mesmo tempo. Normalmente ao avaliar os objetivos devem ser alcançados resultados em diferentes questões simultaneamente como redução de custo, impacto ambiental, minimização de riscos operacionais, maximizar indicadores financeiros, entre outros. Porém, usualmente, não é possível atingir todos os resultados de forma efetiva com apenas uma alternativa;
- b) Dificuldade de identificar boas alternativas: Pelo fato de diversos fatores afetarem a busca por uma alternativa, o desenvolvimento de uma boa alternativa fica comprometido pelo entendimento da complexidade dos seus impactos.
- c) Intangibilidade: Muitas vezes as decisões possuem critérios intangíveis, bem como as alternativas possuem impactos intangíveis. A dificuldade de mensurar a importância destas questões no processo decisório podem ser um fator crítico para sua efetividade.
- d) Horizontes de longo prazo: As conseqüências de uma decisão podem ser avaliadas somente depois de um longo período, especialmente em casos como desenvolvimento de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento que podem durar de 5 a 20 anos. O impacto no longo prazo para o negócio deve ser avaliado.
- e) Diversos grupos impactados: Decisões importantes, usualmente, afetam grupos diversos que diferem em seus objetivos, atitudes e valores.
- f) Riscos e Incertezas: Normalmente não é possível prever todos os resultados de cada alternativa em um processo decisório. Isso pode ocorrer tanto por conta da má formulação do problema a que se deseja solucionar com a decisão, problemas com a formulação das alternativas do processo decisório, como também, reações do ambiente de negócios imprevisíveis com a coleta de informações e análise do objetivo.
- g) Riscos à vida: Em muitos casos, questões importantes e de grande influencia na decisão, como o risco à vida, podem fazer parte do processo.
- h) Multidisciplinar: As decisões são tomadas utilizando conhecimento em diversos campos, agregar e gerenciar o conhecimento de especialistas que possam contribuir de forma eficaz para o processo decisório não é uma atividade simples.

- i) Múltiplos decisores: Diferentes visões e conhecimentos devem ser relacionados nos casos onde o processo decisório é conduzido por mais de uma pessoa ou departamento.
- j) *Trade-offs*: Um aspecto de difícil mensuração e avaliação são os *trade-offs* de uma decisão, por exemplo, uma organização ao avaliar o volume de despesa com marketing e produção deve buscar a relação ótima entre estas duas questões interrelacionadas.
- k) Percepção ao risco: Em um processo decisório as pessoas envolvidas possuem diferentes percepções ao risco, este assunto deve ser endereçado na formulação das alternativas para garantir que os decisores estejam avaliando as alternativas sob a mesma perspectiva.
- l) Seqüência natural dos fatos: as decisões de hoje foram influenciadas pelas decisões e resultados do passado, bem com influenciarão as alternativas e decisões do futuro. Este aspecto é importante, pois, futuras opções serão avaliadas e interpretadas pela organização de forma relacional com as decisões atuais.

Dean, Sharfman e Sharfman (1996) pesquisaram a efetividade do processo decisório, em seu artigo eles avaliaram a relação entre os critérios estratégicos da decisão, a racionalidade do processo decisório, o comportamento político, o ambiente favorável, e a qualidade da implementação da decisão. A pesquisa foi realizada 24 organizações de diversas indústrias como eletrônica, aço, vestuário, pintura, revestimentos, calçados e química. Os resultados encontrados neste estudo são interessantes para demonstrar a importância deste estudo:

- a) A estruturação do processo decisório influencia na efetividade da decisão estratégica, mesmo em ambientes favoráveis e com alta qualidade de implementação a estruturação do processo decisório aumenta a efetividade da decisão;
- b) Gestores que coletaram informações e utilizaram ferramentas analíticas para tomarem suas decisões foram mais efetivos em suas decisões, comparados aos que não utilizaram;
- c) Os gestores que utilizaram sua força política para forçar o resultado do processo decisório foram menos efetivos no resultado da decisão.

Visto que o processo decisório possui características que o torna complexo, porém sua estruturação gera resultados mais efetivos, é importante apresentar neste estudo uma proposta de um processo decisório estruturado.

Segundo Bazerman (2004) tomada de decisão racional pode ser resumido em seis passos:

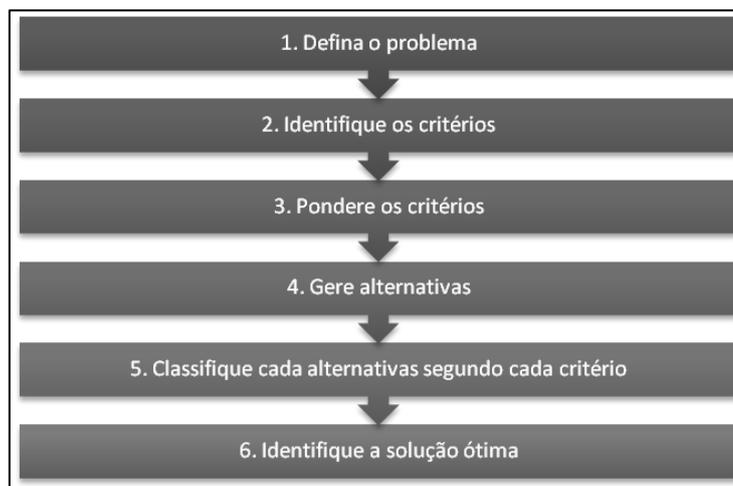


Figura 4 – Etapas do processo decisório
Fonte: Autor

A definição do problema é parece ser uma etapa simples, porém ocorrem situações nas quais as organizações confundem a definições dos problemas com os sintomas apresentados. Por exemplo, quando uma organização busca solucionar um problema de custo operacional, na realidade o custo é um sintoma de um problema e não o objeto a ser estudado.

O esforço para identificação dos critérios é importante, pois normalmente uma decisão visa atingir mais de um objetivo. É importante destacar a diferenças entre critérios de seleção e pré-requisitos, os critérios de seleção serão utilizados para avaliar as alternativas e selecionar dentre as alternativas qual ou quais são as melhores, um pré-requisito tem como objetivo selecionar quais alternativas são possíveis de ser avaliadas, por exemplo, o retorno positivo do investimento é considerado pré-requisito para a maioria das organizações.

Os critérios de uma decisão possuem importâncias relativas diferentes entre si. Desta forma, é relevante ponderar qual é peso de cada critério para que a decisão seja tomada. Muitas vezes a ponderação destes critérios pode ser realizada ao analisar os prós e contras das alternativas disponíveis, porém para que isso ocorra é necessário que as alternativas estejam definidas antes de se avaliar os critérios.

Gerar alternativas para alcançar os objetivos requer uma avaliação crítica dos possíveis resultados que poderão ser alcançados por cada uma das alternativas. Porém os recursos dedicados à busca destas alternativas devem ser limitados os resultados e prazos esperados.

Classificar cada alternativa segundo cada critério significa mensurar o impacto das alternativas nos critérios de decisão. Esta tarefa pode ser complicada, pois para avaliar este impacto é necessário realizar uma avaliação dos eventos futuros a execução da alternativa.

A identificação da solução ótima é realizada através da relação entre a ponderação de cada critério e a classificação de cada alternativa em cada critério.

Este processo linear decisório pressupõe a racionalidade do tomador de decisão (BAZERMAN, 2004), como o autor aponta, existem restrições quanto a este modelo algumas delas apresentada por Keeney (1982). O efeito da pressuposição da racionalidade no processo decisório não será aprofundado neste estudo.

2.3.2 Seleção de projetos

A aplicação de modelagem matemática para a seleção de projetos não é uma abordagem recente. Um dos primeiros trabalhos foi desenvolvido por Lockett e Freeman (1970) no qual aplicaram programação linear juntamente com simulação através de probabilidade, o objetivo era encontrar o melhor conjunto de projetos que melhor utilizassem os recursos e ao mesmo tempo trouxessem maiores benefícios para o decisor.

A seleção de projetos é um tema abordado por diversos autores. Duarte (2007) fez uma revisão dos diversos modelos de seleção de projetos e propôs a seguinte taxonomia:

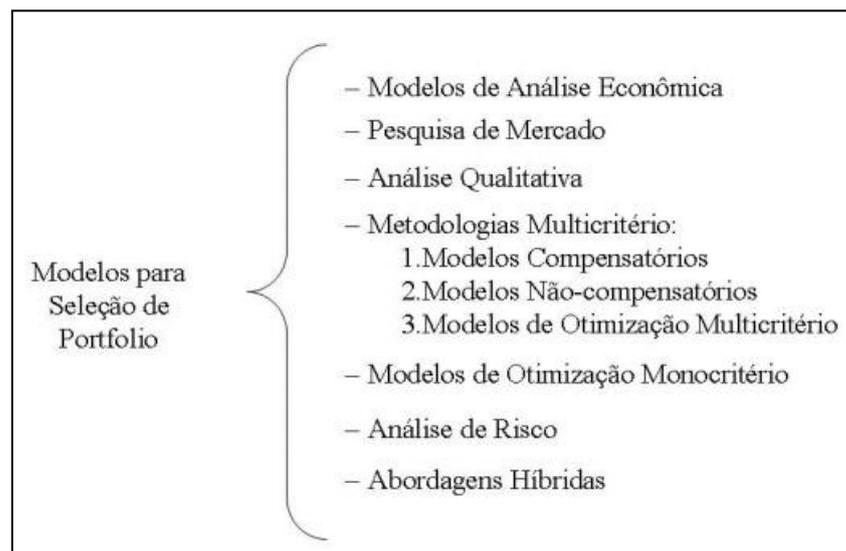


Figura 5 - Taxonomia proposta para modelos de seleção de projetos

Fonte: Duarte, 2007, p.12.

Esta proposta de taxonomia apresenta por Duarte (2007) foi realizada através da revisão dos trabalhos de Oral, Kettani e Lang (1991) e Archer e Ghasemzadeh (2004).

Os Modelos de Análise Econômica compreendem as técnicas que utilizam apenas estimativas de retorno financeiro como Valor Presente Líquido (VPL), Desconto em Fluxo de Caixa (DFC), Taxa Interna de Retorno (TIR), Retorno sobre Investimento (ROI), Retorno sobre Investimento Médio (RAI), Período de *Payback* (PBP) e Valor Esperado (VE).

Os métodos de Pesquisa de Mercado utilizam as projeções do mercado, por exemplo, previsão de vendas de novos produtos, para selecionar os projetos.

A Análise Quantitativa utiliza métodos de pouco rigor técnico para realizar a seleção de projetos, dentre os métodos está a Matriz de Portfólio que utiliza gráficos para realizar comparações de possíveis resultados entre os projetos.

Os Modelos Multicritério foram estratificados em três tipos de técnicas. Os modelos compensatórios envolvem a análise de *trade-off* entre os múltiplos critérios pelos quais os projetos são avaliados, dentre eles estão a Teoria de Utilidade Multiatributo e o Processo de Análise Hierárquica (AHP). Os modelos não compensatórios requerem uma avaliação consensual prévia dos decisores sobre as ponderações dos critérios, como exemplos de técnicas estão o ELECTRE e PROMETHEE. Os modelos de otimização multicritério são representados pelas técnicas que consolidam os critérios em uma ou mais funções objetivo, dentre as técnicas citadas pela autora estão: Programação Linear, Programação Não Linear, Programação Dinâmica, Algoritmos Genéticos, Agentes Inteligentes, entre outros).

Os modelos de otimização monocritério são relacionados os métodos multicritério porém com a diferença de que apenas um critério será maximizado ou minimizado.

Os métodos de Análise de Risco utilizam o risco como critério de seleção dos projetos, alguns dos métodos utilizados estão a Teoria da Decisão e Simulação de Monte Carlo.

A abordagem dos modelos Híbridos ocorre quando há uma combinação de dois ou mais métodos da lista citada anteriormente.

Na revisão das aplicações de métodos de modelagem matemática para seleção de projetos para distribuidoras de energia elétrica o trabalho mais consistente foi desenvolvido por Soncini (2008). A autora aplicou o modelo multicritério AHP com a seguinte estrutura:

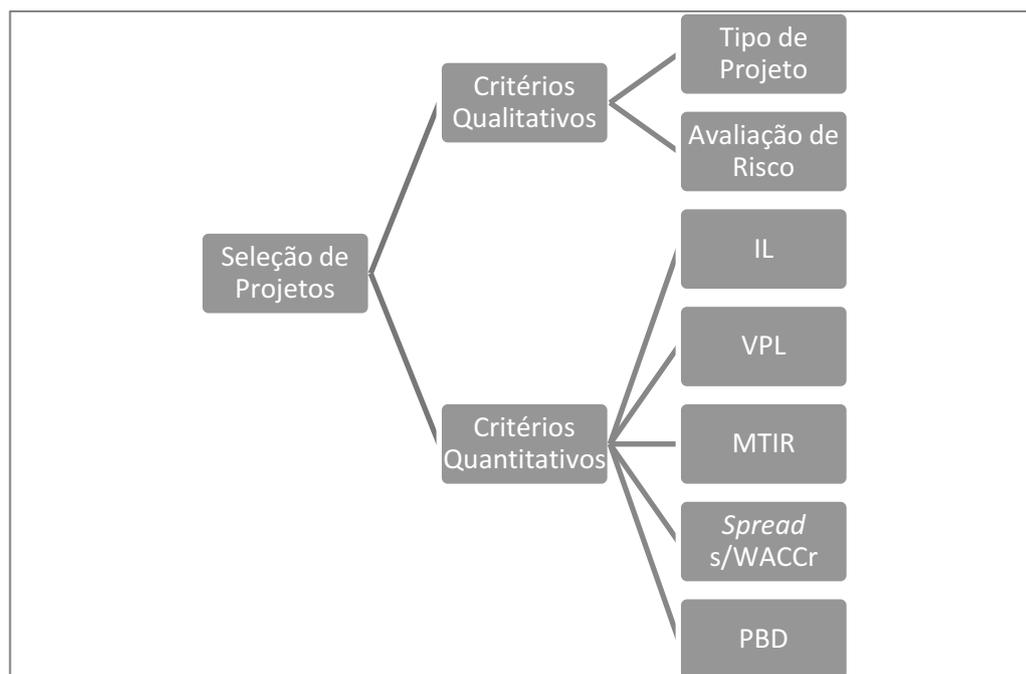


Figura 6 – Critérios de avaliação de projetos
 Fonte: Autor “Adaptado de” Soncini, 2008.

Apesar de se mostrar bem robusta a aplicação de Soncini (2008), o objetivo deste estudo é apresentar uma nova perspectiva para a seleção de projetos de investimento para empresas de distribuição de energia. Na proposta apresentada por Soncini (2008), não fica clara a contribuição da carteira de projetos para o alcance das metas estabelecidas pela ANEEL, assim este estudo visa utilizar a contribuição dos projetos para o alcance das metas dos indicadores estabelecidos pela ANEEL para selecionar quais projetos serão executados. Por consequência, este método será aplicado apenas à carteira de projetos que de alguma forma contribuam para o alcance das metas estabelecidas pela ANEEL.

Para a elaboração deste estudo foi escolhido o Método Multicritério de Otimização. No contexto deste trabalho a organização deseja atingir metas de indicadores quantitativos selecionando os projetos que mais contribuem para o alcance das metas, desta forma é necessário avaliar mais de um critério. A técnica selecionada é uma derivação da Programação Linear denominada Programação por Metas, ou em inglês, *Goal Programming*.

2.4 Programação por Metas

Segundo Ignizio (1978), o primeiro modelo conceitual de Programação por Metas foi desenvolvido por Charnes e Cooper em 1961 no artigo *Management Models and the Industrial Applications of Linear Programming*, embora eles afirmem que os trabalhos iniciaram em 1952. O objetivo do trabalho era trabalhar com problemas de Programação Linear nos quais objetivos conflitantes fossem inseridos nas restrições. Logo, assumindo que todos os objetivos e restrições sejam impossíveis de serem atingidas, a idéia era minimizar o valor absoluto dos desvios de tais objetivos e restrições. Porém o modelo inicial considerava estruturava a função objetivo aplicando o mesmo peso à todos os desvios. O autor relata que o primeiro trabalho que apresenta a ponderação entre os desvios foi Ijiri (1965), neste trabalho os desvios das restrições foram transformados em desvios das metas e pesos atribuídos à estes desvios. A partir de então o método se desenvolveu e foi amplamente utilizada em diversos campos como apresentado na quadro 4.

Tabela 1 - Aplicações da Programação por Metas entre 1990 e 2000

| CAMPOS DE APLICAÇÃO | NÚMERO DE ARTIGOS | % |
|--|-------------------|-------|
| Gerenciamento acadêmico | 4 | 1,5% |
| Gerenciamento agrícola | 20 | 7,5% |
| Planejamento da demanda de suprimentos | 9 | 3,4% |
| Planejamento e produção energética | 18 | 6,8% |
| Engenharias | 19 | 7,2% |
| Gestão ambiental e de resíduos | 14 | 5,3% |
| Finanças | 5 | 1,9% |
| Planejamento em saúde | 5 | 1,9% |
| Tecnologia da informação e computação | 10 | 3,8% |
| Planejamento estratégico e gerencial | 15 | 5,7% |
| Planejamento militar | 4 | 1,5% |
| Gerenciamento de recursos naturais | 26 | 9,8% |
| Planejamento da produção | 27 | 10,2% |
| Planejamento sócio-econômico | 7 | 2,6% |
| Desenvolvimento teórico | 71 | 26,8% |
| Transportes e distribuição | 11 | 4,2% |
| TOTAL | 265 | 100% |

Fonte: Ulina 2010 “adaptado de” Jones 2004.

A técnica de programação por metas tornou mais aderente a aplicação prática de modelos de otimização às organizações. Isso ocorreu, pois a limitação de otimizar somente um objetivo obrigava as organizações à forçar resultados não aderentes a realidade alterando a natureza do problema, Ignizio (1978). Assim, os benefícios da utilização desta técnica foram rapidamente percebidos:

O modelo matemático do goal programming (programação por metas), por meio de simulações, permite que os gestores, durante o processo de planejamento ou de reestruturação da empresa, possam estar, continuamente, revendo suas prioridades e a própria hierarquia das metas/objetivos da empresa [...] A utilização de modelos facilita a compreensão de estruturas e relações complexas, pois segrega os aspectos fundamentais relativos ao problema em foco. (SANTANNA et al, 2006, p.1).

Com a evolução dos modelos de programação por metas foram desenvolvidos diversos modelos. Romero (2004) categorizou os modelos em três estruturas:

- a) Programação por Metas Ponderadas: nesta estrutura a função objetivo é composta pelos desvios das metas ponderados pelo peso de sua importância. Para cada desvio o decisor deverá atribuir um peso com a finalidade de priorizar as metas a serem atingidas, conseqüentemente as metas menos importantes deverão receber pesos menores nos respectivos desvios na função objetivo. Assim, todas as metas são avaliadas simultaneamente de forma sistêmica, possibilitando a análise de *trade-off* conforme o decisor altere o pesos dos desvios na função objetivo.
- b) Programação por Metas Lexicográficas ou não-arquimedianas: a grande diferença desta abordagem para a anterior é a condição de priorização e seqüenciamento do alcance das metas, ou seja, o decisor deverá antecipadamente direcionar o modelo para atingir determinadas metas antes de perseguir outras. Desta forma, o modelo considera que o alcance das metas não deve ocorrer de forma paralela com pesos diferentes e sim por uma ordem seqüencial.
- c) Programação por metas minmax: a formulação da função objetivo buscará minimizar o máximo de desvio total das metas. Assim o resultado final será um balanceamento do alcance das metas. Diferentemente das duas abordagens anteriores, este método não pondera ou prioriza o alcance de metas individualmente.

Neste estudo o caso é representado por um processo de planejamento que deseja selecionar projetos de investimentos que impactarão indicadores quantificáveis de qualidade de produto, serviço e eficiência. Assumiremos a premissa de que todos os indicadores são importante porém com pesos diferentes para seus desvio, assim, o decisor poderá realizar

análises de cenários para avaliar as diversas opções de alocações do seu investimento. Logo, o modelo que será utilizado para a modelagem do problema será o de Programação por Metas Ponderadas.

Moraes (2005) sugere a seguinte formulação analítica do modelo de Programação por Metas Ponderadas:

Função Objetivo:

$$\min \sum_{i=1}^q (\alpha_i n_i + \beta_i p_i) \quad \dots(1)$$

Metas e Restrições:

$$f_i(x) + n_i - p_i = t_i \quad i \in \{1, \dots, q\} \quad \dots(2)$$

$$i \in F, n \geq 0, p \geq 0 \quad \dots(3)$$

Onde:

t_i é o nível designado para a i -ésima meta,

n_i, p_i são os desvios negativos e positivo com relação à i -ésima meta,

x é o vetor de variáveis de decisão,

F é o conjunto de restrições,

$\alpha_i = w_i/k_i$ se o desvio negativo n_i é não desejado, caso contrário $\alpha_i = 0$,

$\beta_i = w_i/k_i$ se o desvio positivo p_i é não desejado, caso contrário $\beta_i = 0$,

w_i e k_i são os parâmetros representantes dos pesos da i -ésima meta.

A programação por metas é uma técnica de aplicação bem flexível, e como apresentado por Santanna et al (2006) possui alta capacidade de aderência por parte das organizações. Porém, Stewart (2005) abordou o aspecto dos vieses cognitivos do processo decisório utilizando programação por metas. O autor apresenta três armadilhas do processo decisório:

- a) Ancoragem e ajuste: Pode ocorrer em dois momentos, primeiramente no estabelecimento de objetivos atuais com base nas experiências do passado, e no ajuste das metas atuais comparando as experiências passadas e resultados alcançados com as possibilidades atuais.
- b) Disponibilidade: a definição das metas iniciais pode ser influenciada à disponibilidade do alcance das metas no passado.
- c) Evitar a certeza de perda: esta armadilha se aplica nos casos onde a decisão utilizando programação por metas ocorre de forma interativa, realizando diversos cenários para a escolha do resultado final. Ela se caracteriza quando o decisor, após

ter avaliado um cenário e atingido algumas metas, se mostra resistente a avaliar outras opções pelo atual resultado da simulação. Sua análise de trade-off pode ser distorcida quando prontamente alcança alguns objetivos.

Portanto, para garantir que os resultados encontrados através de modelos de programação por metas sejam consistentes o decisor deve estar ciente de suas limitações cognitivas e da complexidade do processo decisório apresentado no item 2.3.1.

Os trabalhos desenvolvidos com a aplicação de Programação por Metas para seleção de projetos utilizam o método para relaxar a restrição de alocação de recursos, ou seja, deixar a decisão mais flexível, e para priorizar os projetos com base em critérios como benefícios estratégicos, mitigação de risco, probabilidade de sucesso, entre outros. Como exemplo temos os trabalhos de Keown, Taylor e Duncan (1979), Winkofsky, Baker e Sweeney (1981), Benjamin (1985), Ghasemzadeh, Archer e Iyogun (1999) e Rabbani et al (2006).

A aplicação de programação por metas para selecionar os projetos que contribuem para o alcance das metas quantitativas de negócio ainda não foi aplicada para o setor de distribuição de energia elétrica, desta forma esta proposta de aplicação se mostrou inovadora nesta questão.

3 MÉTODO

Neste capítulo é apresentado o método de seleção de projetos de investimento utilizando programação por metas. Serão abordados os tipos de projetos que podem ser avaliados e detalhada a formulação conceitual do modelo decisório e seu desdobramento na formulação matemática.

Por último é apresentada uma visão prática sobre o método sob o ponto de vista de implantação, as premissas e limitações.

3.1 Tipos de Projetos aplicáveis a este método

A principal estrutura deste método é a avaliação de *gaps* dos indicadores. Desta forma para que o projeto, portfólio ou programa, possa ser avaliado, necessariamente os mesmos devem contribuir para alterações nos indicadores de qualidade de serviço, qualidade de produto ou redução de perdas técnicas e comerciais.

Hias e Jones (2010) apresentam a seguinte categorização de projetos de investimentos:

- a) Requisito Legal;
- b) Redução de Custos;
- c) Continuidade da Operação/Risco;
- d) Incremento de receita;
- e) Inovação.

Sendo assim, utilizando a categorização proposta por Hias e Jones (2010), as categorias de Redução de Custos, Continuidade da Operação/Risco e Incremento de Receita, são aplicáveis a este método. Logo, os projetos devem prover melhorias operacionais do sistema elétrico, redução de perdas técnicas, combate a perdas comerciais e regularização de clandestinos, melhoria da segurança do sistema elétrico, aumento de capacidade do sistema ou renovação de ativos elétricos e melhorias da qualidade de produto e do serviço. Ou seja, pelo menos um dos itens citados deve ser atendido pelo projeto proposto.

3.2 Formulação do Modelo

Para apresentar a formulação do modelo é importante apresentar o ambiente decisório que uma organização distribuidora de energia elétrica está inserida ao realizar o processo de seleção de projetos de investimentos.

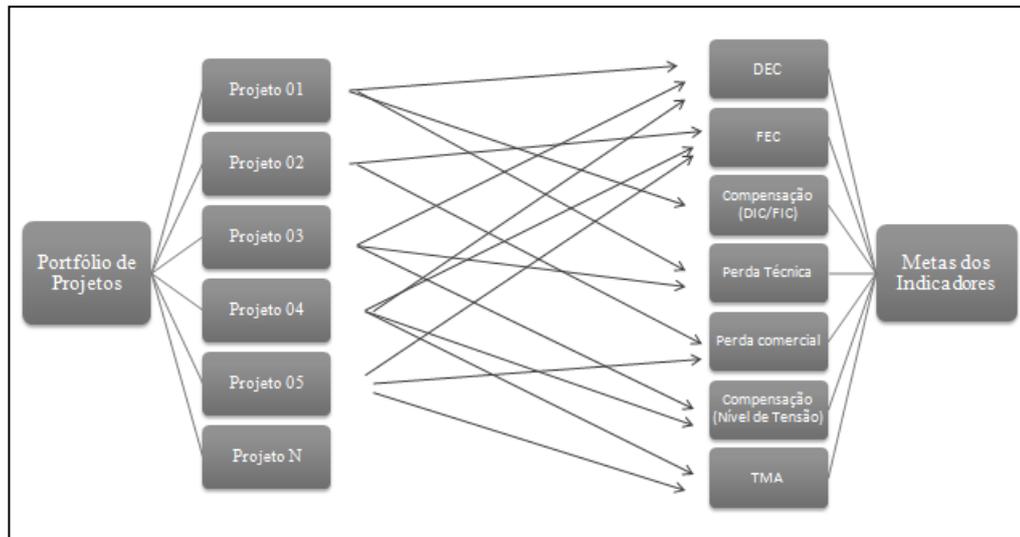


Figura 7 – Mapa hipotético de contribuição entre projetos e indicadores
Fonte: Autor

Conforme apontado no item 2.1.1 no exemplo de aplicação deste estudo utilizaremos sete indicadores acompanhados pela ANEEL e controlados pelas distribuidoras de energia: DEC, FEC, Compensação (DIC/FIC), Perda Técnica, Perda comercial, Compensação (Nível de Tensão) e TMA. Para este estudo foi considerado um modelo plurianual de três anos, logo os sete indicadores se repetirão para os três anos com metas crescentes.

Como podemos avaliar na figura 7, em um portfólio de projeto temos uma complexidade na avaliação de quais projetos deverão ser selecionados, pois os projetos contribuem, com intensidades diferentes, para a melhoria de mais de um indicador, logo tomar uma decisão de exclusão de um projeto pode significar o não alcance de uma determinada meta.

Um subproduto muito interessante desta análise se refere a força dos projetos, este termo sugerido tem o objetivo de apresentar a relação entre os projetos do portfólio e a respectiva condição do conjunto atingir cada uma das metas. Ao realizar esta análise é possível concluir se os projetos estruturados pela organização possuem os impactos necessários para se atingir as metas, ou seja, se eles possuem força para que todas as metas

sejam atingidas. Neste ponto pode-se fazer necessária a revisão dos projetos apresentados para que se desenvolvam mais propostas visando alcançar determinadas metas.

Outro aspecto que contribui para o aumento da complexidade deste processo decisório é a limitação dos recursos de investimento (CAPEX), e a disponibilidade da organização para o aumento das despesas recorrentes (OPEX) que podem ocorrer após a execução de determinados projetos, conforme apresentado na figura 8.

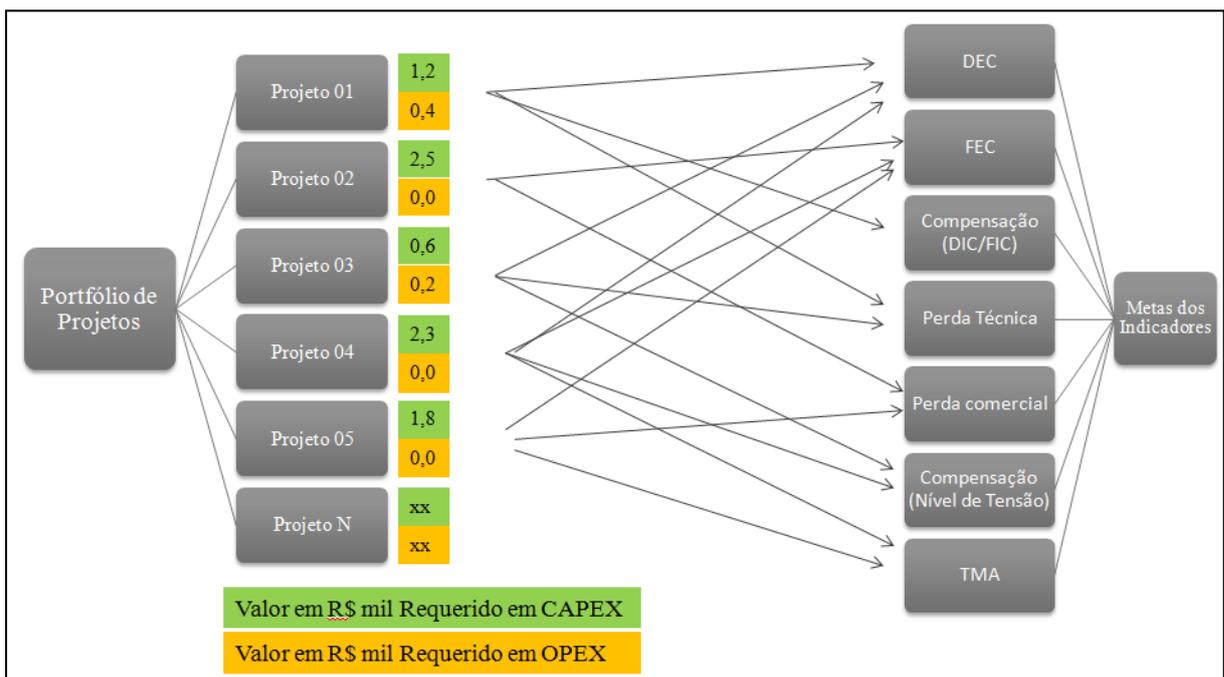


Figura 8 - Mapa ilustrativo de contribuição entre projetos e indicadores e orçamento de CAPEX e OPEX
Fonte: Autor

Um aspecto extremamente importante para um estruturado processo de seleção de projetos é considerar a interrelação entre os projetos. No modelo proposto serão incorporadas as seguintes interrelações:

- Dependência:** Quando a execução de um projeto obrigatoriamente depende da execução de outro projeto. Por exemplo, para que o projeto 1 seja executado o projeto 2 também deve ser executado, porém a execução do projeto 2 não depende do projeto 1.
- Dependência mútua:** Quando a execução de um projeto obrigatoriamente depende da execução de outro projeto, e a recíproca é verdadeira. Por exemplo, para que o projeto 1 seja executado o projeto 2 também deve ser executado, porém a execução do projeto 2 também depende do projeto 1.

- c) Exclusão: Esta relação ocorre quando a execução de um projeto exclui e inviabiliza outro projeto, e a recíproca é verdadeira. Por exemplo, se o projeto 1 for executado o projeto 2 não será executado, assim como a execução do projeto 2 também exclui o projeto 1.

Além dos conceitos apresentados anteriormente neste estudo é proposta uma nova abordagem para o processo de redução do orçamento disponível de CAPEX. Normalmente as organizações realizam reduções lineares pré-definindo os valores que serão disponibilizados, porém esta forma de condução do processo decisório pode levar a resultados enviesados. Em um exemplo hipotético tratando-se de um modelo de otimização um projeto poderia ser reprovado pela falta de R\$ 1,00 no orçamento. Logo, foi criado o conceito de importância da sobra do orçamento de CAPEX, que representa a força com que se deseja reduzir o orçamento disponível para a seleção de projetos. Desta forma, ao invés do decisor reduzir o orçamento disponível, o decisor mantém o valor do orçamento disponível e apresenta um maior peso a importância da sobra orçamentária.

Portanto as informações consideradas no modelo são:

- a) Projetos disponíveis,
- b) Os indicadores e suas metas anuais de redução,
- c) O quanto cada projeto contribui para o alcance da meta de cada indicador em cada ano,
- d) Orçamento Requerido de CAPEX para execução de cada projeto em cada ano,
- e) Orçamento Requerido de OPEX para execução de cada projeto em cada ano,
- f) Orçamento disponível de CAPEX em cada ano,
- g) Orçamento disponível de OPEX em cada ano,
- h) A importância do alcance da meta de cada indicador em cada ano,
- i) Quais indicadores obrigatoriamente devem ter a meta alcançada ou alcançar o máximo disponível com o portfólio,
- j) A importância da sobra do orçamento de CAPEX.

3.3 Modelo matemático proposto

O modelo pode ser dividido em quatro partes: as variáveis de decisão, as constantes que serão inseridas pelo usuário, a função objetivo, representando o que o modelo deseja

otimizar, e as restrições indicando as condições de contorno que devem ser obedecidas. Segue detalhado o modelo conceitual e sua explicação.

3.3.1 Variáveis de decisão

São as variáveis que o modelo de otimização define o valor de forma a alcançar o melhor resultado. A definição de *gap* utilizada neste estudo é a meta de redução do indicador, e deverá ser calcula subtraindo o valor que deve ser alcançado sobre o valor atual praticado pela organização.

Uma consideração importante quanto ao método utilizado é que ao inserimos indicadores com diferenças de grandezas superiores a 10^3 o algoritmo se torna deficiente na otimização. Quando isso ocorre o Lindo retorna uma mensagem informando problemas de escala no modelo. Por isso é importante normalizar as informações dos indicadores de forma a manter esta proporção, como por exemplo, se um indicador estiver com a unidade em torno de 1 milhão de reais é necessário executar uma divisão de todas as informações (indicador e meta) por 10^4 antes de inserir no modelo.

3.3.1.1 Variáveis Binárias:

$$PJT_i = 1, \text{ se realizar o projeto } i \mid 0, \text{ se oposto}$$

3.3.1.2 Variáveis Lineares:

$$FG_{kj} = \text{o quanto falta para atingir o gap } k \text{ no ano } j$$

$$EG_{kj} = \text{o quanto excedeu ao atingir o gap } k \text{ no ano } j$$

$FO_j = \text{o quanto falta para atingir o orçamento disponível no ano } j \text{ (representa o quanto sobrou de dinheiro)}$

EO_j = o quanto excedeu o orçamento disponível no ano j – garante a consistência do modelo, mesmo quando de falta de recursos, devido á existência de projetos compulsórios.

EOX_j = o quanto excedeu o orçamento de OPEX no ano j.

CT_{kj} = contribuição total realizada pelos projetos executados para gap k no ano j

3.3.1.3 Indexadores:

i = quantidade de projetos – identificação dos projetos sendo propostos

k = quantidade de gaps – identificação dos gaps a serem reduzidos (por enquanto 7 a 8 gaps)

j = quantidade de anos – identificação dos anos do planejamento (na simulação inicial 3 anos; no modelo final 5 anos)

3.3.2 Constantes do modelo

São as informações que o usuário irá inserir na otimização

MG_{kj} = meta de redução do gap k no ano j – na unidade original do gap.

PF_{kj} = importância (peso) da falta do atingimento do gap k no ano j (varia 1-100)

PFO_j = valor (peso) da falta para atingir o orçamento disponível no ano j (Representa o peso da sobra orçamentária)

PEO_j = peso do excesso orçamentário realizado no ano j. Definido igual a 10^{20} – garante a consistência do modelo, mesmo quando de falta de recursos.

OP_{ij} = orçamento requerido pelo projeto i no ano j (deve ser inserido em unidade mil) – um mesmo projeto pode requerer recursos ao longo de mais de um ano.

O_j = orçamento disponível no ano j (deve ser inserido em unidade mil)

CPG_{ikj} = contribuição do projeto i para redução do gap k no ano j

OX_{Pij} = orçamento de OPEX requerido pelo projeto i no ano j (deve ser inserido em unidade mil) – um mesmo projeto pode requerer recursos ao longo de mais de um ano.

OX_j = orçamento de OPEX disponível no ano j (deve ser inserido em unidade mil)

Inserção do PFOj: deverá ser inserido pelo usuário no software gerador do modelo. Serão escolhidos valores entre 1 e 10. O *software* gerador deverá ter uma verificação de ordem de grandeza do orçamento disponível, caso o orçamento seja na ordem de 100 milhões, automaticamente deverá ser multiplicado por 10 o valor digitado pelo usuário.

3.3.3 Função Objetivo

Z=Minimizar gaps, maximizando sobras orçamentárias

$$\text{Min } Z = \left[\sum_k \sum_j \frac{FG_{kj} * PF_{kj}}{MG_{kj}} \right] - \sum_j FO_j * PFO_j + \sum_j EO_j * PEO_j \quad \dots(4)$$

Explicações:

- a) $\frac{FG_{kj} * PF_{kj}}{MG_{kj}}$ Esta equação calculará o impacto da falta para atingir a redução desejada para cada gap em cada ano. Observe que apesar da função objetivo minimizar o gap a variável de decisão central do programa é PJTi, que será relacionada com a falta para atingir o gap na restrição 4.2.
- b) $\sum_j FO_j * PFO_j$ Esta equação calculará o impacto da sobra de orçamento em cada ano. Esta equação foi inserida para evitar que o modelo aloque a verba mesmo após o gap ser alcançado.
- c) $\sum_j EO_j * PEO_j$ Esta equação calculará o impacto do excesso de orçamento em cada ano. Ela foi inserida para o modelo não se tornar insolúvel caso o usuário definir como obrigatória a execução de uma carteira de projetos de verba maior que o orçamento.

3.3.4 Restrições

Foram desenvolvidas as seguintes restrições.

3.3.4.1 Orçamento disponível

$$\text{Uma restrição desta para cada ano(j)} \frac{[\sum_i PJT_i * OP_{ij}]}{100} + \left[\frac{O_j}{10^4} \right] * FO_j - EO_j = \frac{O_j}{100} \quad \dots(5)$$

Observe que estas divisões por 100 e por 10^4 foram colocadas para que o ordem de grandeza dos valores originais não afete o funcionamento do LINDO. Eventualmente teremos que rever isto na fase dos testes em escala real.

Explicações:

- a) $\frac{[\sum_i PJT_i * OP_{ij}]}{100}$ Esta equação calculará a verba total utilizada para execução dos projetos no ano j. A divisão por 100 foi inserida para manter a ordem de grandeza dos coeficientes independentemente do tamanho da carteira de projetos
- b) $\left[\frac{O_j}{10^4} \right] * FO_j$ Esta equação calculará a sobra orçamentária. A multiplicação por $O_j/10^4$ foi inserida para manter a ordem de grandeza dos coeficientes independentemente do tamanho da carteira de projetos. Conseqüentemente o Valor de FOj não será exatamente o valor da sobra mas uma ponderação pelo valor da carteira.
- c) $-EO_j$ Esta variável calculará o excesso de orçamento exigido. Ela manterá o modelo solúvel caso sejam inseridas restrições de obrigatoriedade de execução de projetos nas quais o orçamento disponível é insuficiente.
- d) $O_j/100$ Representa o orçamento disponível. A divisão por 100 foi inserida para manter a ordem de grandeza dos coeficientes independentemente do tamanho da carteira de projetos.

3.3.4.2 GAP de cada indicador em cada ano

Uma restrição desta para cada gap(k) em cada ano(j), esta restrição foi criada para concentrar a contribuição atingida para o gap k no ano j na variável CTkj

$$\sum_i [PJT_i * CPG_{ikj}] - CT_{kj} = 0 \quad \dots(6)$$

Explicações:

$PJT_i * CPG_{ikj}$ Esta equação calculará o quanto os projetos executados estão contribuindo para a redução do gap

3.3.4.3 GAP de cada indicador em cada ano

Uma restrição desta para cada gap(k) em cada ano(j), esta restrição foi criada para mensurar o quanto a contribuição excedeu ou faltou para atingir a meta do gap.

$$\left[\sum_y CT_{ky} \right] + FG_{kj} - EG_{kj} = MG_{kj} \quad \dots(7)$$

Explicações:

+ $FG_{kj} - EG_{kj}$ Esta equação calculará as variáveis de falta para atingir o gap ou de excesso de valor atingido

y é um índice utilizado nesta equação para representar a somatório de todos os anos sendo que y tem que ser menor ou igual a j.

3.3.4.4 Orçamento OPEX disponível

Uma restrição desta para cada ano(j)

$$\left[\sum_i PJT_i * OXP_{ij} \right] - EOX_j \leq OX_j \quad \dots(8)$$

Explicações:

a) $\sum_i PJT_i * OXP_{ij}$ Esta equação calculará o valor que os projetos aumentam em OPEX

b) $-EOX_j$ Esta variável deve ser utilizada para absorver o valor de OPEX atingido acima do desejado OX_j , analisar em conjunto com a restrição 4.4.

3.3.4.5 Forçar restrição do OPEX

Utilizar em casos onde se deseja impor a restrição de OPEX na otimização, analisar em conjunto com a restrição 4.3.

$$EOX_j = 0 \quad \dots(9)$$

3.3.4.6 Controle Retorno sobre Multas

Uma restrição desta para cada ano(j), e para os três indicadores (Compensação Dic/Fic, Perda Técnica e Perda Comercial)

$$\left[\sum_i PJT_i * RMP_{ikj} \right] - m_{kj} = 0 \quad \dots(10)$$

Explicações:

- a) $\sum_i PJT_i * RMP_{ikj}$ Esta equação calculará o valor que os projetos podem dar de retorno sobre multas
- b) $-m_{kj}$ Esta variável deve ser utilizada para absorver o valor do retorno das multas de cada indicador de cada ano

3.3.4.7 Forçar restrição do retorno sobre multas

Utilizar em casos onde se deseja impor a restrição de OPEX na otimização, analisar em conjunto com a restrição 4.3.

$$EOX_j = 0 \quad \dots(11)$$

3.3.4.8 Dependência entre projetos

Utilizar em casos onde a execução de um projeto implica na execução de outro. No exemplo a execução do projeto 1 obriga a execução do projeto 2, mas o inverso não é recíproco.

$$PJT_1 - PJT_2 \leq 0 \quad \dots(12)$$

3.3.4.9 Dependência mútua entre projetos

Utilizar em casos onde a execução de um projeto implica na execução de outro. No exemplo a execução do projeto 1 obriga a execução do projeto 2, e o inverso é recíproco.

$$PJT_1 - PJT_2 = 0 \quad \dots(13)$$

3.3.4.10 Exclusão entre projetos

Utilizar em casos onde a execução de um projeto implica na **NÃO** execução de outro. No exemplo a execução do projeto 1 impossibilita a execução do projeto 2.

$$PJT_1 + PJT_2 \leq 1 \quad \dots(14)$$

3.3.4.11 Obrigatoriedade da execução de projetos

Utilizar em casos onde a execução de um projeto é obrigatória. No exemplo a execução do projeto 1 é obrigatória.

$$PJT_1 = 1 \quad \dots(15)$$

3.3.4.12 Atingir a Meta de determinado indicador

Utilizar em casos onde o portfólio de projetos permita atingir a meta.

$$FG_{kj} = 0 \quad \dots(16)$$

O sistema deverá realizar um check para validar se é possível o alcance da meta de determinado gap no ano específico, para possibilitar a inclusão desta restrição.

3.3.4.13 Reduzir o GAP de determinado indicador o máximo possível

Utilizar somente em casos onde o portfólio de projetos não permita atingir a meta, porém deseja-se reduzir a meta o máximo possível

$$FG_{kj} \leq \left[MG_{kj} - \sum_j \sum_i CPG_{ikj} \right] + \sum M \ x(\text{do } CPG_{ikj} \text{proj. exclusivos}) \quad \dots(17)$$

- a) $\sum_j \sum_i CPG_{ikj}$ Esta equação calculará o máximo de contribuição possível dos projetos no indicador. A somatória deve ser considerada pois os *gaps* são cumulativos para os anos, ou seja, a contribuição máxima possível para um determinado indicador no ano 2 é a soma das contribuição do anos 1 e ano 2.
- b) $-M \ x(\text{do } CPG_{ikj} \text{proj. exclusivos})$ Esta equação retira o máximo da contribuição entre projetos de exclusão assim a restrição fica com a meta correta de redução possível.

Quando houver a possibilidade de iniciar o projeto em anos diferentes, ele deverá ser inserido como projetos diferentes e será necessário cadastrar uma restrição de exclusão entre eles.

4 DESENVOLVIMENTO DO SIMULADOR

O desenvolvimento do simulador visa aumentar a capacidade de análise do alcance gerencial do método proposto neste estudo. Assim, esse capítulo tem como principal objetivo ilustrar o funcionamento do modelo de simulação proposto, bem como clarificar o processo de utilização. Logo, foram apresentados exemplos de relatórios e análises que podem ser realizadas.

Para tanto foram utilizados dois *softwares* Microsoft Excel e LINDO para desenvolvimento do simulador. O Microsoft Excel é uma planilha eletrônica que possui o papel de interação com o usuário, enquanto que o LINDO é um software de otimização que foi utilizado para realizar as otimizações do modelo desenvolvido em programação por metas. Desta forma, o modelo matemático apresentado no item 3.3 foi implementado no Microsoft Excel.

A construção do modelo de simulação é realizada no Excel através da inserção de Projetos, Objetivos que o modelo pretende atingir, Restrições e Orçamentos.

Com estes dados o Excel exporta um arquivo em formato de texto (.txt) com o modelo conceitual estruturado.

O LINDO importa o arquivo gerado pelo Excel, realiza o modelo de otimização linear e exporta o resultado para um novo arquivo de texto (.txt). O Excel importa os resultados gerados pelo LINDO e gera Gráficos e Relatórios.

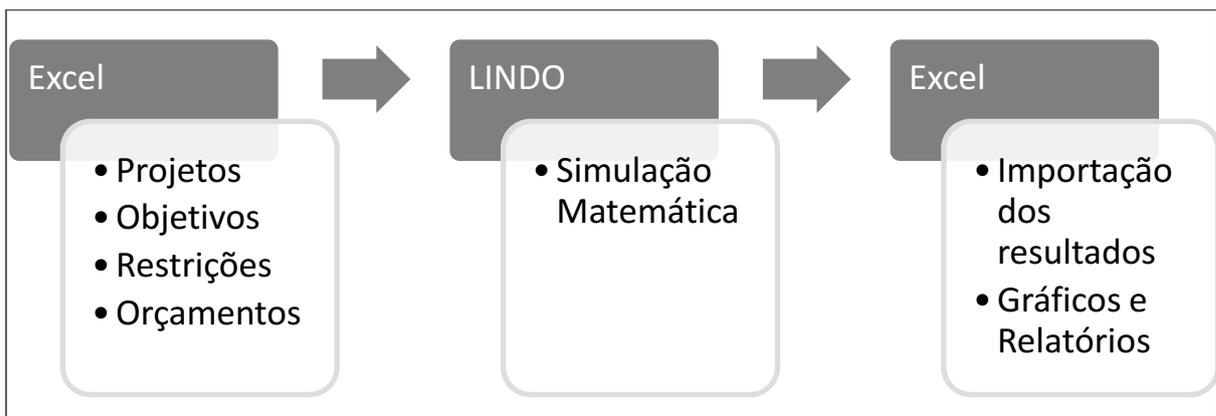


Figura 9 – Fluxo de Simulação

Fonte: Autor

Para efeito ilustrativo foram criados dados fictícios a fim de construir uma carteira de projetos para um horizonte de análise de três anos.

4.1 Operacionalização do Simulador

Esse item tem como objetivo apresentar uma visão global do modelo de simulação com base nos objetivos, indicadores, orçamentos, e sinergia entre projetos.

O objetivo do modelo de simulação é minimizar os *gaps* existentes entre os indicadores operacionais regulamentados pela ANEEL respeitando as restrições orçamentárias e sinergia existente entre projetos.

O modelo possui sete indicadores DEC, FEC, Compensação (DIC/FIC), Perda Técnica, Perda Comercial, Compensação (Nível de Tensão) e TMA. Todos esses indicadores são retratados ao longo de três anos de análise.

Além disso, o modelo abrange dois tipos orçamentários chamados de CAPEX (Capital Expenditure) e OPEX (Operational Expenditure).

CAPEX são os investimentos necessários à compra de equipamentos e instalações dispendidos no momento da implantação dos projetos. OPEX são as despesas recorrentes geradas por cada um dos projetos. Os investimentos tanto para CAPEX quanto para OPEX são contabilizados anualmente. Por fim, há uma análise de sinergia entre projetos.

4.1.1 Visão Geral do Simulador

A tela inicial, denominada Gestão, apresenta um resumo dos dados utilizados no modelo de simulação, como pode ser visto na Figura 10.

| Ano | Indicadores | Unid | Importância Indicador | Meta de Redução | Redução Acumulada | Máx com carteira | Forçar meta ou máx |
|-----|-------------------------------|------------|-----------------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|
| | | | | | | | |
| 1 | DEC | horas | 50 | 5 | 6.08 | 122% | Sim |
| | FEC | frequência | 50 | 4.5 | 5.17 | 115% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 50 | 100 | 107.95 | 108% | |
| | Perda Técnica | % | 50 | 6 | 5.41 | 90% | Sim |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 50 | 6 | 6.47 | 108% | |
| | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 50 | 50 | 54.19 | 108% | |
| TMA | Min | 50 | 60 | 67.24 | 112% | | |
| 2 | DEC | horas | 35 | 10 | 12.38 | 124% | |
| | FEC | frequência | 35 | 9 | 11.78 | 131% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 35 | 200 | 221.96 | 111% | |
| | Perda Técnica | % | 35 | 12 | 13.51 | 113% | |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 35 | 12 | 16.81 | 140% | |
| | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 35 | 100 | 142.93 | 143% | |
| TMA | Min | 35 | 120 | 170.11 | 142% | | |
| 3 | DEC | horas | 24.5 | 16 | 15.59 | 97% | |
| | FEC | frequência | 24.5 | 14.4 | 18.06 | 125% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 24.5 | 320 | 314.18 | 98% | |
| | Perda Técnica | % | 24.5 | 19.2 | 17.75 | 92% | |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 24.5 | 19.2 | 24.51 | 128% | |
| | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 24.5 | 160 | 205.76 | 129% | |
| TMA | Min | 24.5 | 192 | 245.21 | 128% | | |

| Orçamento CAPEX | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Importância \$ Não gasto |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------------------------|
| Disponível | 18,765 | 19,107 | 10,887 | 1 (1-10) |
| Solicitado | 18,765 | 19,107 | 10,887 | |
| Orçamento OPEX | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | |
| Disponível | 120 | 150 | 230 | |
| Forçar restrição OPEX | | | | |
| Solicitado | 150 | 170 | 230 | |

Lista de Relação de Projetos
Existem 3 relações de dependência de projetos
Existem 1 relações de dependência mútua de projetos
Não relação de exclusão de Projetos
Existem 3 projetos obrigatórios

Exportar para Lindo

Figura 10 – Gestão (Visão Geral)

Fonte: Autor

De forma didática a Figura 10 é desdobrada em 3 diferentes aspectos: Indicadores, Orçamentos e Sinergia de Projetos.

4.1.1.1 Indicadores

A sessão indicadores contempla os parâmetros cadastrados pelo usuário para a calibragem do modelo de programação por metas.

| Ano | Indicadores | Unid | Importância Indicador | Meta de Redução | Redução Acumulada | Máx com carteira | Forçar meta ou máx |
|-----|-------------------------------|------------|-----------------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|
| 1 | DEC | horas | 50 | 5 | 6.08 | 122% | Sim |
| | FEC | frequência | 50 | 4.5 | 5.17 | 115% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 50 | 100 | 107.95 | 108% | |
| | Perda Técnica | % | 50 | 6 | 5.41 | 90% | Sim |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 50 | 6 | 6.47 | 108% | |
| | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 50 | 50 | 54.19 | 108% | |
| 2 | TMA | Min | 50 | 60 | 67.24 | 112% | |
| | DEC | horas | 35 | 10 | 12.38 | 124% | |
| | FEC | frequência | 35 | 9 | 11.78 | 131% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 35 | 200 | 221.96 | 111% | |
| | Perda Técnica | % | 35 | 12 | 13.51 | 113% | |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 35 | 12 | 16.81 | 140% | |
| 3 | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 35 | 100 | 142.93 | 143% | |
| | TMA | Min | 35 | 120 | 170.11 | 142% | |
| | DEC | horas | 24.5 | 16 | 15.59 | 97% | |
| | FEC | frequência | 24.5 | 14.4 | 18.06 | 125% | |
| | Compensação (DIC/FIC) | MRS | 24.5 | 320 | 314.18 | 98% | |
| | Perda Técnica | % | 24.5 | 19.2 | 17.75 | 92% | |
| | Perda comercial (Em. req. BT) | % | 24.5 | 19.2 | 24.51 | 128% | |
| | Compensação (Nível de Tensão) | MRS | 24.5 | 160 | 205.76 | 129% | |
| | TMA | Min | 24.5 | 192 | 245.21 | 128% | |

Figura 11 – Indicadores

Fonte: Autor

A Figura 11 possui oito colunas explicadas a seguir:

- a) Ano – Análise realizada para 3 anos consecutivos;

- b) Indicadores – Indicadores regulamentados pela ANEEL;
- c) Unid. – Unidade de mensuração dos indicadores;
- d) Importância do Indicador – Importância/Peso que aquele determinado indicador possui para o modelo de simulação;
- e) Meta de Redução – Objetivo de redução para cada um dos indicadores;
- f) Redução Acumulada – Redução gerada se todos os projetos forem realizados;
- g) Máx com Carteira – Porcentagem máxima de redução de cada indicador se todos os projetos forem realizados;
- h) Forçar Meta ou Máx – Classificação dicotômica (Sim ou Não) se desejar que o modelo atinja a Meta de Redução ou o Máx com Carteira para cada um dos indicadores.

4.1.1.2 Orçamentos

Como já mencionado o orçamento é dividido em CAPEX e OPEX, ambos para três anos.

| Orçamento CAPEX | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Importância \$ Não gasto | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|--------|
| Disponível | 18,765 | 19,107 | 10,887 | 1 | (1-10) |
| Solicitado | 18,765 | 19,107 | 10,887 | | |
| | | | | | |
| Orçamento OPEX | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | | |
| Disponível | 120 | 150 | 230 | | |
| Forçar restrição OPEX | | | | | |
| Solicitado | 150 | 170 | 230 | | |

Figura 12 – Orçamentos
Fonte: Autor

- a) CAPEX Solicitado – é o investimento de capital necessário para realizar todos os projetos;
- b) CAPEX Disponível – é o investimento de capital disponível.
- c) Importância \$ Não gasto – importância/peso para o dinheiro investido em CAPEX. O peso pode ser de 1 a 10 e quanto maior for o valor atribuído maior a relevância do dinheiro.

- d) OPEX Solicitado – é o dispêndio de capital necessário para suprir as despesas recorrentes geradas se todos os projetos fossem realizados;
- e) OPEX Disponível – é o dispêndio de capital disponível para suprir as despesas recorrentes dos projetos realizados;
- f) Forçar restrição OPEX – Classificação dicotômica (Sim ou Não) se desejar que o modelo atinja a Restrição de OPEX Disponível.

4.1.1.3 Sinergia de Projetos

Existem quatro relações de sinergia entre os projetos, Relação de Dependência de Projetos, Relação de Dependência Mútua de Projetos, Relação de Exclusão de Projetos e Projetos Obrigatórios. Como pode ser visto na Figura 13 está explícito quantos projetos contém em cada relação de sinergia, bem como a quantidade de Projetos Obrigatórios. A forma de inserção destes relacionamentos é detalhado no item 4.1.4.

Exportar para Lindo é um ícone que exporta o modelo estruturado (Objetivos e Restrições) para um arquivo de texto (.txt), que serve como *input* do LINDO.

Uma vez apresentada a visão global dos itens que compõe o modelo de simulação será abordado em profundidade a construção do CAPEX, OPEX e a Relação de Projetos

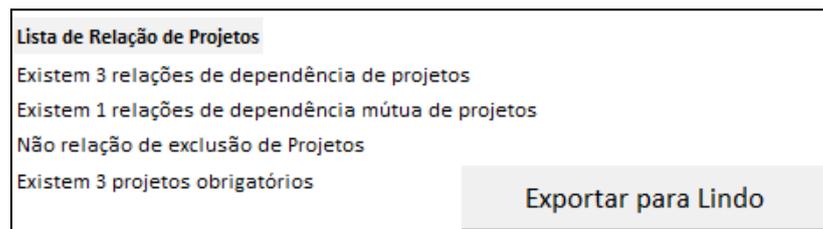


Figura 13 – Lista de Relação de Projetos e Exportar para o LINDO
Fonte: Autor

4.1.2 Informações dos Projetos – CAPEX

Com o objetivo de representar uma carteira de projetos foram criados 30 projetos fictícios, contidos na Figura 14.

| Projeto | Obras em andamento | | | | | | | | | | Obras em planejamento | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-----------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--|
| | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 | | Ano 4 | | Ano 5 | | Ano 1 | | Ano 2 | | Ano 3 | | Ano 4 | | Ano 5 | | | | | | | |
| | DEC | FEC | Combu | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | DEC | FEC | Combu | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | Paq | | | | | | |
| Projeto 30 | 1 841 | 1 928 | 818 | - | 0 21 | 1 08 | 0 28 | 0 33 | 3 13 | 1 82 | - | 0 83 | 8 11 | 0 82 | 1 31 | 4 58 | 8 04 | - | 0 83 | 10 80 | 1 58 | 1 40 | 2 12 | 11 11 | | |
| Projeto 29 | 383 | 1 581 | 850 | 0 42 | - | 8 00 | 0 31 | 0 12 | - | 8 02 | 0 81 | - | 1 18 | 0 44 | 0 88 | - | 8 81 | - | 0 81 | - | 5 53 | 0 41 | 1 03 | - | 8 25 | |
| Projeto 28 | 1 881 | 882 | 1 208 | 0 40 | 0 12 | 8 30 | - | - | 3 44 | 5 10 | 0 41 | 0 84 | 8 41 | - | - | 4 84 | 5 88 | 0 21 | 1 50 | 11 32 | - | - | - | 8 02 | 3 88 | |
| Projeto 27 | 118 | 318 | 1 881 | - | - | - | 0 52 | 0 14 | 3 83 | 2 55 | - | - | - | 0 32 | 0 18 | 2 03 | 1 88 | - | - | - | 0 41 | 0 18 | 1 83 | 1 02 | 10 21 | |
| Projeto 26 | 835 | 388 | 854 | - | 0 84 | 10 18 | 0 80 | 0 84 | 0 12 | 0 28 | - | 0 84 | 14 10 | 0 14 | 0 88 | 1 11 | 0 88 | - | 0 88 | 14 21 | 0 12 | 1 03 | 1 83 | 0 15 | 0 15 | |
| Projeto 25 | | | 1 030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 24 | | | 858 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 23 | | | 145 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 22 | | | 345 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 21 | | | 1 805 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 20 | | | 1 285 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 19 | | | 1 434 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 18 | | | 1 505 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 17 | | | 1 080 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 16 | | | 1 831 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 15 | | | 844 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 14 | | | 884 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 13 | | | 1 113 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 12 | | | 488 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 11 | | | 511 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 10 | | | 844 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 09 | | | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 08 | | | 1 154 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 07 | | | 5 000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 06 | | | 852 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 05 | | | 884 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 04 | | | 1 280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 03 | | | 1 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 02 | | | 1 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 01 | | | 1 881 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Totais | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 14 – Informações dos Projetos
Fonte: Autor

Para explicar de maneira didática foram selecionados os três primeiros projetos da Figura 14, observados na Figura 15.

| Nome | Orçamento Investimento Solicitado | | | Ano 1 | | | | | | Ano 2 | | | | | | Ano 3 | | | | | | | | |
|------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------------|---------------|-----------------|----------|-------|------|-----|--------|---------|---------|----------|------|-----|-----|--------|---------|---------|--------|-----|
| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda comercial | Compensa | TMA | DEC | FEC | Comper | Perda T | Perda c | Compensa | TMA | DEC | FEC | Comper | Perda T | Perda c | Comper | TMA |
| Projeto 01 | 1.697 | | | | | | | | | | - | - | 2.85 | 0.09 | 0.18 | 4.73 | 0.90 | | | | | | | |
| Projeto 02 | 1.152 | | | 0.60 | - | 10.70 | 0.44 | - | 5.84 | 7.62 | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 03 | | 1.152 | | | | | | | | | 0.60 | - | 8.99 | 0.44 | - | 5.84 | 7.62 | | | | | | | |

Figura 15 – Três primeiros Projetos

Fonte: Autor

Cada uma das linhas representa um projeto e seu respectivo orçamento de CAPEX está discernido nas três colunas seguintes (Ano1, Ano2 e Ano3).

Os investimentos são inseridos conforme o ano em que será necessário o dispêndio do capital para a implantação do projeto. Como ilustrado na Figura 15 o Projeto1 e o Projeto2 possuem investimentos atrelados ao primeiro ano de análise, contudo o Projeto3 tem investimento apenas no segundo ano.

Vale salientar que as unidades de medida estão em milhares de reais (1×10^3), ou seja, R\$1697 são equivalentes a R\$1.697.000.

| Nome | Orçamento Investimento Solicitado | | |
|------------|-----------------------------------|-------|-------|
| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 |
| Projeto 01 | 1,697 | | |
| Projeto 02 | 1,152 | | |
| Projeto 03 | | 1,152 | |

Figura 16 – Três primeiros Projetos (Anos)

Fonte: Autor

Além disso, cada um dos Projetos possui um impacto frente aos indicadores em cada um dos anos como ilustrado na Figura 17. Um projeto pode utilizar o orçamento de um ano, porém gerar efeitos apenas no ano subsequente.

Por exemplo: O Projeto1 necessita do investimento no Ano1, todavia gera impactos nos indicadores apenas no Ano2.

| Nome | Ano 1 | | | | | | Ano 2 | | | | | | Ano 3 | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-----|-------------|---------------|-----------------|--------------|-------|-----|--------|---------|---------|--------------|-------|-----|--------|---------|---------|--------|-----|--|--|--|--|
| | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda comercial | Compensa TMA | DEC | FEC | Comper | Perda T | Perda c | Compensa TMA | DEC | FEC | Comper | Perda T | Perda c | Comper | TMA | | | | |
| Projeto 01 | | | | | | | - | - | 2.85 | 0.09 | 0.18 | 4.73 | 0.90 | | | | | | | | | | |
| Projeto 02 | 0.60 | - | 10.70 | 0.44 | - | 5.84 | 7.62 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto 03 | | | | | | | 0.60 | - | 8.99 | 0.44 | - | 5.84 | 7.62 | | | | | | | | | | |

Figura 17 – Três primeiros Projetos (Anos e Indicadores)

Fonte: Autor

Esse item discerniu sobre como o CAPEX é formado e os impactados frente os indicadores de qualidade no horizonte de análise.

4.1.3 Informações dos Projetos – OPEX

Os projetos estão descritos em cada uma das linhas e as três colunas subsequentes representam o capital recorrente necessário à manutenção de cada projeto ao longo de três anos.

Por exemplo: O Projeto1 necessita de R\$10.000 anuais à sua manutenção. Já o Projeto 23 necessita de R\$20.000 no Ano2 e R\$10.000 no Ano3.

| Nome | Aumento OPEX | | |
|------------|--------------|------|------|
| | Ano 1 | Ano2 | Ano3 |
| Projeto 1 | 10 | 10 | 10 |
| Projeto 2 | | | |
| Projeto 3 | | | |
| Projeto 4 | | | |
| Projeto 5 | 30 | | |
| Projeto 6 | 40 | | |
| Projeto 7 | | | |
| Projeto 8 | | | |
| Projeto 9 | | | |
| Projeto 10 | 50 | 50 | 50 |
| Projeto 11 | | | |
| Projeto 12 | | | |
| Projeto 13 | | | |
| Projeto 14 | | 40 | |
| Projeto 15 | | | 50 |
| Projeto 16 | | | 30 |
| Projeto 17 | | | 30 |
| Projeto 18 | | | 10 |
| Projeto 19 | | 30 | |
| Projeto 20 | | | |
| Projeto 21 | | | |
| Projeto 22 | | | |
| Projeto 23 | | 20 | 10 |
| Projeto 24 | | | 10 |
| Projeto 25 | | | 10 |
| Projeto 26 | | | |
| Projeto 27 | 20 | | 20 |
| Projeto 28 | | 20 | |
| Projeto 29 | | | |
| Projeto 30 | | | |

Figura 18 – Projetos e OPEX

Fonte: Autor

4.1.4 Informações dos Projetos – Relação de Projetos

Cada uma dessas relações é representada por uma matriz que possui 30 projetos em linhas os mesmos 30 projetos em cada uma das colunas. Para estabelecer a relação desejada é necessário escrever o número 1 na intersecção dos projetos vide Figura 19. ; Figura 20 ; Figura 21 ; Figura 22.

- a) Relação de Dependência de Projetos – os projetos possuem dependência relativa.
 Por exemplo: Se realizar Projeto7 obrigatoriamente o Projeto14 tem que ser realizado, porém se realizar o Projeto14 pode ou não realizar o Projeto7 (Figura 19);

| Dependentes | Execução da linha(Azul) implica na execução da coluna (vermelho), mas não o inverso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | |
| P1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P7 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| P8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

Figura 19 – Relação de Dependência de Projetos

Fonte: Autor

- b) Relação de Dependência Mútua de Projetos – os projetos possuem dependência mútua. Por exemplo: Se realizar Projeto2 obrigatoriamente o Projeto27 tem que ser realizado e vice-versa (Figura 20);

| Obrigatoriedade | |
|-----------------|---|
| P1 | |
| P2 | |
| P3 | |
| P4 | |
| P5 | |
| P6 | |
| P7 | |
| P8 | |
| P9 | |
| P10 | |
| P11 | |
| P12 | |
| P13 | |
| P14 | |
| P15 | |
| P16 | |
| P17 | |
| P18 | |
| P19 | |
| P20 | |
| P21 | |
| P22 | |
| P23 | |
| P24 | |
| P25 | |
| P26 | |
| P27 | |
| P28 | 1 |
| P29 | 1 |
| P30 | 1 |

Figura 22 – Obrigatoriedade de Projeto
Fonte: Autor

Uma vez inseridos os dados de orçamentos (CAPEX e OPEX), importância dos indicadores e relação dos projetos o Excel, através de programação, escreve o modelo de otimização que será computado e executado pelo LINDO, vide Figura 23.

4.2 Otimização modelo - Lindo

Como explanado no item 4.1.1. Visão Geral – na tela de Gestão há um botão que exporta o modelo estruturado pelo Excel para um arquivo de texto (.txt), explícito na Figura 23. Esse arquivo é compilado e executado por um *software* de otimização, neste caso o LINDO (Figura 24).

```

LINDO
File Edit Solve Reports Window Help
MIN
+10 F_I1_1 +11.11111111111111 F_I2_1 +0.5 F_I3_1 +8.33333333333333 F_I4_1 +8.33333333333333 F_I5_1 +1 F_I6_1
-1 FALTA_1 +1E+20 EXCES_1
-1 FALTA_2 +1E+20 EXCES_2
-1 FALTA_3 +1E+20 EXCES_3
SUBJECT TO
Orc_A1) 16.97 P1 + 11.52 P2 + 15.5 P4 + 8.84 P5 + 9.25 P6 + 4.66 P11 + 11.13 P12 + 9.63
Orc_A2) 11.52 P3 + 2.17 P11 + 11.67 P12 + 6.84 P13 + 9.44 P14 + 16.37
Orc_A3) 4.65 P20 + 3.72 P21 +
C11_1) 0 P1 +0.601061330003085 P2 +0 P3 +0.443256598783269 P4 +0.920539633035267 P5 +0.144033642857338 P6 +0.617429211289679 P1
C12_1) 0 P1 +0 P2 +0 P3 +0.706153481972581 P4 +0.555510541670312 P5 +0.2743458645733 P6 +0 P10 +0 P11 +0 P12 +0.0008957112
C13_1) 0 P1 +10.7 P2 +0 P3 +7.8 P4 +0 P5 +15 P6 +8 P10 +5.02076369043928 P11 +0 P12 +7 P13 +0 P14 +0 P15 +0 P16 +0 P2
C14_1) 0 P1 +0.43631230266892 P2 +0 P3 +0.304379381792586 P4 +0.22 P5 +0.34 P6 +0.0917438703314986 P10 +0 P11 +0.22
C15_1) 0 P1 +0 P2 +0 P3 +0.34982903468466 P4 +0.975664968852095 P5 +0 P6 +0.310030850795372 P10 +0.98198940200967 P11 +0.22
C16_1) 0 P1 +5.83579717103677 P2 +0 P3 +7.61030278132483 P4 +4.2222650939408 P5 +5.88311480704517 P6 +2.3523953009841 P10
C17_1) 0 P1 +7.62176064609867 P2 +0 P3 +3.27488112608911 P4 +0.271098817245715 P5 +4.87258049671837 P6 +3.08130892594635 P10
C11_2) 0 P1 +0 P2 +0.601061330003085 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +0.764532503962845 P10 +0.151375575808003 P11 +0.926281061689389 P1
C12_2) 0 P1 +0 P2 +0 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +0 P10 +0 P11 +0 P12 +0.000917779215607391 P13 +0.121900042006844 P14 +0.32
C13_2) 2.84803047544205 P1 +0 P2 +8.99474725996889 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +0.431731995819259 P10 +6.63942569844743 P11 +0 P1
C14_2) 0.0878283842471643 P1 +0 P2 +0.43631230266892 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +0.135500121226943 P10 +0 P11 +0.228645339296216 P1
C15_2) 0.182531444211011 P1 +0 P2 +0 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +0.409219670818429 P10 +1.25997314946262 P11 +0.308506132131584 P1
C16_2) 4.73385498643171 P1 +0 P2 +5.83579717103677 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +3.34479293179929 P10 +0.477272522327656 P11 +1.08
C17_2) 0.904058644368378 P1 +0 P2 +7.62176064609867 P3 +0 P4 +0 P5 +0 P6 +3.19310207116659 P10 +6.59780239611298 P11 +6.37

```

Figura 24 – Otimização do Modelo do Lindo

Fonte: Autor

Após a execução da otimização, o LINDO exporta um novo arquivo de texto (.txt), para o Microsoft Excel, contendo os resultados que é importado novamente para o Excel com o objetivo de gerar relatórios e gráficos analíticos.

| VARIABLE | VALUE | REDUCED COST |
|----------|-------|--------------|
| P1 | 0 | 49.64983 |
| P2 | 0 | 5.973864 |
| P3 | 0 | 22.92735 |
| P4 | 1 | 9.351861 |
| P5 | 1 | -10.3401 |
| P6 | 1 | -4.6011 |
| P7 | 0 | 56.35547 |
| P8 | 1 | -5.24304 |
| P9 | 1 | -4.97548 |
| P10 | 1 | -36.9821 |
| P11 | 1 | -15.6304 |
| P12 | 0 | 35.62631 |
| P13 | 1 | 0.655033 |
| P14 | 0 | 13.21848 |
| P15 | 0 | 36.0254 |
| P16 | 0 | 22.75782 |
| P17 | 0 | 19.90358 |
| P18 | 0 | 70.59584 |
| P19 | 0 | 84.13062 |
| P20 | 0 | 69.57661 |
| P21 | 0 | 9.101042 |
| P22 | 0 | 36.61258 |
| P23 | 0 | 33.28867 |
| P24 | 0 | 24.82276 |
| P25 | 0 | 54.54162 |
| P26 | 1 | 24.1076 |
| P27 | 0 | 100.846 |
| P28 | 1 | 135.0188 |
| P29 | 1 | 36.42125 |
| P30 | 1 | 93.78925 |

Figura 25 – Resultado da Otimização gerado pelo LINDO

Fonte: Autor

4.3 Relatórios

Esse item procura realizar uma análise de relatório do ponto de vista gerencial com o objetivo de comparar os *trade-offs* existentes e a força da carteira de projetos para um período de três anos. Sendo assim, objetiva-se estruturar uma carteira de projetos ajustada à realidade operacional da empresa. Neste item é possível avaliar a capacidade analítica que a utilização do método propicia.

4.3.1 Relatório Gerencial de Resultados

O primeiro relatório apresentado pelo simulador chama-se 4.3.1. Relatório Gerencial de Resultados, o qual fornece macro informações sobre os resultados obtidos.

| ID | Nome | Alocado | Obrig |
|-----|------------|---------|-------|
| P1 | Projeto 01 | Não | |
| P2 | Projeto 02 | Não | |
| P3 | Projeto 03 | Não | |
| P4 | Projeto 04 | Sim | |
| P5 | Projeto 05 | Sim | |
| P6 | Projeto 06 | Sim | |
| P7 | Projeto 07 | Não | |
| P8 | Projeto 08 | Sim | |
| P9 | Projeto 09 | Sim | |
| P10 | Projeto 10 | Sim | |
| P11 | Projeto 11 | Sim | |
| P12 | Projeto 12 | Não | |
| P13 | Projeto 13 | Sim | |
| P14 | Projeto 14 | Não | |
| P15 | Projeto 15 | Não | |
| P16 | Projeto 16 | Não | |
| P17 | Projeto 17 | Não | |
| P18 | Projeto 18 | Não | |
| P19 | Projeto 19 | Não | |
| P20 | Projeto 20 | Não | |
| P21 | Projeto 21 | Não | |
| P22 | Projeto 22 | Não | |
| P23 | Projeto 23 | Não | |
| P24 | Projeto 24 | Não | |
| P25 | Projeto 25 | Não | |
| P26 | Projeto 26 | Sim | |
| P27 | Projeto 27 | Não | |
| P28 | Projeto 28 | Sim | Sim |
| P29 | Projeto 29 | Sim | Sim |
| P30 | Projeto 30 | Sim | Sim |

| Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação (D/C/F/C) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA) |
|------------------------------|------|------|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| Ano 1 | 5,0 | 4,5 | 100,0 | 6,0 | 6,0 | 50,0 60,0 |
| Ano 2 | 10,0 | 9,0 | 200,0 | 12,0 | 12,0 | 100,0 120,0 |
| Ano 3 | 15,0 | 14,4 | 320,0 | 19,2 | 19,2 | 150,0 182,0 |

| Redução Máx com carteira | DEC | FEC | Compensação (D/C/F/C) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA) |
|--------------------------|------|------|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| Ano 1 | 6,1 | 5,2 | 107,9 | 5,4 | 6,5 | 54,2 67,2 |
| Ano 2 | 12,4 | 11,6 | 222,0 | 13,5 | 16,9 | 142,9 170,1 |
| Ano 3 | 15,6 | 18,1 | 314,2 | 17,8 | 24,5 | 205,9 245,2 |

| Redução Atingida Acumulada | DEC | FEC | Compensação (D/C/F/C) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA) |
|----------------------------|-----|------|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| Ano 1 | 4,7 | 4,8 | 37,2 | 4,1 | 5,9 | 42,8 45,7 |
| Ano 2 | 8,6 | 8,2 | 156,5 | 7,8 | 11,7 | 75,2 91,1 |
| Ano 3 | 9,9 | 11,2 | 195,5 | 9,7 | 15,2 | 88,0 117,3 |

| Redução X Meta | DEC | FEC | Compensação (D/C/F/C) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA) |
|----------------|-----|------|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------------------------|
| Ano 1 | 94% | 101% | 97% | 66% | 98% | 86% 76% |
| Ano 2 | 86% | 91% | 78% | 65% | 98% | 75% 76% |
| Ano 3 | 62% | 78% | 61% | 51% | 79% | 55% 61% |

| Orçamento CAPEX | Solicitado | Disponível | Realizado | Sobra |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| Ano 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 12,025 | R\$ 6,740 |
| Ano 2 | R\$ 19,107 | R\$ 19,107 | R\$ 6,259 | R\$ 12,848 |
| Ano 3 | R\$ 10,887 | R\$ 10,887 | R\$ 3,732 | R\$ 7,155 |

| Orçamento OPEX | Solicitado | Disponível | Realizado | Sobra | Restrição Forçada |
|----------------|------------|------------|-----------|--------|-------------------|
| Ano 1 | R\$ 150 | R\$ 120 | 120 | - | |
| Ano 2 | R\$ 170 | R\$ 150 | 70 | 80,00 | |
| Ano 3 | R\$ 230 | R\$ 230 | 50 | 180,00 | |

Lista de Relação de Projetos
Existem 3 relações de dependência de projetos
Existem 1 relações de dependência mútua de projetos
Não relação de exclusão de Projetos
Existem 3 projetos obrigatórios

Número do Cenário(max:5):

Figura 26 – Resultados

Fonte: Autor

A Figura 26 será decomposta em três partes: Alocação e Projetos Obrigatórios, Simulação e Detalhes e Cenários.

4.3.1.1 Alocação e Projetos Obrigatórios

A Figura 27 representa cada um dos projetos e a decisão de alocação que o modelo de otimização gerou, ou seja a alocação foi realizada para os projetos de números 04,05,06,08,09,10,11,13,26,28,29,30. Vale ressaltar que o modelo respeitou as regras de obrigatoriedade de realização dos Projetos de número 28,29,30, vide Figura 22.

| ID | Nome | Alocado | Obrig. |
|-----|------------|---------|--------|
| P1 | Projeto 01 | Não | |
| P2 | Projeto 02 | Não | |
| P3 | Projeto 03 | Não | |
| P4 | Projeto 04 | Sim | |
| P5 | Projeto 05 | Sim | |
| P6 | Projeto 06 | Sim | |
| P7 | Projeto 07 | Não | |
| P8 | Projeto 08 | Sim | |
| P9 | Projeto 09 | Sim | |
| P10 | Projeto 10 | Sim | |
| P11 | Projeto 11 | Sim | |
| P12 | Projeto 12 | Não | |
| P13 | Projeto 13 | Sim | |
| P14 | Projeto 14 | Não | |
| P15 | Projeto 15 | Não | |
| P16 | Projeto 16 | Não | |
| P17 | Projeto 17 | Não | |
| P18 | Projeto 18 | Não | |
| P19 | Projeto 19 | Não | |
| P20 | Projeto 20 | Não | |
| P21 | Projeto 21 | Não | |
| P22 | Projeto 22 | Não | |
| P23 | Projeto 23 | Não | |
| P24 | Projeto 24 | Não | |
| P25 | Projeto 25 | Não | |
| P26 | Projeto 26 | Sim | |
| P27 | Projeto 27 | Não | |
| P28 | Projeto 28 | Sim | Sim |
| P29 | Projeto 29 | Sim | Sim |
| P30 | Projeto 30 | Sim | Sim |

Figura 27 – Alocação e Projetos Obrigatórios
Fonte: Autor

4.3.1.2 Simulação

A Figura 28 contém as informações sobre os indicadores para cada um dos três anos de análise e será explicada em quatro itens:

- a) Meta de Redução do Indicador – Meta estabelecida para cada um dos indicadores em cada um dos anos. Por exemplo: DEC 5 horas para o Ano1, 10 horas para o Ano2 e 16 horas para o Ano3.
- b) Redução Máx com Carteira – Máximo de redução possível para cada indicador em cada um dos anos. Por exemplo: O máximo que a carteira pode atingir de Perda Técnica é 5.4% para o Ano1, 13.5% para o Ano2 e 17.8% para o Ano3.
- c) Redução Atingida Acumulada – Redução gerada pela alocação dos projetos acumulada por ano. Por exemplo: a redução de FEC é 4.6 para o Ano1, 8.2 para o Ano2 e 11.2 para o Ano3. A unidade de medida de FEC é frequência.
- d) Redução x Meta – Porcentagem de redução gerada pela alocação dos projetos frente à meta estabelecida. Por exemplo: Para DEC no Ano1 a equação seria 4.7 (Redução Atingida) dividido por 5.0 (Meta do Indicador) que gera 94%, ou seja, a porcentagem que foi atingida da meta com a carteira de projetos que possui menores *gaps* entre os indicadores.

Tanto para o orçamento de CAPEX (número 5 em vermelho na Figura 28) quanto para o orçamento de OPEX (número 6 em vermelho na Figura 28) há quatro informações importantes:

- a) Solicitação – Dispêndio financeiro necessário a realização de todos os 30 Projetos.
- b) Disponível – Montante financeiro para realização dos projetos
- c) Realizado – Dispêndio financeiro utilizado para a construção da carteira de menores *gaps* entre os indicadores.
- d) Sobra – Relação entre Realizado e Disponível. Por exemplo, para OPEX no Ano2 estava disponível R\$150.000, todavia foi necessário apenas R\$70.000, o que gera uma sobra de R\$80.000.

Há uma ressalva para o orçamento de OPEX que possui uma restrição adicional (Restrição Forçada), que busca atingir o OPEX disponível. Essa decisão é dicotômica (SIM ou NÃO) e estabelecida anteriormente à otimização na tela Gestão.

| Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação (DIC/FIC) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| Ano 1 | | 5.0 | 4.5 | 6.0 | 6.0 | 50.0 60.0 |
| Ano 2 | | 10.0 | 9.0 | 12.0 | 12.0 | 100.0 120.0 |
| Ano 3 | | 16.0 | 14.4 | 19.2 | 19.2 | 160.0 192.0 |
| Redução Máx com carteira | DEC | FEC | Compensação (DIC/FIC) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA |
| Ano 1 | | 6.1 | 5.2 | 5.4 | 6.5 | 54.2 67.2 |
| Ano 2 | | 12.4 | 11.8 | 13.5 | 16.8 | 142.9 170.1 |
| Ano 3 | | 15.6 | 18.1 | 17.8 | 24.5 | 205.8 245.2 |
| Redução Atingida Acumulada | DEC | FEC | Compensação (DIC/FIC) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA |
| Ano 1 | | 4.7 | 4.6 | 4.1 | 5.9 | 42.8 45.7 |
| Ano 2 | | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 11.7 | 75.2 91.1 |
| Ano 3 | | 9.9 | 11.2 | 9.7 | 15.2 | 88.0 117.3 |
| Redução X Meta | DEC | FEC | Compensação (DIC/FIC) | Perda Técnica | Perda comercial (Em. req. B' | Compensação (Nível de Tensão, TMA |
| Ano 1 | | 94% | 101% | 68% | 98% | 86% 76% |
| Ano 2 | | 86% | 91% | 65% | 98% | 75% 76% |
| Ano 3 | | 62% | 78% | 51% | 79% | 55% 61% |
| Orçamento CAPEX | Solicitação | Disponível | Realizado | Sobra | | |
| Ano 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 12,025 | R\$ 6,740 | | |
| Ano 2 | R\$ 19,107 | R\$ 19,107 | R\$ 6,259 | R\$ 12,848 | | |
| Ano 3 | R\$ 10,887 | R\$ 10,887 | R\$ 3,732 | R\$ 7,155 | | |
| Orçamento OPEX | Solicitado | Disponível | Realizado | Sobra | Restrição Forçada | |
| Ano 1 | R\$ 150 | R\$ 120 | 120 | - | | |
| Ano 2 | R\$ 170 | R\$ 150 | 70 | 80.00 | | |
| Ano 3 | R\$ 230 | R\$ 230 | 50 | 180.00 | | |

Figura 28 – Simulação

Fonte: Autor

Através deste relatório é possível avaliar o resultado dos indicadores com os projetos selecionados pela otimização, fornecendo assim a previsibilidade dos indicadores ao longo dos três anos relacionando com o volume de investimento necessário, bem como o aumento do OPEX.

4.3.1.3 Detalhes e Cenários

Novamente são descritos as relações existentes entre os projetos, bem como sua obrigatoriedade.

Além disso, existe a possibilidade de gerenciar cenários para futuras comparações por meio dos botões de Acrescentar em cenário e Limpar cenário. Primeiramente é necessário inserir qual é o número do cenário que deseja salvar as opções variam entre 1 e 5 e são inseridas na célula cinza exposta na Figura 29. Após a escolha do número do cenário desejado, salva-se um cenário pressionando o botão Acrescentar em Cenário. O botão Limpar Cenário limpa toda a base de cenários previamente salvos.

Figura 29 – Detalhes e Cenários
Fonte: Autor

4.3.2 Relatório Gerencial de Análise Cenários

Cada um dos cenários salvos é gravado na Análise Cenários para compreender os detalhes de cada um dos resultados segundo os dados descritos no item 4.1.1..

As Figuras 30 e 31 são exemplos de cenários que podem ser analisados.

| Nome | Alocado | Orçamento Solicitado | | | Cenário 1 | | | | | | | | |
|------------|---------|----------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|--|
| | | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA | |
| Projeto 01 | 1 | R\$ 1,697 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 02 | 1 | R\$ 1,152 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 03 | 0 | R\$ - | R\$ 1,152 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 04 | 1 | R\$ 1,550 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 05 | 1 | R\$ 884 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 06 | 1 | R\$ 925 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 07 | 1 | R\$ 2,000 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 08 | 1 | R\$ 1,124 | R\$ 756 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 09 | 1 | R\$ 944 | R\$ 400 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 10 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 11 | 1 | R\$ 466 | R\$ 217 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 12 | 1 | R\$ 1,113 | R\$ 1,167 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 13 | 1 | R\$ 963 | R\$ 684 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 14 | 1 | R\$ - | R\$ 944 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 15 | 1 | R\$ - | R\$ 1,637 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 16 | 1 | R\$ - | R\$ 1,090 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 17 | 1 | R\$ - | R\$ 1,202 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 18 | 1 | R\$ - | R\$ 1,434 | R\$ 724 | | | | | | | | | |
| Projeto 19 | 1 | R\$ - | R\$ 1,762 | R\$ 724 | | | | | | | | | |
| Projeto 20 | 1 | R\$ - | R\$ 1,802 | R\$ 465 | | | | | | | | | |
| Projeto 21 | 1 | R\$ - | R\$ 342 | R\$ 372 | | | | | | | | | |
| Projeto 22 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ 742 | | | | | | | | | |
| Projeto 23 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ 689 | | | | | | | | | |
| Projeto 24 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ 522 | | | | | | | | | |
| Projeto 25 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ 1,030 | | | | | | | | | |
| Projeto 26 | 1 | R\$ 932 | R\$ 368 | R\$ 624 | | | | | | | | | |
| Projeto 27 | 1 | R\$ 778 | R\$ 316 | R\$ 1,887 | | | | | | | | | |
| Projeto 28 | 1 | R\$ 1,997 | R\$ 885 | R\$ 1,509 | | | | | | | | | |
| Projeto 29 | 1 | R\$ 393 | R\$ 1,291 | R\$ 620 | | | | | | | | | |
| Projeto 30 | 1 | R\$ 1,847 | R\$ 1,658 | R\$ 979 | | | | | | | | | |

| Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|------------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 5 | 4,5 | 100 | 6 | 6 | 50 |
| Ano 2 | | 10 | 9 | 200 | 12 | 12 | 100 |
| Ano 3 | | 16 | 14,4 | 320 | 19,2 | 19,2 | 160 |

| Redução Possível | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 6 | 5 | 108 | 5 | 6 | 54 |
| Ano 2 | | 12 | 12 | 213 | 13 | 17 | 137 |
| Ano 3 | | 15 | 18 | 296 | 16 | 25 | 196 |

| Redução Atingida Acumulada | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|----------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 6 | 5 | 108 | 5 | 6 | 54 |
| Ano 2 | | 12 | 12 | 213 | 13 | 17 | 137 |
| Ano 3 | | 15 | 18 | 305 | 17 | 25 | 200 |

| Redução X Meta | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|----------------|-----|------|-------------|---------------|--------------|-------------|------|
| Ano 1 | | 122% | 115% | 108% | 90% | 108% | 112% |
| Ano 2 | | 118% | 131% | 106% | 109% | 140% | 135% |
| Ano 3 | | 94% | 125% | 95% | 90% | 128% | 124% |

| Avaliação do Orçamento | Solicitação | Disponível | Realizado | Sobra | Importancia \$ não gasto |
|------------------------|-------------|------------|------------|-----------|--------------------------|
| Ano 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ - | - |
| Ano 2 | R\$ 19,107 | R\$ 19,107 | R\$ 17,955 | R\$ 1,152 | - |
| Ano 3 | R\$ 10,887 | R\$ 10,887 | R\$ 10,887 | R\$ - | - |

Figura 30 – Exemplo Cenário 1
Fonte: Autor

| Nome | Alocado | Orçamento Solicitado | | | Cenário 2 | | | | | | | | |
|------------|---------|----------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|--|
| | | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA | |
| Projeto 01 | 0 | R\$ 1,697 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 02 | 1 | R\$ 1,152 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 03 | 1 | R\$ - | R\$ 1,152 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 04 | 1 | R\$ 1,550 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 05 | 1 | R\$ 884 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 06 | 1 | R\$ 925 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 07 | 1 | R\$ 2,000 | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 08 | 1 | R\$ 1,124 | R\$ 756 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 09 | 1 | R\$ 944 | R\$ 400 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 10 | 1 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 11 | 1 | R\$ 466 | R\$ 217 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 12 | 1 | R\$ 1,113 | R\$ 1,167 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 13 | 1 | R\$ 963 | R\$ 684 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 14 | 1 | R\$ - | R\$ 944 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 15 | 0 | R\$ - | R\$ 1,637 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 16 | 0 | R\$ - | R\$ 1,090 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 17 | 1 | R\$ - | R\$ 1,202 | R\$ - | | | | | | | | | |
| Projeto 18 | 0 | R\$ - | R\$ 1,434 | R\$ 724 | | | | | | | | | |
| Projeto 19 | 0 | R\$ - | R\$ 1,762 | R\$ 724 | | | | | | | | | |
| Projeto 20 | 0 | R\$ - | R\$ 1,802 | R\$ 465 | | | | | | | | | |
| Projeto 21 | 1 | R\$ - | R\$ 342 | R\$ 372 | | | | | | | | | |
| Projeto 22 | 0 | R\$ - | R\$ - | R\$ 742 | | | | | | | | | |
| Projeto 23 | 0 | R\$ - | R\$ - | R\$ 689 | | | | | | | | | |
| Projeto 24 | 0 | R\$ - | R\$ - | R\$ 522 | | | | | | | | | |
| Projeto 25 | 0 | R\$ - | R\$ - | R\$ 1,030 | | | | | | | | | |
| Projeto 26 | 1 | R\$ 932 | R\$ 368 | R\$ 624 | | | | | | | | | |
| Projeto 27 | 1 | R\$ 778 | R\$ 316 | R\$ 1,887 | | | | | | | | | |
| Projeto 28 | 0 | R\$ 1,997 | R\$ 885 | R\$ 1,509 | | | | | | | | | |
| Projeto 29 | 1 | R\$ 393 | R\$ 1,291 | R\$ 620 | | | | | | | | | |
| Projeto 30 | 1 | R\$ 1,847 | R\$ 1,658 | R\$ 979 | | | | | | | | | |

| Meta de Redução do Indicador | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|------------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 5 | 4,5 | 100 | 6 | 6 | 50 |
| Ano 2 | | 10 | 9 | 200 | 12 | 12 | 100 |
| Ano 3 | | 16 | 14,4 | 320 | 19,2 | 19,2 | 160 |

| Redução Possível | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 6 | 5 | 108 | 5 | 6 | 54 |
| Ano 2 | | 12 | 12 | 213 | 13 | 17 | 137 |
| Ano 3 | | 15 | 18 | 296 | 16 | 25 | 196 |

| Redução Atingida Acumulada | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|----------------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------------|-------------|-----|
| Ano 1 | | 6 | 4 | 99 | 5 | 6 | 51 |
| Ano 2 | | 11 | 9 | 172 | 12 | 15 | 104 |
| Ano 3 | | 12 | 12 | 204 | 14 | 20 | 123 |

| Redução X Meta | DEC | FEC | Compensação | Perda Técnica | Perda com em | Compensação | TMA |
|----------------|-----|------|-------------|---------------|--------------|-------------|------|
| Ano 1 | | 114% | 98% | 99% | 90% | 108% | 109% |
| Ano 2 | | 109% | 99% | 86% | 96% | 122% | 121% |
| Ano 3 | | 74% | 83% | 64% | 74% | 102% | 97% |

| Avaliação do Orçamento | Solicitação | Disponível | Realizado | Sobra | Importancia \$ não gasto |
|------------------------|-------------|------------|------------|-----------|--------------------------|
| Ano 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 15,071 | R\$ 3,694 | 1,0 |
| Ano 2 | R\$ 19,107 | R\$ 19,107 | R\$ 10,497 | R\$ 8,610 | 1,0 |
| Ano 3 | R\$ 10,887 | R\$ 10,887 | R\$ 4,482 | R\$ 6,405 | 1,0 |

Figura 31 – Exemplo Cenário 1
Fonte: Autor

O objetivo deste relatório é resgatar os resultados alcançados em cada cenário avaliado para que o responsável, pela formulação da carteira final de projetos aprovados, possa realizar análises detalhadas entre os cenários.

4.3.3 Relatório de Análise Ano1

A Análise Ano1 é um relatório de comparação de cenários, ou seja, diferentes carteiras de projetos para o horizonte de um ano. Este é construído comparando em gráfico de barras todos os cenários gerados e suas contribuições aos indicadores.

Para facilitar a compreensão esse relatório será dividido em Gráfico e Resumo Financeiro.

O gráfico apresentado é um comparativo entre a Redução obtida, a Meta e a redução máxima gerada se todos os projetos fossem realizados.

As barras vermelhas são denominadas Redução Máx com carteira, ou seja, a redução que seria obtida para cada um dos indicadores se todos os 30 projetos fossem realizados. As barras azuis com diferentes tonalidades de cores representam os cenários salvos.

A primeira barra azul do lado direito de cada barra vermelha representa o Cenário1, a segunda o Cenário2 e assim sucessivamente até o Cenário5. A linha preta pontilhada representa a Meta de 100% para cada um dos indicadores.

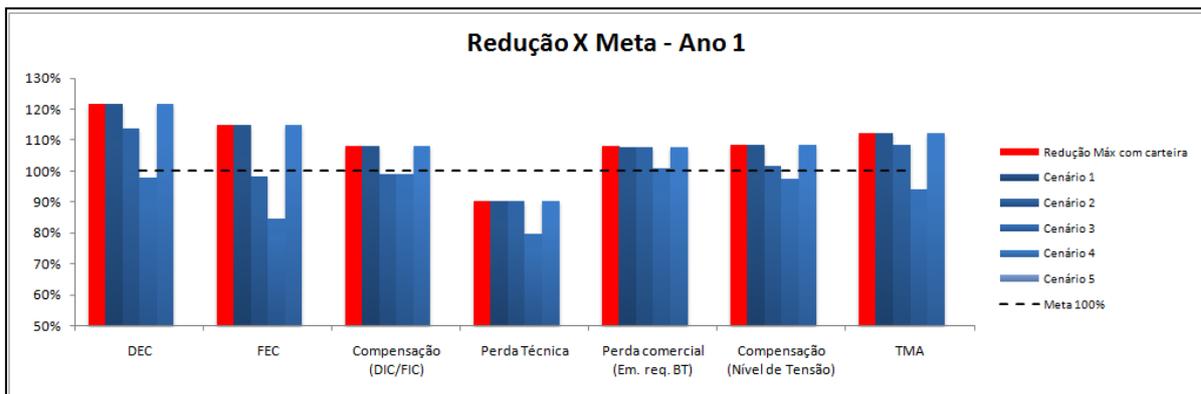


Figura 32 – Análise Ano1 (Gráfico)

Fonte: Autor

O Resumo Financeiro apresenta um resumo dos cenários salvos no que concerne a orçamento, importância do dinheiro não gasto, redução média atingida e quantidade de projetos realizados.

| | Orçamento Ano 1 | | | | Importancia \$ não gasto | Ano 1 Redução Média Atingida | Total Proj. Realizados |
|-----------|-----------------|------------|------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | Solicitação | Disponível | Realizado | Sobra | | | |
| Cenário 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ - | 0 | 109% | 29 |
| Cenário 2 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 15,071 | R\$ 3,694 | 1 | 103% | 19 |
| Cenário 3 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 11,958 | R\$ 6,807 | 2 | 93% | 16 |
| Cenário 4 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 17,068 | R\$ 1,697 | 2 | 109% | 18 |
| Cenário 5 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | 0 | 0 | 0 |

Figura 33 – Análise Ano1 (Relatório)

Fonte: Autor

4.3.3.1 Exemplo de Análise

Para exemplificar uma análise, será realizada uma comparação entre o Cenário1 e o Cenário2.

No Cenário1 todas as metas são atingidas, exceto o indicador Perda Técnica. Esse indicador atinge o máximo possível, todavia não é suficiente para chegar à meta. Esse cenário possui uma carteira com 29 projetos, com redução média de 109% dos indicadores e o dinheiro gasto é igual ao disponível.

No Cenário2 as metas FEC, Compensação (DIC/FIC) e Perda Técnica não são atingidas, mas FEC e Compensação (DIC/FIC) ficam próximas a meta. Perda Técnica atinge o máximo possível, assim como no Cenário1. Esse cenário possui uma carteira com 19 projetos com redução média de 103% dos indicadores e o dinheiro gasto é menor que o disponível, gerando uma sobra de R\$3.694.000.

No Cenário1 a importância para o dinheiro não gasto era zero, já no Cenário2 o peso era de um, gerando uma economia de capital para o Cenário2.

De forma conclusiva, esse relatório permite a comparação de cenários e análise dos *trade-offs* existentes entre capital, redução gerada pelos indicadores, portfólio de projetos.

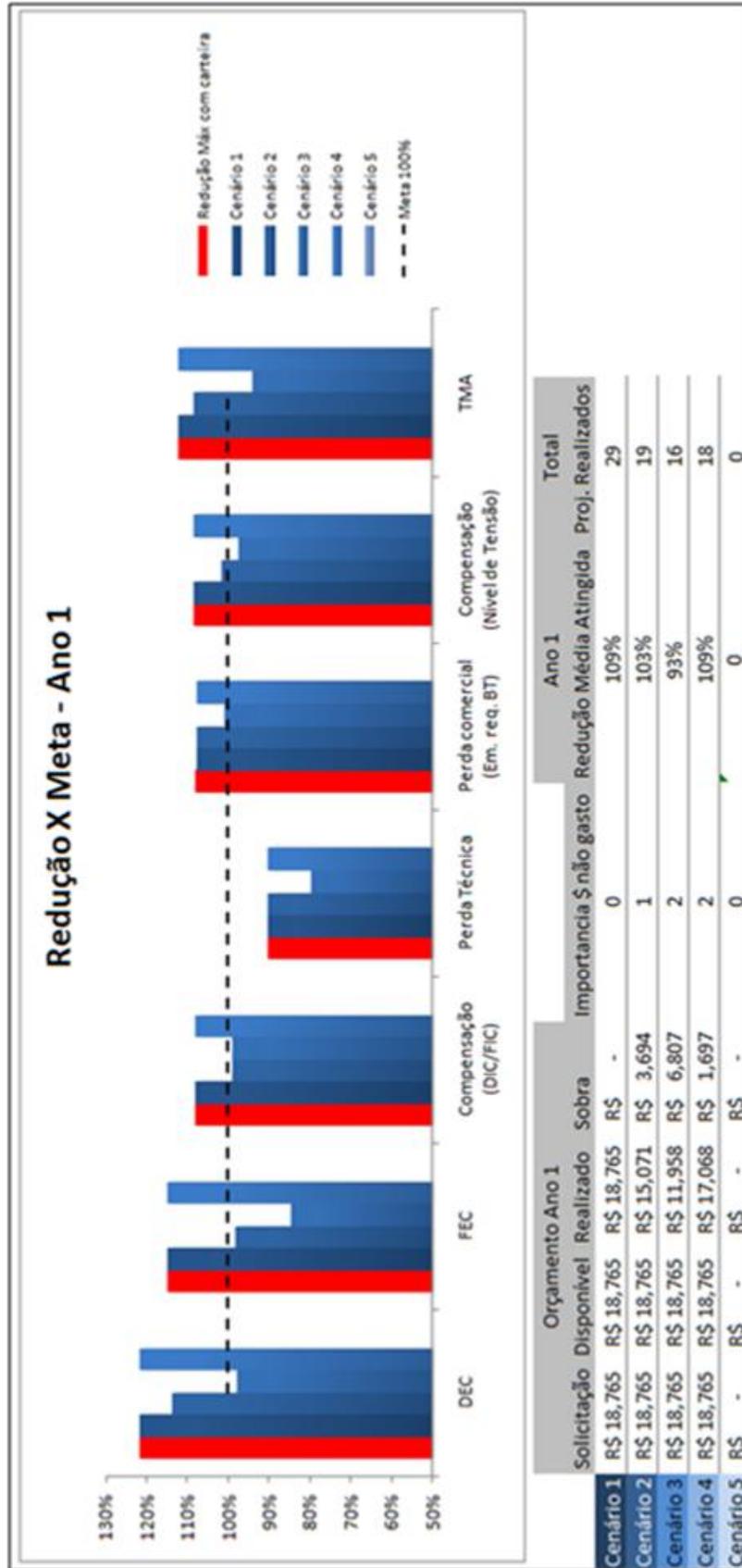


Figura 34 – Análise Ano 1 (Visão Geral)
 Fonte: Autor

4.3.4 Relatório Análise 3 Anos

A diferença existente entre a Análise Ano1 e a Análise 3 Anos são os gráficos, uma vez que o primeiro apresenta apenas o retrato da carteira para o ano base e o segundo mostra o desempenho do portfólio do longo de três anos – Figura 35.

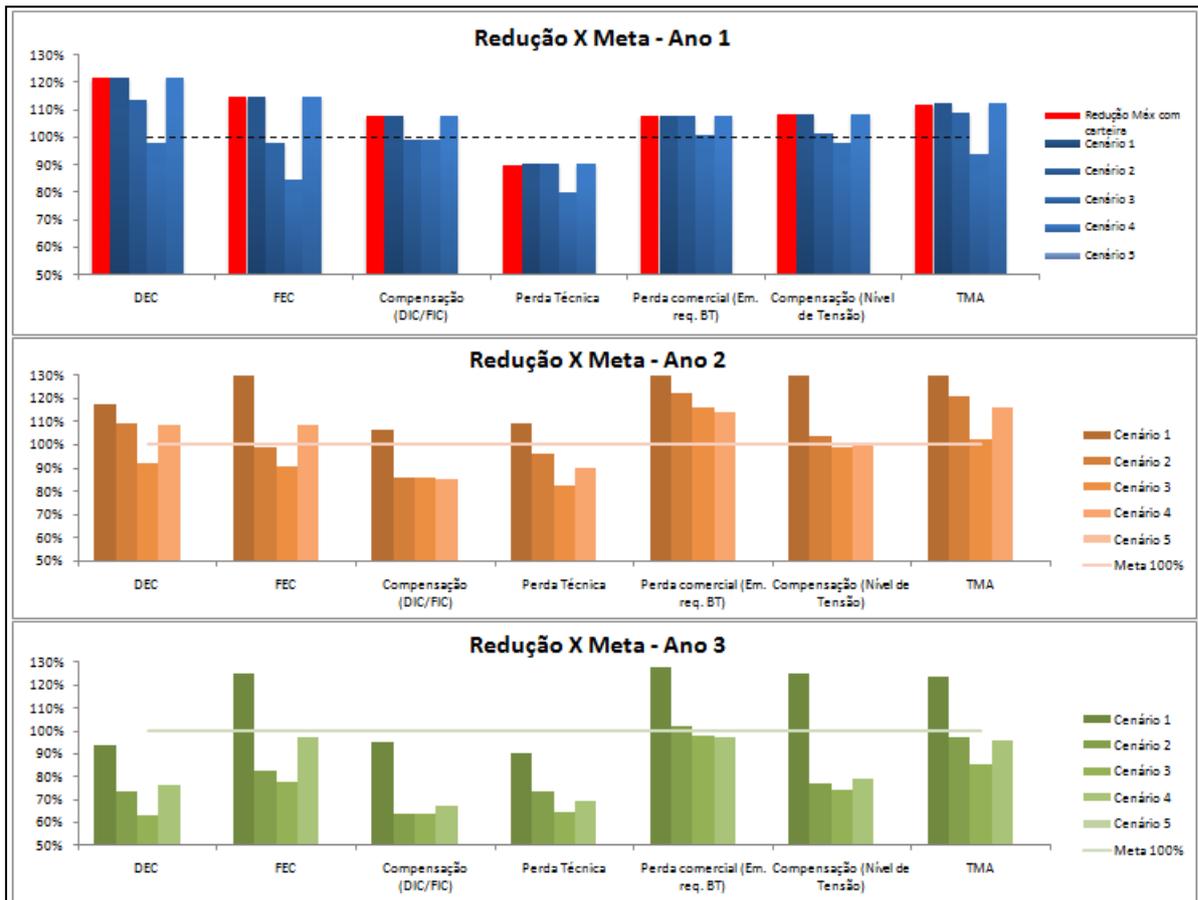


Figura 35 – Análise 3 Anos
Fonte: Autor

4.3.4.1 Exemplo de Análise

No Cenário1, como citado no item 4.1.6 é inviável atingir o indicador de Perda Técnica, todavia para o mesmo cenário no Ano2, todos os indicadores são alcançados.

No Cenário2, como citado no item 4.1.6, três indicadores não eram atingidos FEC, Compensação (DIC/FIC) e Perda Técnica, assim como ocorre no Ano2.

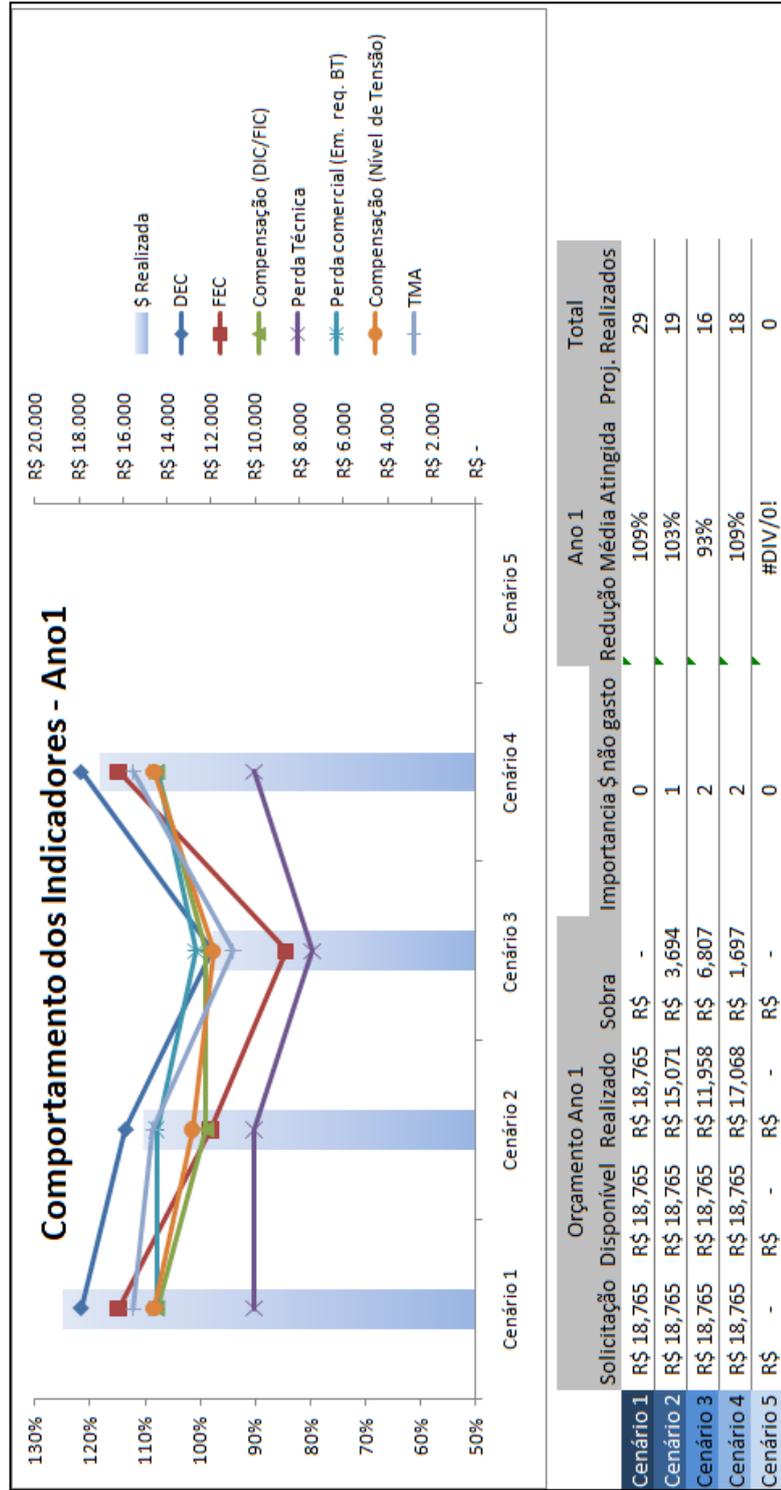
Com relação ao Ano3 quatro dos sete indicadores do Cenário1 atingem a meta, em contrapartida apenas um indicador do Cenário2 atinge a meta.

Por fim, essa análise ao longo de três anos possibilita averiguar a força da carteira em termos de curto (1ano), médio (2anos) e longo (3anos) prazo.

4.3.5 Relatório Análise Ano1 – Comportamento dos Indicadores

Novamente as diferenças existentes entre os relatórios anteriores é a comparação gráfica estabelecida. A diferença deste relatório para o Relatório de Análise Ano1 é a estrutura do gráfico, neste gráfico os cenários estão representados no eixo X e os indicadores são representados por linhas.

Nesse item há a percepção do valor realizado para execução dos projetos e o comportamento dos indicadores para cada um dos cenários, representados pelas barras e pelas linhas respectivamente.



| | Orçamento Ano 1 | | | Ano 1 | | | Total |
|-----------|-----------------|------------|------------|-----------|--------------------------|------------------------|-------|
| | Solicitação | Disponível | Realizado | Sobra | Importancia \$ não gasto | Redução Média Atingida | |
| Cenário 1 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ - | 0 | 109% | 29 |
| Cenário 2 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 15,071 | R\$ 3,694 | 1 | 103% | 19 |
| Cenário 3 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 11,958 | R\$ 6,807 | 2 | 93% | 16 |
| Cenário 4 | R\$ 18,765 | R\$ 18,765 | R\$ 17,068 | R\$ 1,697 | 2 | 109% | 18 |
| Cenário 5 | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ - | 0 | #DIV/0! | 0 |

Figura 36 – Comportamento dos Indicadores – Ano 1
 Fonte: Autor

4.3.5.1 Exemplo de Análise

Nesse relatório, podemos identificar os indicadores mais voláteis em relação ao volume de capital necessário.

Com base gráfica, Perda Técnica se mantém constante no Cenário1, Cenário2 e Cenário4. Contudo FEC é mais volátil com relação ao capital utilizado para a composição da carteira de projetos.

Além disso, esse gráfico sugere o levantamento de hipóteses que podem ajudar no refinamento do modelo mais aderente a realidade operacional. Por exemplo, aparentemente há a necessidade de desenvolver projetos viáveis relacionados à redução do indicador de Perda Técnica, pois o indicador não atinge a meta de 100% independente da injeção de capital.

4.3.6 Relatório Contribuição do Projeto para redução do *GAP*

Esse relatório permite avaliar a contribuição de cada projeto para a redução dos *gaps* dos indicadores para cada ano de análise (3anos). Seu principal objetivo é avaliar se há algum projeto que não esteja sendo realizado e que possa contribuir fortemente para algum indicador que ainda não tenha a meta atingida com a carteira de projetos escolhida.

Na Figura 37 os projetos se encontram no eixo horizontal e a porcentagem de cobertura dos *gaps* se encontra no eixo vertical. As barras representam quanto cada projeto contribui para redução dos *gaps* existentes. Por exemplo, o Projeto26 contribui aproximadamente 19% e o Projeto 28 contribui aproximadamente 17%, ou seja, juntos contribuem aproximadamente 36% para a redução do *gap* de FEC para o Ano1.

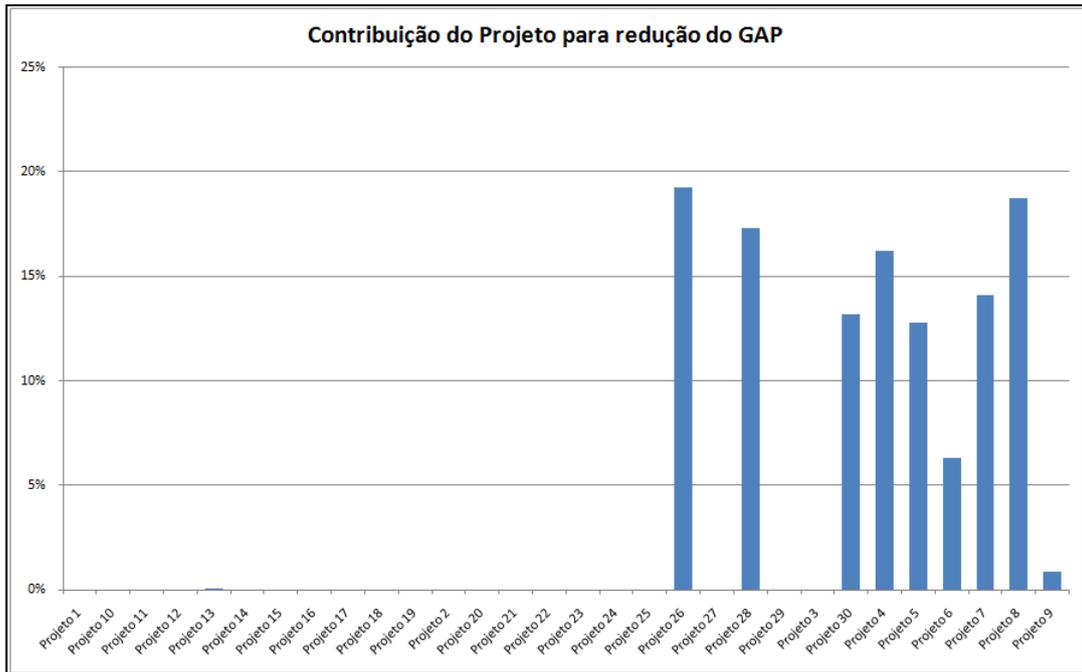


Figura 37 – Ano1 – FEC
Fonte: Autor

Ademais, essa análise pode ser realizada para mais de um indicador em diferentes períodos em relação aos anos. Como efeito ilustrativo a Figura 38. o indicador DEC é representado pelas barras vermelhas enquanto FEC pelas barras azuis, ambas para o Ano1. As barras verdes representam DEC para o Ano2.

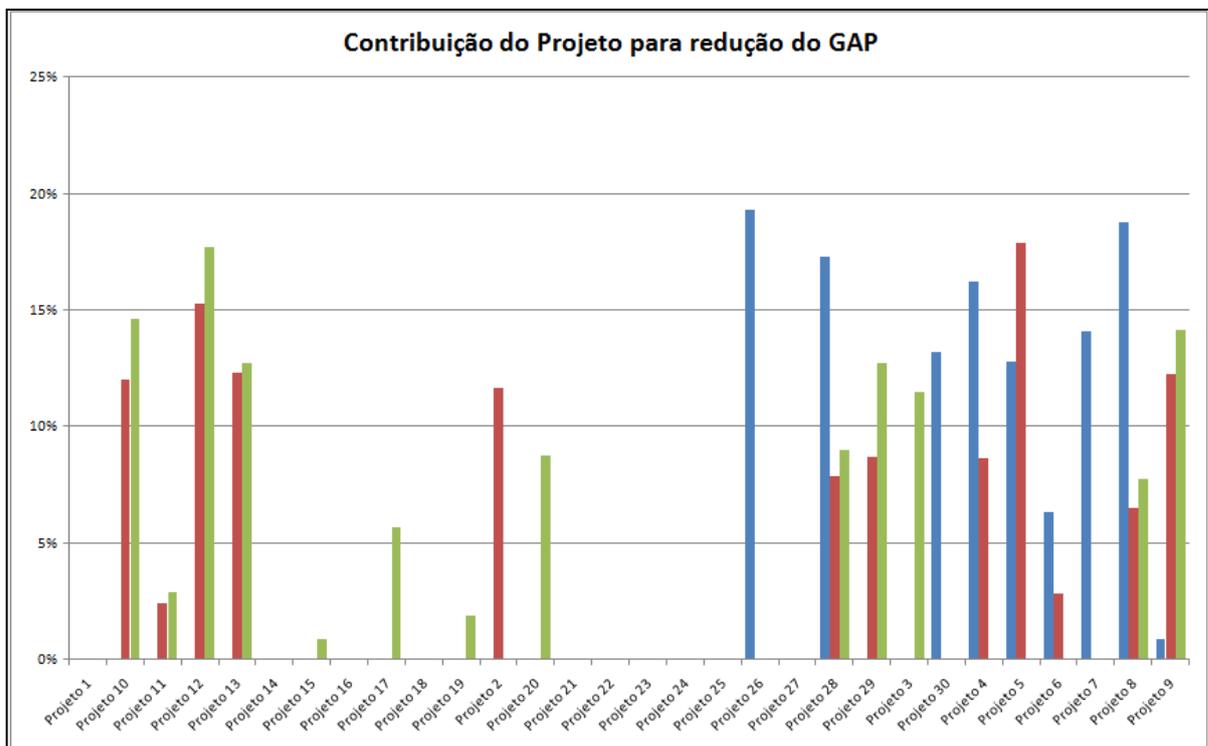


Figura 38 – Ano1 (DEC e FEC) e Ano2 (DEC)
Fonte: Autor

4.4 Processo de utilização do método

A seguir está apresentada a proposta do processo de aplicação do método no ambiente empresarial:

- a) Parametrização do modelo e cadastro dos limites de Investimentos e indicadores;
- b) Cadastro dos projetos (Capex, impacto no Opex e contribuição na melhoria dos indicadores);
- c) Cadastro do relacionamento de projetos;
- d) Análise de consistência da base de dados cadastrada;
- e) Áreas de planejamento operacional realizam a avaliação inicial dos projetos e respectivo potencial da carteira de projetos;
- f) Geração de cenários alternativos;
- g) Discussão e análise dos cenários gerados e escolha do cenário favorito;
- h) Realização de ajustes no cenário favorito;
- i) Avaliar a necessidade de eventual relaxamento de metas e/ou aumento de investimentos para melhoria dos ganhos da carteira de projetos;
- j) Fechar proposta de orçamento e trajetória de indicadores da Empresa e elaborar relatório de orçamento;
- k) Reunião Final de Aprovação da Carteira.

A proposta de utilização do método foi estruturada com base no simulador desenvolvido para este projeto. A aplicação prática deste método deve ser discutida em maior profundidade de forma a respeitar a idiossincrasia de cada empresa.

5 CONCLUSÃO

O Setor Elétrico Brasileiro está em um processo de amadurecimento e regulação muito intenso desde 2001 quando houve a grande crise no setor. A ANEEL possui um papel muito importante de processo, pois fomenta a capacidade gerencial de todo o Sistema Interligado Nacional regulamentando este processo.

Com a regulação da ANEEL as empresas distribuidoras de energia elétrica precisam cada vez mais obter controle e previsibilidade operacional, pois os indicadores de qualidade de produto e serviço, bem como os indicadores de perdas, impactam diretamente na tarifa praticada ao consumidor final e por consequência em sua lucratividade. Assim, o processo de seleção de projetos de investimentos é um dos grandes contribuintes para este elemento.

A seleção de projetos é uma disciplina que vem sendo estudada desde a década de sessenta, (GOMORY, WILLIAM, 1960). Porém, as aplicações até o momento não aplicavam as diversas técnicas desenvolvidas à mensuração do impacto dos projetos em indicadores operacionais. Seus enfoques principais foram a mensuração dos indicadores financeiros e alocação de recursos.

Assim, o método proposto neste estudo se mostrou viável na eliminação desta lacuna ferramental, pois através da aplicação de programação por metas foi possível construir um modelo de seleção de projetos de investimentos que minimizasse os *gaps* dos indicadores operacionais e respeitasse as restrições orçamentárias das empresas.

Além da necessidade de estruturar um método de seleção de projetos que permita a análise do impacto dos indicadores operacionais, é importante ressaltar que este processo é na realidade um processo decisório. Desta forma, além das implicações técnicas do processo de seleção é necessário avaliar se a complexidade analítica do processo decisório foi minimizada com a utilização deste método.

Keeney (1982) argumentava que a complexidade do processo decisório não deve ser evitada, porém para minimizá-la é necessário escolher e utilizar os métodos corretos para cada caso. Ele propôs doze características interrelacionadas que contribuem para a complexidade do processo decisório. Ao avaliar as características propostas é possível verificar que o método proposto minimiza seus impactos:

- a) Múltiplos Objetivos: O método proposto possui uma grande habilidade ao tratar este tema, pois a programação por metas foi desenvolvida para este tipo de

situação. Inclusive é possível ponderar a importância de cada um dos objetivos de acordo com a visão da empresa;

- b) Dificuldade de identificar boas alternativas: Se mostrou mais simples a avaliação das boas alternativas através da construção estrutural proposta, na qual é mensurada a relação de cada projeto com cada indicador;
- c) Intangibilidade: A inserção de fatores intangíveis não foram contempladas no modelo proposta, porém é possível desenvolver indicadores qualitativos e incorporá-los a este método;
- d) Horizontes de longo prazo: O método propõe um modelo com o horizonte de três anos, assim, é possível a empresa distribuidora de energia prever os resultados a longo prazo;
- e) Diversos grupos impactados: O método torna transparente o impacto em cada indicador e a importância de cada projeto para o resultado final. Logo, o método propicia uma visão sistêmica dos efeitos dos projetos selecionados;
- f) Riscos e Incertezas: Os riscos e incertezas no processo decisório podem ser mitigados com a qualidade do desenvolvimento dos projetos e necessidades no futuro. Porém o método não inclui a análise de risco do projeto e sua execução;
- g) Riscos à vida: O método permite a incorporação de indicadores relacionados à segurança bem como a sua importância frente aos outros indicadores.
- h) Multidisciplinar: Quanto maior for a contribuição de uma equipe multidisciplinar no desenvolvimento dos projetos mais assertivo será a previsibilidade do resultado. Caso a empresa desenvolva de maneira multidisciplinar seus projetos o método contribuirá para a minimização deste efeito;
- i) Múltiplos decisores: O método torna transparente a condição e critérios nas quais os projetos foram selecionados, desta forma a discussão sobre os resultados entre os decisores é estruturada e clara;
- j) *Trade-offs*: Os impactos nos indicadores ao aumentar o investimento ou realizar ou não um determinado projeto se mostraram transparentes na aplicação do método. Esta questão ficou evidente nos exemplos de análise dos relatórios no capítulo 4.
- k) Percepção ao risco: O método não inclui a análise de risco, porém uma avaliação qualitativa da carteira pode ser realizada pela empresa e caso deseje alterar a lista de projetos é possível prever os impactos nos indicadores;
- l) Seqüência natural dos fatos: A utilização freqüente do método desenvolve um processo de aprendizagem na empresa aumentando sua efetividade ao longo do

tempo, pois a clareza dos efeitos, de cada decisão, são traduzidos nos indicadores operacionais.

Portanto o método contribui para a minimização dos efeitos da complexidade do processo decisório, prevendo e simulando com clareza e previsibilidade a relação entre os recursos financeiros investidos e seu resultado operacional.

Conforme apresentado ao longo desta dissertação, este método é uma proposta de modelo de seleção de projetos com base na minimização dos *gaps* de indicadores operacionais

Porém, este método apresenta grande flexibilidade. Não necessariamente devem ser utilizados indicadores operacionais, este formato de seleção pode ser aplicado a qualquer processo de seleção de projeto com características homogêneas os quais influenciem na variação de indicadores mensuráveis e quantitativos. Desta forma, sempre que houver relação em projetos e indicadores, este método pode ser utilizado.

Logo, outros setores, além do elétrico, podem aplicar este método em seu processo de seleção projetos de investimento.

5.1 Premissas e Limitações do Método

Por se tratar de um novo método se faz necessário apresentar as premissas e limitações para que se possa adotar este formato de seleção de projetos de investimentos.

As premissas e limitações apresentadas neste item foram levantadas pelo autor na elaboração desta dissertação. É importante que na aplicação estas questões sejam discutidas para avaliar as particularidades de cada empresa.

São consideradas premissas:

- a) Processo bem definido de elaboração de projetos: O processo de elaboração de projetos consiste na construção do projeto com base em alguma metodologia de gestão de portfólio de projetos, por exemplo, a metodologia apresentada pelo PMI, aqui disponível no item 2.3. Isso garante a padronização da estrutura dos projetos e facilita a avaliação dos projetos;
- b) Processo consolidado da utilização do método: A empresa que planeja utilizar este método deverá previamente definir como será o processo interno de utilização e definir as responsabilidades. Construir um plano de comunicação e capacitação também auxilia na absorção do conhecimento da equipe envolvida no processo;

- c) Métricas bem definidas para avaliação do impacto dos projetos nos indicadores:
Para que os projetos sejam comparáveis é necessário que as métricas de avaliação do impacto nos indicadores sejam compartilhadas pela empresa. Esta premissa é a mais importante para o sucesso da implantação do método.
- d) Metas claras para os indicadores e seus valores correntes: Por se tratar de um método baseado na avaliação de *gaps* dos indicadores, quanto mais claras e bem definidas as metas dos indicadores, maior será aderência do resultado;
- e) Implantação do método em um sistema interno robusto para dar velocidade e segurança ao processo de seleção e análise de cenários;
- f) Acompanhamento e divulgação dos resultados dos projetos selecionados através do método: Esta premissa é aplicada após a seleção dos projetos, seu objetivo é buscar aderência e aumentar a previsibilidade dos resultados para a empresa.

São consideradas limitações:

- a) Somente projetos com o perfil descrito no item 3.1 podem ser avaliados através deste método;
- b) A empresa deve possuir um método eficaz para mensurar o impacto dos projetos nos indicadores;

5.2 Processo de implantação do método

Devido à estrutura do método, a empresa necessita se preparar para obter as novas informações necessárias para avaliar os projetos, bem como redesenhar seus processos internos. Segue uma proposta do processo de implantação do método:

- a) Definição dos indicadores que serão avaliados;
- b) Definição das métricas de impacto dos projetos nos indicadores;
- c) Adequação do processo atual à utilização do método;
- d) Definição de um procedimento de validação do impacto do projeto nos indicadores por uma equipe isenta;
- e) Capacitação dos responsáveis pela elaboração de projetos e análise de cenários;
- f) Criar um plano de comunicação do novo processo de seleção de projetos,

- g) Estruturar um processo de acompanhamento e monitoração dos resultados dos projetos, após a seleção dos mesmos, para verificar a aderência do planejado e realizado.

É importante ressaltar que o nível de maturidade em gestão de projetos da empresa influenciará no processo de implantação, podendo ser necessária a adição de novas etapas no processo proposto. Porém o detalhamento do processo de implantação deverá ser direcionado em futuros estudos.

5.3 Pesquisas Futuras

O modelo de simulação desenvolvido pelo método deixa clara a sua aplicabilidade técnica, porém outros temas devem ser endereçados para que sua efetividade no ambiente empresarial seja avaliada. Desta forma segue uma proposta de temas a serem abordados em pesquisas futuras:

- a) A problemática da fragilidade das métricas de impacto dos projetos nos indicadores;
- b) O processo de implantação deste método;
- c) O processo de utilização deste método;
- d) Avaliação dos setores que poderiam utilizar este método.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST - Módulo 7– Cálculo de Perdas na Distribuição**. 2010a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo7_Revisao_1.pdf>. Acesso em: 15 set. 2010
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST - Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica**. 2010b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo8_20122005_R0.pdf>. Acesso em: 15 set. 2010
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Mercado de Distribuição**. 2010c. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=48&idPerfil=2>>. Acesso em: 16 set. 2010
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Distribuição de Energia Elétrica**. 2010d. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=77&idPerfil=2>>. Acesso em: 16 set. 2010
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Monitoramento da Qualidade**. 2010e. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=83&idPerfil=2>>. Acesso em: 16 set. 2010
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. Project portfolio selection and management. In: MORRIS, P. W. G.; PINTO, J. K. (org.) **The wiley Guide to Managing Project**. Canada: John Wiley & Sons, 2004. p.237-255.
- BAZERMAN, M. H. **Processo Decisório para Cursos de Administração, Economia e MBAs**. 3.ed., Rio de Janeiro, Campus, 2004.
- BENJAMIN, C. O. A Linear Goal-Programming Model for Public-Sector Project Selection. **The Journal of the Operational Research Society**, Inglaterra: v. 36, n. 1, p. 13-23, Jan.1985.
- BERNARD, W. T. III.; MOORE, L. J.; EDWARD, R. C. R & D Project Selection and Manpower Allocation with Integer Nonlinear Goal Programming. **Management Science**, Estados Unidos: v. 28, n. 10, p. 1149-1158, Out. 1982.
- CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Visão Geral das Operações na CCEE**. Disponível em:

<http://www.ccee.org.br/StaticFile/Arquivo/biblioteca_virtual/Treinamento/Visao_Geral_Operacoes_CCEE_final.pdf>. Acesso em: 21 out. 2010.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. **Management Models and the Industrial Applications of Linear Programming**. New York: Management Science, 1961, V.1 e 2.

CUSHING, B. E. The Application Potential of Integer Programming. **The Journal of Business**, Chicago, v. 43, n. 4, p. 457-467, Out. 1970.

DEAN, J. W.; SHARFMAN, J.; SHARFMAN, M. P. Does Decision Process Matter? A Study of Strategic Decision-Making Effectiveness. **The Academy of Management Journal**, Estados Unidos, v. 39, n. 2, p. 368-396, Abr.1996.

DUARTE, M. D. O. de. **Modelo Multicritério para Seleção de Portfolio de Projetos considerando Sinergia**. 2007. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FREDRICKSON, J. W.; MITCHELL, T. R. Comprehensiveness and Performance in an Industry with an Unstable Environment. **The Academy of Management Journal**, Estados Unidos, v. 27, n. 2, p. 399-423, Jun. 1984.

GASTALDO, M. M. **Os agentes do mercado de energia elétrica**. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed38_direito_em_energia_elettrica.pdf>. Acesso em: 15 out. 2010.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N.; IYOGUN, P. A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling. **The Journal of the Operational Research Society**, Estados Unidos, v. 50, n. 7, p. 745-755, Jul. 1999.

GOMES, L.; MOREIRA, A. Da Informação à Tomada de Decisão: Agregando Valor Através dos Métodos Multicritério. **RECITEC**, Recife, v. 2, n. 2, p.117-139, 1998.

GOMORY, R. E.; WILLIAM, J. B. Integer Programming and Pricing. **Econometrica**, Estados Unidos, v. 28, n. 3, p. 521-550, Jul. 1960.

HIAS, R. L.; JONES, G. D. C. **Um Estudo do Processo de Gerenciamento das Demandas de Investimentos em Ativos Imobilizados: O Caso de uma Empresa de Telecomunicações**. 2010. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos10/240_MODELO2010-Seget-VersaoFinal.pdf>. Acesso em: 26 set. 2010.

IGNIZIO, J. P. A Review of Goal Programming: A Tool for Multiobjective Analysis. **The Journal of the Operational Research Society**, Estados Unidos, v. 29, n. 11, pp.1109-1119 Nov. 1978.

IJIRI, Y. **Management Goals and Accounting For Control**. Amsterdam: North-Holland, 1965.

JONES, D. F. Goal Programming in the Period 1990-2000. In: EHRGOTT, M.; GANDIBLEUX, X. **Multiple Criteria Optimization: State of the Art Annotated Bibliographic Surveys**. United Kingdom: Springer Verlag, 2004. p. 129-170.

KEENEY, R. L. Decision Analysis: An Overview. **Operations Research**, Estados Unidos, v. 30, n. 5, p. 803-838, Out. 1982.

KELLEY, J. R. JR. Critical Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis. **Operations Research**, Estados Unidos, v. 9, n. 3, p. 296-320, Jun. 1961.

KEOWN, A. J.; TAYLOR, B. W.; DUNCAN, C. P. Allocation of Research and Development Funds: A Zero-One Goal Programming Approach. **Omega**, Washington, v. 7, p. 345-351, Abr. 1979.

LANDI, M. **Energia Elétrica e Políticas Públicas: A experiência do setor elétrico Brasileiro no período de 1934 a 2005**. 2006. 219f. Tese (Doutorado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo

LIMA, J.L. **Estado e Energia no Brasil: O setor elétrico no Brasil: das origens à criação da Eletrobrás (1890-1962)**. São Paulo: IPE/USP, 1984.

LOCKETT, A. G.; FREEMAN, P. Probabilistic Networks and R & D Portfolio Selection. **Operational Research Quarterly**, Estados Unidos, v. 21, n. 3, p. 353-359, Set. 1970.

MARSHALL, A. **Principles of Economics**. 8. Ed. New York: Macmillan and Co, 1920.

MINTZBERG, H.; RAISINGHANI, D.; THÉORÊT, A. The Structure of "Unstructured" Decision Processes. **Administrative Science Quarterly**, New York, v. 21, n. 2, pp. 246-275, Jun. 1976.

MORAES, E. F. **Um Modelo de Programação Matemática para Otimizar a Composição de Lotes de Minério de Ferro da Mina Cauê da CRVD**. 2005. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Mineral) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto

ORAL, M.; KETTANI, O.; LANG, P. A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects. **Management Science**, Estados Unidos, v. 37, n. 7, p.871-885, Jul. 1991.

PHILIPS, S. JR.; MOHAMED, I. D. Solving the Project Time/Cost Tradeoff Problem Using the Minimal Cut Concept. **Management Science**, Estados Unidos, v. 24, n. 4, p. 393-400, Dec. 1977.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge**. 4.ed. Pensilvânia: Project Management Inst, 2008.

RABBANI, M. et al. A Comprehensive Model for R And D Project Portfolio Selection with Zero-One Linear Goal-Programming. **International Journal of Engineering**, Iran, v. 19, n. 1, p. 55-66, Abr. 2006.

ROMERO, C. A general structure of achievement function for a goal programming model. **European Journal of Operational Research**. Madri, v. 153, n. 3, p. 675-686, Mar. 2004.

SAINT'S, J. **Instalações Elétricas**. 2010. Disponível em: <<http://aprendaaconstruirereformar.blogspot.com/2010/10/instalacoes-eletricas.html>>. Acesso em: 20 out. 2010.

SANTANA, D. P. et al. Goal Programming como Ferramenta de Gestão. In: Simpósio FUCAPE de produção científica, **Anais Eletrônicos...** Vitória, Ed.4, 2006, Disponível em: <<http://www.fucape.br/simposio/4/artigos/dimitri.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2010.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. 26. ed. Rio de Janeiro, Best Seller, 2010.

SIMON, H. A. Rational Decision Making in Business Organizations. **The American Economic Review**, Estados Unidos, v. 69, n. 4, p. 493-513, Set. 1979.

STEWART, T. J. Goal programming and cognitive biases in decision-making. **The Journal of the Operational Research Society**, Estados Unidos, v.56, n. 10, p.1166-1175, Fev. 2005.

SONCINI, P. **Modelagem Multicriterial para Análise de Projetos de Investimento – O caso de uma distribuidora de energia elétrica**. 2008. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ULIANA, A. P. de. **Utilização de Programação por Metas como Auxílio à Tomada de Decisão na Distribuição de Gás Natural**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

WINKOFSKY, E. P.; BAKER, N. R.; SWEENEY, D. J. A Decision Process Model of R&D Resource Allocation in Hierarchical Organizations. **Management Science**, Estados Unidos, v. 27, n. 3, p. 268-283, Mar. 1981