



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS GUSTAVO ARANGO

**ANÁLISE ECONÔMICA E REGULATÓRIA DO COMPARTI-  
LHAMENTO DA INFRAESTRUTURA ENTRE EMPRESA DE  
DISTRIBUIÇÃO E OPERADORAS DE TELECOMUNICA-  
ÇÕES ATRAVÉS DE UM MODELO DE MERCADO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica

Área de Concentração: Sistemas Elétricos de Potência

Orientador: Prof. Ph.D. Benedito Donizeti Bonatto  
Coorientador: Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona

**Mai 2015**  
**Itajubá – MG – Brasil**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS GUSTAVO ARANGO

**ANÁLISE ECONÔMICA E REGULATÓRIA DO COMPARTI-  
LHAMENTO DA INFRAESTRUTURA ENTRE EMPRESA DE  
DISTRIBUIÇÃO E OPERADORAS DE TELECOMUNICA-  
ÇÕES ATRAVÉS DE UM MODELO DE MERCADO**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 29  
de Maio de 2015, conferindo ao autor o título de de  
*Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos de Potência

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Carlos Marcio Vieira Tahan

Prof. Dr. Hector Arango

Prof. Dr. João Guilherme de Carvalho Costa

Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona (Coorientador)

Prof. Ph.D. Benedito Donizeti Bonatto (Orientador)

**Maio 2015**

**Itajubá – MG – Brasil**



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

**A N E X O I**  
**FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

Título da Dissertação: **“Análise econômica e regulatória do compartilhamento da infraestrutura entre empresa de distribuição e operadoras de telecomunicações através de um modelo de mercado”**

Autor: **Lucas Gustavo Arango**

**JULGAMENTO**

Examinadores	Conceito	Rubrica
	A = Aprovado - R = Reprovado - I = Insuficiente	
2º	A	
3º	A	
4º	A	
5º	A	

**Observações:**

- (1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
  - (2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.
  - (3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Neste caso o candidato deverá apresentar novo trabalho. A banca deve definir como avaliar a nova versão da Dissertação.
- Este documento terá a validade de 60 (sessenta) dias a contar da data da defesa da Dissertação.

Resultado Final: Conceito:   A  , ou seja,   APROVADO  

Observações: \_\_\_\_\_

Itajubá, 29 de maio de 2015.

Prof. Dr. Hector Arango  
2º Examinador - UNIFEI

Prof. Dr. João Guilherme de Carvalho Costa  
3º Examinador - UNIFEI

Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona  
4º Examinador (Co-orientador) - UNIFEI

Prof. Dr. Benedito Donizeti Bonatto  
5º Examinador (Orientador) - UNIFEI

# AGRADECIMENTOS

A Deus por ser uma fonte de fé, amor, inspiração e motivação em todos os dias de minha vida.

Ao professor Ph.D. Benedito Donizeti Bonatto, pela orientação e incentivo ao longo desta dissertação, por traçar estratégias vencedoras e efetivas.

Ao meu avô Dr. Hector Arango, por ser uma referência e um exemplo a ser seguido na área de engenharia e economia, pela disposição em me atender, pelas discussões enriquecedoras, pela paciência e comprometimento.

Ao professor e coorientador Dr. Edson de Oliveira Pamplona, por me abrir o caminho na área de Finanças e me dar mais força e subsídios para que eu cada vez mais me encante pela área econômica e financeira dentro da engenharia.

Aos meus pais Héctor Gustavo Arango e Elza Maria de Souza Arango, pelo apoio incondicional e pelo entusiasmo mostrados na execução deste trabalho.

Aos meus irmãos Rodrigo Andrés Arango e Pedro Esteban Arango, pelo apoio, bem como pelo companheirismo e amizade ao longo de minha vida.

A empresa Matrix Engenharia em Energia, através de seus diretores Gil Fortes Vasconcelos e Sérgio Lúcio Cabral, pelo projeto desafiador, pela motivação, pelas discussões com o time, pelo Workshop e pelo apoio financeiro.

A todos os colegas e amigos do GESIS, CERIn e escritório da Matrix em Itajubá, pelo acolhimento, respeito e suporte nos momentos que mais necessitava.

A todos os que contribuíram de alguma forma para minha formação profissional e pessoal.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro.

*A todas as pessoas, que por destino cruzaram  
minha vida nestes últimos dois anos de luta  
intensa e foram o combustível para eu  
seguir motivado, até mesmo em  
situações em que respirava  
por aparelhos.  
A minha família em especial.*

*“As you go the way of life,  
You will see a great chasm.  
Jump.  
It is not as wide as you think.”*

Joseph Campbell, em *Reflections on the Art of Living*.

*“Preparar o futuro é construir o presente.”*  
Antoine de Saint-Exupéry

# RESUMO

Existe um histórico de conflitos entre empresas elétricas e operadoras de telecomunicações sobre o compartilhamento da infraestrutura de distribuição de energia, na qual energia e informação são transportadas e fornecidas aos consumidores. Os modelos atuais de preços que definem o valor do aluguel do ponto do poste a ser pago pelas operadoras de telecom têm atraído muitas críticas. Este trabalho tem como objetivo propor dois modelos econômicos do compartilhamento do poste, a fim de estabelecer o aluguel do ponto de poste numa base objetiva, talvez eliminando algumas das críticas que envolvem esse assunto desde sua origem. Além disso, estas propostas são capazes de determinar o valor a ser transferido para os consumidores finais de energia para diminuir sua tarifa. Para apoiar as propostas foi concebida uma representação do compartilhamento em relação aos ativos financeiros, incluindo os mecanismos de regulação e o princípio de otimização do bem-estar social em que se baseiam as políticas públicas. Os custos diretos do compartilhamento foram estimados e receberam um tratamento de risco através de ferramentas de gerenciamento de risco. Uma simulação de um contrato de um ano entre uma empresa de energia elétrica e uma operadora acessante foi realizada a fim de se determinar o preço justo do aluguel para a operadora de telecom, garantindo o equilíbrio econômico e financeiro da empresa de energia elétrica e uma tarifa razoável para os consumidores finais de energia.

**Palavras-chave:** Modelo de Mercado Elétrico, Economia, Compartilhamento de Infraestrutura, Modicidade Tarifária, Regulação, Gerenciamento de Risco, Bem-Estar Social.

# ABSTRACT

There is a history of conflicts between electricity and telecommunications companies about the sharing of the infrastructure over which energy and information are conveyed and supplied to consumers. The current pricing models that define the rental value per point of the pole to be paid by telecom have attracted many criticisms. This work aims to propose two models of the economics of pole attachment in order to establish the renting of the pole point on an objective basis, perhaps eliminating some of the criticism, which involves that matter from its inception. Additionally, these proposals are able to determine the value to be transferred to end use energy consumers to subsidize their tariff. To support the proposals it was devised a representation of the sharing regarding to financial assets, including the regulation mechanisms and the social welfare optimization principle on which public policies are based. The sharing costs were estimated with a risk treatment through risk management tools. A simulation of one-year contract between an electric and a telecommunication company was performed in order to determine the fair price of rent to telecom ensuring the economic and financial balance of the electricity company and the reasonable tariff to end use energy consumers.

**Keywords:** Electricity Market Model, Economics, Infrastructure Sharing, Reasonable Tariff, Regulation, Risk Management, Social Welfare.

# SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>vi</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Símbolos</b> .....	<b>xi</b>
<b>Capítulo 1: Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1. Considerações Iniciais .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo Geral .....	2
1.2.2. Objetivos Específicos .....	2
1.3. Justificativa da Escolha .....	3
1.4. Metodologia da Pesquisa .....	3
1.4.1. Classificação da Pesquisa .....	3
1.5. Estrutura do Trabalho .....	5
<b>Capítulo 2: Estado da Arte</b> .....	<b>7</b>
2.1. Estado da Arte no Brasil .....	7
2.1.1. Definições .....	7
2.1.2. Regulação associada ao compartilhamento .....	8
2.1.3. Histórico da determinação do Preço de Referência.....	10
2.1.4. Modicidade Tarifária .....	13
2.1.5. Situação atual do compartilhamento.....	14
<b>2.2. Estado da Arte no Exterior</b> .....	<b>28</b>
2.2.1. EUA .....	28
2.2.2. Canadá .....	34
2.2.3. Reino Unido (UK) .....	35
<b>Capítulo 3: Custos e Investimentos diretos de compartilhamento da infraestrutura</b> .....	<b>37</b>
3.1. Introdução .....	37
3.2. Levantamento dos custos diretos do compartilhamento (OPEX) .....	37
3.2.1. Custos diretos de Implantação .....	38
3.2.2. Custos diretos de Operação e Manutenção .....	40

3.3.	Investimentos diretos do compartilhamento (CAPEX) .....	42
3.3.1.	Situação atual dos investimentos diretos .....	42
3.4.	Representação financeira dos custos e investimentos diretos .....	43
3.4.1.	Custos diretos de Implantação .....	43
3.4.2.	Custos diretos de Operação e Manutenção (O&M).....	44
3.4.3.	Investimentos diretos do compartilhamento .....	45
<b>Capítulo 4: Teoria do Risco .....</b>		<b>46</b>
4.1.	Introdução .....	46
4.2.	Definição de Risco .....	46
4.3.	Distribuições de Probabilidade .....	47
4.3.1.	Distribuição Normal .....	48
4.4.	Gerenciamento do Risco Financeiro .....	49
4.4.1.	Identificação do Risco .....	51
4.4.2.	Mensuração do Risco.....	53
4.5.	Métodos de Previsão e Projeção .....	57
4.5.1.	Séries Temporais .....	57
<b>Capítulo 5: Propostas de Modelagem do Compartilhamento .....</b>		<b>64</b>
5.1.	Introdução .....	64
5.2.	Proposta 1 de modelagem do preço de aluguel:.....	65
5.2.1.	Introdução .....	65
5.2.2.	Representação ilustrativa do modelo proposto .....	65
5.2.3.	Representação financeira do modelo proposto da E.D.....	66
5.2.4.	Parametrização do modelo proposto da E.D .....	67
5.2.5.	Otimização do modelo para a garantia do equilíbrio financeiro da distribuidora de energia Elétrica.....	68
5.3.	Proposta 2 de modelagem do preço de aluguel:.....	69
5.3.1.	Introdução .....	69
5.3.2.	Representação ilustrativa do modelo proposto .....	69
5.3.3.	Representação financeira do modelo da E.D.....	70
5.3.4.	Parametrização do modelo da E.D .....	71
5.3.5.	Otimização do modelo para a garantia do equilíbrio financeiro da distribuidora de energia elétrica .....	72
5.4.	Determinação do Preço de Aluguel .....	72
5.5.	Determinação da Modicidade Tarifária .....	73

5.5.1.	Proposta 1 .....	73
5.5.2.	Proposta 2 .....	74
<b>Capítulo 6: Simulações e Resultados .....</b>		<b>76</b>
6.1.	Determinação do custo direto a ser utilizado no contrato de um ano .....	76
6.1.1.	Introdução .....	76
6.1.2.	Histórico dos custos diretos de uma empresa elétrica .....	76
6.1.3.	Inflacionando os custos diretos do compartilhamento para o ano da assinatura do contrato.....	77
6.1.4.	Projeção e previsão dos custos diretos do compartilhamento .....	78
6.1.5.	Cálculo da variação real dos custos diretos do compartilhamento .....	80
6.1.6.	Cálculo do VaR da variação dos custos diretos totais .....	83
6.1.7.	Estimando o custo direto a ser utilizado no contrato.....	84
6.2.	Propostas de determinação do preço do aluguel para o contrato de um ano .....	85
6.2.1.	Determinação do Fator de Espaço .....	85
6.2.2.	Proposta 1 .....	86
6.2.3.	Proposta 2 .....	94
6.2.4.	Análise Comparativa .....	96
<b>Capítulo 7: Conclusões.....</b>		<b>98</b>
7.1.	Recomendações para Trabalhos Futuros .....	99
<b>Referências Bibliográficas .....</b>		<b>100</b>
<b>Anexos.....</b>		<b>104</b>

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1-Visão sistêmica de um problema .....	5
Figura 2-1 – Regulação referente ao compartilhamento da infraestrutura de distribuição. ....	9
Figura 2-2 – Esquema dos Agentes participantes do Compartilhamento.....	10
Figura 2-3 – Diferença entre os preços mínimos e máximos estabelecidos nos contratos.....	12
Figura 2-4 – Configuração referente ao Compartilhamento.....	14
Figura 2-5 – Fluxos Físicos e Monetários do Compartilhamento. ....	16
Figura 2-6 – Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária CELG.....	18
Figura 2-7 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária CELESC. ....	19
Figura 2-8 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária EDP. ....	20
Figura 2-9 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária COELCE. ....	21
Figura 2-10 – Processo referente à homologação do contrato de compartilhamento.....	22
Figura 2-11 – Foto do poste com a angulação incorreta.....	26
Figura 2-12 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados I .....	26
Figura 2-13 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados II.....	27
Figura 2-14 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados III e IV .....	27
Figura 2-15 – Ilustração de um poste típico conforme normas do compartilhamento. ....	30
Figura 3-1 – Representação Gráfica da estimativa dos Custos diretos de implantação .....	43
Figura 3-2 – Estimativa dos custos diretos de implantação transformados em custos mensais .....	44
Figura 3-3-Representação Gráfica da estimativa dos Custos diretos de O&M.....	44
Figura 3-4-Estimativa dos custos diretos de O&M transformados em custos mensais.....	45
Figura 3-5 – Representação Gráfica do Investimento Direto do Compartilhamento .....	45
Figura 4-1 – Gráfico padrão de uma Distribuição Normal.....	48
Figura 4-2 – Estratégias de Gerenciamento de Risco.....	49
Figura 4-3 – Processo de Gestão do Risco. ....	50
Figura 4-4 – Tipos de Riscos Financeiros. ....	51
Figura 4-5 – Gráfico do VaR.....	54
Figura 4-6 – Processo da Simulação histórica para o cálculo do VaR de uma Carteira de Ativos.....	56
Figura 5-1-Representação Ilustrativa da Proposta 1 de Modelagem. ....	65
Figura 5-2-Diagrama Financeiro da Empresa Elétrica da Proposta 1. ....	66

Figura 5-3-Representação Ilustrativa da Proposta 2 de Modelagem.....	69
Figura 5-4-Diagrama Financeiro da Empresa Elétrica da Proposta 2 .....	70
Figura 6-1 – Contrato entre uma empresa elétrica e uma operadora de Telecom .....	76
Figura 6-2 – Gráfico de Previsão e Projeção dos Custos Diretos.....	79
Figura 6-3 - Variação dos Custos Diretos de Implantação.....	81
Figura 6-4 - Variação dos Custos Diretos de O&M. ....	82
Figura 6-5 - Variação dos Custos Diretos Totais. ....	82
Figura 6-6-Gráfico de Pizza do Espaço Utilizado pelos Ocupantes do Poste .....	86
Figura 6-7 - Fluxo de Caixa da Proposta 1 da Empresa Elétrica com ( $m = 0$ ).....	87
Figura 6-8 - Fluxo de Caixa da Empresa Elétrica no Aluguel de um ponto do poste com ( $m = 0$ ).....	88
Figura 6-9 - Proposta 1 ( $m = 0$ ) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel. ....	89
Figura 6-10 - Fluxo de Caixa da Proposta 1 da Empresa Elétrica com ( $m = 0,5$ ).....	90
Figura 6-11-Fluxo de Caixa da Empresa Elétrica no Aluguel de um ponto do poste com ( $m = 0,5$ ).....	91
Figura 6-12 - Proposta 1 ( $m = 0,5$ ) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel. ....	92
Figura 6-13 - Combinações de $m$ e $g$ para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da E.D.....	93
Figura 6-14-Combinações de $M$ e $RB$ para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da E.D.....	94
Figura 6-15-Proposta 2-Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel ....	95

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 – Classificação da pesquisa .....	4
Tabela 2-1 – Dados estatísticos apurados.....	11
Tabela 2-2 - Contratos de compartilhamento analisados.....	11
Tabela 2-3 – Expectativa de Melhoria no Processo de Compartilhamento entre os Órgãos Públicos .....	12
Tabela 2-4 – Síntese do percentual de receita destinado à modicidade tarifária de diversas atividades da E.D.....	13
Tabela 2-5 – Distância Mínima entre Condutores da AMPLA e da Ocupante .....	17
Tabela 2-6 – Distância Mínima entre Condutores da COELCE e da Ocupante.....	18
Tabela 2-7 – Síntese de alguns contratos de infraestrutura analisados.....	23
Tabela 2-8 – Síntese de alguns contratos de infraestrutura analisados.....	24
Tabela 2-9 – Diferença de preços para diferentes serviços .....	29
Tabela 2-10 – Estados com regulação própria para o compartilhamento (Independente da FCC) .....	29
Tabela 2-11 – Preço do Aluguel do Poste no Canadá .....	35
Tabela 4-1 – Descrição das Etapas de Gerenciamento de Risco .....	50
Tabela 4-2 - Descrição dos Riscos Financeiros .....	52
Tabela 4-3 – Comparação das Técnicas de Mensuração do VaR.....	57
Tabela 4-4 - Os oito Métodos Clássicos de Séries Temporais .....	58
Tabela 4-5 – Vantagens e Desvantagens dos Métodos Clássicos de Previsão .....	59
Tabela 5-1 - Modelo Parametrizado da Proposta 1 da Empresa Elétrica .....	67
Tabela 5-2 - Modelo Parametrizado da Proposta 2 da Empresa Elétrica .....	71
Tabela 6-1 – Histórico dos Custos Diretos de uma Empresa Elétrica.....	77
Tabela 6-2 - Custos Diretos Inflacionados para o ano da Assinatura do Contrato.....	78
Tabela 6-3 – Previsão e Projeção dos Custos Diretos. ....	79
Tabela 6-4-Estatística da Previsão.....	80
Tabela 6-5-Métodos de Previsão .....	80
Tabela 6-6 - Variação dos Custos Diretos. ....	81
Tabela 6-7 - Dados Financeiros da Empresa Elétrica.....	85
Tabela 6-8 - Espaço Utilizado pelos Ocupantes do Poste. ....	85

Tabela 6-9 – Proposta 1 ( $m = 0$ ) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel .....	88
Tabela 6-10 - Proposta 1 ( $m = 0,5$ ) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel .....	91
Tabela 6-11 - Proposta 2 - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel	95
Tabela 6-12 - Análise Comparativa dos Modelos Propostos .....	96
Tabela 6-13 – Proposta 1 ( $m = 0,5$ ) - Preço do Aluguel por ponto do poste para diferentes períodos de Contrato.....	97
Tabela 6-14 – Proposta 2 - Preço do Aluguel por ponto do poste para diferentes períodos de Contrato .....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS\*

R.D	Rede de distribuição
RB	Receita Bruta Operacional
RL	Receita Líquida
O&M	Operação e Manutenção
VR	Valor residual do ativo
FCC	<i>US Federal Communications Commission</i>
EBIT	<i>Earnings Before Interest and Taxes</i>
EBI	<i>Earnings Before Interest</i>
VPL	Valor presente líquido
OFCOM	<i>UK Office of Communications</i>
OFTEL	<i>UK Office of Telecommunications</i>
WACC	Weighted Average Cost of Capital
MW	<i>Megawatt</i>
MWh	Megawatt-hora
SMC	Simulação Monte Carlo
RMSE	<i>Rooted Mean Squared Error</i>
MMS	Média Móvel Simples
AES	Alisamento Exponencial Simples
MMD	Média Móvel Dupla
AED	Alisamento Exponencial Duplo
ARIMA	<i>Auto Regression Integrated Moving Average</i>
CAPEX	<i>Capital Expense</i>
OPEX	<i>Operational Expense</i>
ILEC	<i>Incumbent Local Exchange Carrier</i>
CLEC	<i>Competitive Local Exchange Carrier</i>
PIA	<i>Passive Infrastructure Access</i>

---

\* Várias abreviaturas são mantidas na língua inglesa por serem mais conhecidas nesta forma.

# LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu$	Alíquota de imposto que incide sobre a Receita Bruta Operacional
$g$	Percentual da Receita líquida que corresponde aos custos diretos
$G$	Custos Diretos Totais exclusivos do Compartilhamento
$h$	Percentual da Receita líquida que corresponde ao investimento
$B$	Investimento direto do compartilhamento
$d$	Depreciação percentual do ativo
$t$	Alíquota de impostos que incide sobre o EBIT
$r_w$	Custo ponderado médio de capital dos investidores do projeto
$V$	Valor adicionado bruto
$m$	Percentual da receita líquida que corresponde à modicidade tarifária
$M$	Valor Referente à Modicidade Tarifária
$VL$	Valor adicionado líquido
$n$	Período do contrato
$\alpha$	Nível de confiança
$t$	Ano da Assinatura do Contrato
$f_j$	Índice Inflacionário referente ao ano $j$
$Y_j$	Varição do custo direto de implantação
$\omega_j$	Custo direto de implantação inflacionado
$\Psi_j$	Varição do Custo direto de O&M
$\beta_j$	Custo direto de O&M inflacionado
$G_j$	Custos Diretos Totais inflacionados
$\delta_j$	Varição dos Custos diretos Totais Inflacionados
$\bar{\delta}$	Média da Varição dos Custos Diretos Totais Inflacionados
$\sigma_\delta$	Desvio Padrão da Varição dos Custos Diretos Totais Inflacionados
$\delta_\alpha$	Percentil da Varição dos Custos diretos referentes ao nível de confiança $\alpha$
$Z_\alpha$	Valor do desvio padrão referente a $\alpha$ de uma distribuição normal padronizada
$VaR_\delta$	<i>Value at Risk</i> da Varição dos Custos Diretos Totais
$\varphi$	Fator de Espaço
$\hat{G}$	Custo direto Total Estimado

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento de uma sociedade está intrinsicamente ligado ao desenvolvimento econômico e social que ocorre com destaque para as estratégias de desenvolvimento sustentável e para os aspectos sistêmicos do processo de inovação tecnológica.

Para haver um avanço econômico são necessárias medidas e políticas baseadas na melhor combinação econômica entre o poder público e privado.

Uma economia não pode ser autorregulada ou deixada livremente na mão dos agentes no que se denomina de economia de mercado. Esta afirmação pode ser justificada com fatos históricos como o caso do *crack* na NYSE no ano de 1929. Esta falta de intervenção do estado fez com que o economista inglês John Maynard Keynes propusesse um modelo misto baseado na economia de mercado com intervenção estatal.

Um dos indicadores do desenvolvimento econômico de um país é a capacidade deste país de produzir bens e serviços e um dos indicadores sociais diz respeito à qualidade da infraestrutura para o desenvolvimento dos serviços.

Focando em condições de infraestrutura um país consegue se desenvolver de forma mais organizada e rápida. As condições de infraestrutura não estão relacionadas tão somente com boas condições técnicas e de segurança, mas também, com todo o contexto econômico e regulatório que existe por trás.

Dissertando sobre o assunto, as leis e modelagens que existem sobre as infraestruturas compartilhadas são tão importantes ou mais que os aspectos técnicos e de segurança.

Levando em conta que algumas infraestruturas compartilhadas são instalações essenciais o modelo de compartilhamento baseado na maximização do bem-estar social deve ser buscado com exaustão.

A busca por esses modelos não são fáceis e até se conseguir chegar a um status elevado de maturidade, muitos conflitos são travados e a corte judicial se torna um agente fundamental nas resoluções dos mesmos.

Assim sendo, o estado através de seus agentes reguladores deve buscar através de estratégias de otimização do bem-estar social e políticas públicas, meios para tentar chegar a uma solução que equilibra o interesse dos agentes como um todo.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo apresentar propostas de determinação do preço de aluguel do ponto do poste para as operadoras ocupantes e discutir sobre o valor a ser transferido como modicidade tarifária dos consumidores de energia.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar o estado da Arte do compartilhamento do poste no Brasil e no exterior, levando em conta os aspectos regulatórios, técnicos e legais na formação do preço do aluguel e das condições contratuais.
- Levantamento e conceituação dos custos e investimentos diretos envolvidos no compartilhamento da rede de distribuição entre as empresas de distribuição e as operadoras de telecomunicações.
- Levantar os dados referentes à formação destes custos e apresentar a metodologia de conversão em custos mensais por ponto do poste.
- Analisar a incerteza na estimativa dos custos diretos exclusivos do compartilhamento e propor métodos de previsões através de séries temporais com menor erro e proteger a empresa elétrica contra altas variações de custos diretos com alto nível de confiança utilizando da metodologia do VaR.
- Propor modelos para inserir os custos e investimentos diretos de infraestrutura no marco financeiro da distribuidora permitindo o controle do seu impacto sobre o *EBIT*, lucro líquido e valor adicionado.
- Analisar como a modicidade tarifária impacta na produção de bem-estar público e no desempenho financeiro da empresa de distribuição, através da simulação com os modelos propostos.

### **1.3. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA**

O tema deste trabalho é justificado em função do histórico de conflitos existentes entre empresas elétricas e operadoras de telecomunicações em razão do compartilhamento dos postes, pelos quais energia e informação são transferidas e fornecidas aos consumidores. No Brasil, o modelo atual de determinação do preço de referência para solução de conflitos, tem atraído muitas críticas, de ambas as partes. Como consequência destes conflitos, a ANEEL promoveu a reabertura da audiência pública nº 007/2007, com o intuito de resolver estas questões. Muito além de estabelecer o preço de referência do aluguel dos postes, os órgãos públicos desejam uma metodologia de precificação que se apoie nos princípios de regulação do compartilhamento, obedecendo aos critérios técnicos, econômicos, regulatórios, legais e de segurança.

No mundo inteiro, os órgãos reguladores buscam metodologias econômicas para o compartilhamento, que se baseiam nos princípios econômicos de alocação eficiente de recursos e de maximização do bem-estar social dos agentes do compartilhamento como um todo.

O fato dos interesses entre os agentes serem conflitantes e divergentes, provoca o que se denomina de desequilíbrio quando existe um monopólio de uma infraestrutura essencial. Neste caso, o mercado por si só não se ajusta e aí a regulação é necessária. Por este fato, os órgãos reguladores são tão importantes com suas ações e medidas para buscar o equilíbrio coletivo como um todo.

No mundo inteiro buscam-se as melhores estratégias em busca do equilíbrio e geração de valor com estudos avançados e até mesmo a utilização de políticas públicas com o intuito de que o benefício dos postes que aqui se pode nomear de ativos escassos, possa ser realocado de maneira a garantir o bem-estar da sociedade como um todo.

### **1.4. METODOLOGIA DA PESQUISA**

#### **1.4.1. Classificação da Pesquisa**

A tabela 1-1 classifica a pesquisa realizada neste trabalho de diferentes formas, utilizando-se dos conceitos de Silva e Menezes (2005).

Tabela 1-1 – Classificação da pesquisa

<b>Classificação da Pesquisa</b>	<b>Conceito</b>	<b>Justificativa para a classificação da pesquisa</b>
Do ponto de vista da natureza: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa Aplicada</li> </ul>	A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.	Por ter interesse prático e pretender aplicar o conceito e os resultados.
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa Quantitativa</li> </ul>	A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).	Por fazer uso de técnicas científicas e estatísticas, desde a captura de dados até a representação dos resultados de maneira quantificável.
Do ponto de vista de seus objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa Exploratória</li> </ul>	A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas à torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico e entrevista com pessoas que tiveram experiência prática com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão.	Por estar baseado em levantamentos bibliográficos e por aprofundar os conhecimentos sobre o tema em questão.
Método: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelagem e Simulação</li> </ul>	A pesquisa em forma de estudo de caso envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.	Por construir um modelo com a finalidade de prever resultados.

Fonte: Baseado em Silva e Menezes (2005)

Entre esses modelos e os estudos do tipo quantitativo este trabalho adotou o proposto por Mitroff et al. (1974) denominado modelagem e simulação que pode ser representado pela Figura 1-1.

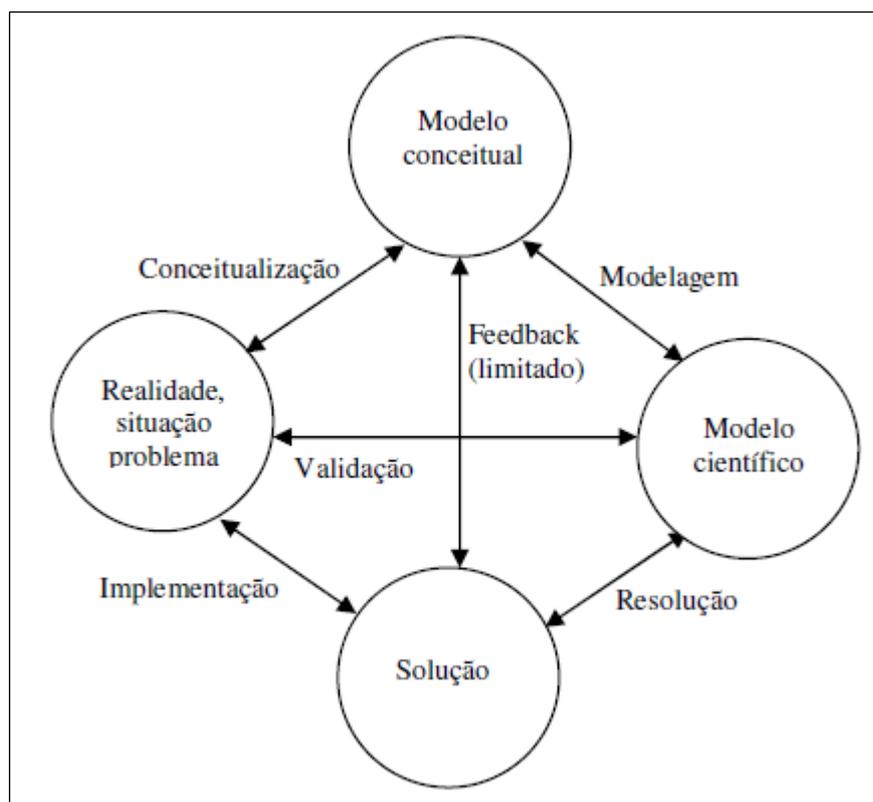


Figura 1-1-Visão sistêmica de um problema

Fonte: Mitroff *et al.* (1974).

## 1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em sete capítulos da seguinte maneira:

No primeiro capítulo são introduzidas as considerações iniciais sobre o tema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa da escolha do tema como dissertação, a metodologia de pesquisa, além da estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é executada uma ampla varredura sobre a bibliografia referente ao compartilhamento de poste no Brasil e em alguns países do exterior. Os aspectos contratuais técnicos, regulatórios e legais relevantes ao compartilhamento do poste são explicados e elucidados através de exemplos, seguindo as normas, diretrizes e resoluções aplicadas.

No terceiro capítulo são levantados e listados os principais custos e investimentos exclusivos do compartilhamento do poste. Estes custos e investimentos diretos são explanados e representados financeiramente no período de um contrato entre os agentes do compartilhamento.

O quarto capítulo consiste na aplicação da teoria de risco sobre a estimação dos custos diretos do compartilhamento a serem previstos no contrato de aluguel do ponto do poste. Neste capítulo, através do registro histórico dos custos diretos das empresas elétricas, são executadas previsões e projeções destes custos ao longo do período de contrato através de séries temporais e utiliza-se o método do *Value at Risk* (VaR) para proteger a empresa elétrica contra altas variações de custos com um alto nível de confiança.

No quinto capítulo são apresentadas duas propostas diferentes de modelagem do compartilhamento do poste com o intuito de se atingir a maximização do valor social para os agentes do compartilhamento.

O sexto capítulo consiste na simulação de um contrato de um ano firmado entre uma empresa elétrica e uma operadora acessante, utilizando-se dos modelos propostos. Inserido neste capítulo foi executada uma análise dos resultados atingidos.

No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões obtidas e as recomendações para futuros trabalhos.

# CAPÍTULO 2

## ESTADO DA ARTE

### 2.1. ESTADO DA ARTE NO BRASIL

#### 2.1.1. DEFINIÇÕES

##### 2.1.1.1 Compartilhamento de infraestrutura

Segundo Kozikoski (2005), o compartilhamento é o uso conjunto de infraestruturas construídas com o objetivo de servir de base para os serviços públicos de energia elétrica, água, saneamento, gás, telefonia, rodovias e ferrovias.

Ainda, o compartilhamento envolve o uso das estruturas físicas de uma prestadora de serviços públicos por outra, com o objetivo de otimizar as exigências de qualidade dos serviços prestados, mediante pagamento de preços módicos (KOZIKOSKI, 2005).

##### 2.1.1.2 Aluguel do ponto do poste

Atividade na qual a detentora da infraestrutura aluga um ponto no poste à seu poder para uma solicitante utilizar para realizar seus serviços.

##### 2.1.1.3 Modicidade Tarifária

Segundo Albuquerque (2009), modicidade tarifária é a garantia da menor contraprestação possível para a justa remuneração da concedente de uma infraestrutura para autorização de prestação de serviços. A missão da modicidade tarifária é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

#### 2.1.1.4 Preço de Referência

De acordo com Nota Técnica nº 0027/2006-SRD-SRE/ANEEL (2006), o termo “preço de referência” surgiu em virtude de se determinar um preço base para facilitar a resolução dos conflitos entre as empresas de distribuição e de operadoras de telecomunicação.

Ainda, conforme mesma nota técnica, como os contratos são executados livremente entre as duas partes, a solicitante da infraestrutura muitas vezes não concorda com o preço aplicado pela detentora e exige uma redução do preço. Em contrapartida a detentora alega que a redução no preço do aluguel não é possível em razão da detentora não conseguir arcar com os custos adicionais, incluindo os impostos. Em função destes conflitos o preço de referência é base para uma decisão jurídica para as autoridades legais na solução do problema.

#### **2.1.2. REGULAÇÃO ASSOCIADA AO COMPARTILHAMENTO**

Conforme Sundfeld (2005), o compartilhamento da infraestrutura é por lei algo que deve ser feito devido à necessidade do solicitante em utilizar a infraestrutura do detentor. A possibilidade de o solicitante criar uma nova infraestrutura para competir com o detentor, numa situação de duplicação de infraestrutura, é descartada pelas autoridades legais em razão da inviabilidade econômica e do caos criado em um ambiente público. Desta forma, o detentor não pode negar ao solicitante acesso à sua infraestrutura de distribuição.

Ainda, Sundfeld (2005) cita que o órgão governamental responsável por regular e fiscalizar as condições econômicas, principalmente, quanto ao preço do aluguel do poste é a ANEEL. Porém a mesma não tem a competência legal de definir o preço dos contratos. Os contratos são firmados livremente entre os agentes públicos conforme cita Art. 11 da resolução conjunta nº 001/99 em que preços a serem cobrados podem ser negociados livremente pelos interessados, observados os princípios da isonomia e da livre competição. A figura 2-1 ilustra o cenário descrito:

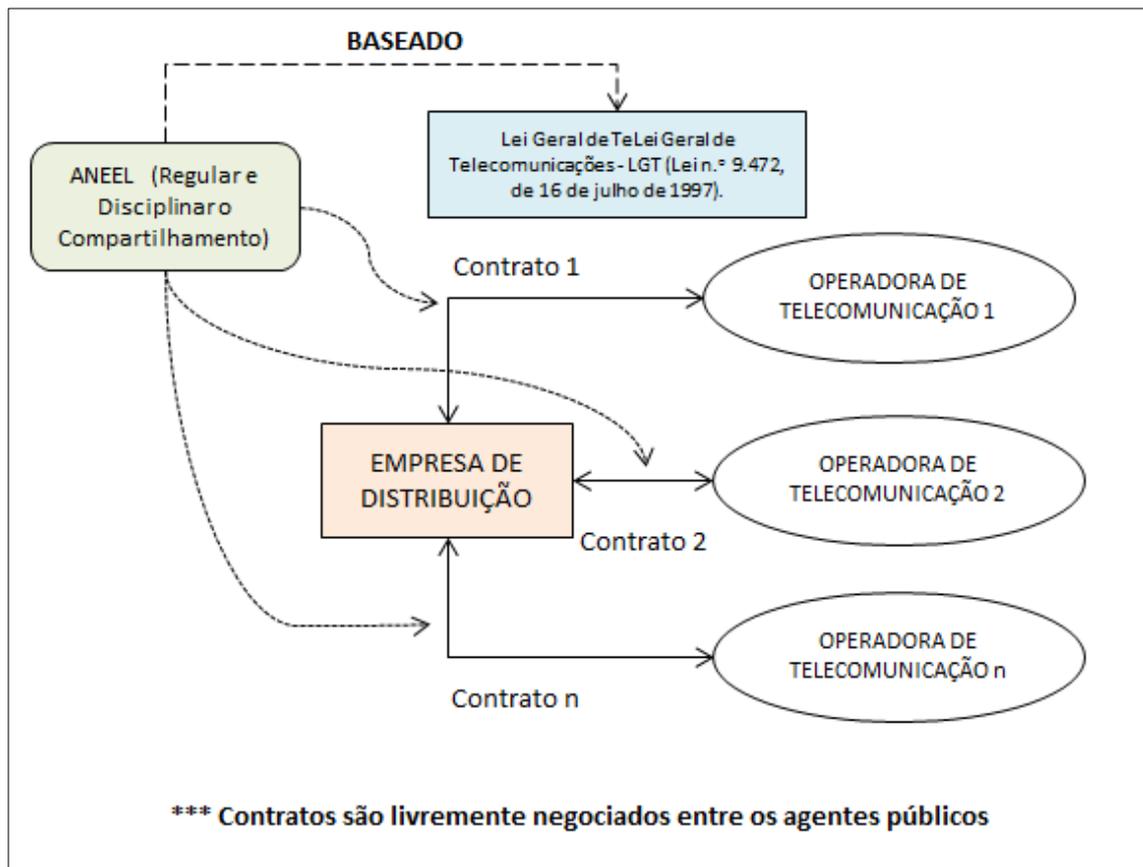


Figura 2-1 – Regulação referente ao compartilhamento da infraestrutura de distribuição.

Fonte: Elaborado pelo autor e baseado em Sundfeld (2005).

Após processo de licitação, uma única empresa de distribuição ganha a concessão da rede de distribuição em sua área de atuação. Como esta única empresa detém a administração da infraestrutura, a mesma é regulada pela ANEEL para não praticar preços abusivos a seus clientes, numa atividade conhecida como monopólio natural.

Por outro lado, a distribuidora de energia deve cobrar um valor justo para poder cobrir seus custos em razão do compartilhamento.

Um terceiro agente deve também ser remunerado. Este agente trata-se dos consumidores de energia que possui a atividade de compartilhamento prevista em sua tarifa para cobrir os custos da distribuidora. Desta forma, como meio de aplicar tarifas módicas, a ANEEL exige que parte do faturamento da distribuidora com a atividade do compartilhamento, seja revertida para os consumidores como forma de promover a modicidade tarifária.

O objetivo da ANEEL é equilibrar os interesses entre os agentes de forma a maximizar o bem-estar da sociedade como um todo. A figura 2-2 ilustra os agentes participantes do compartilhamento e o papel do órgão regulador.

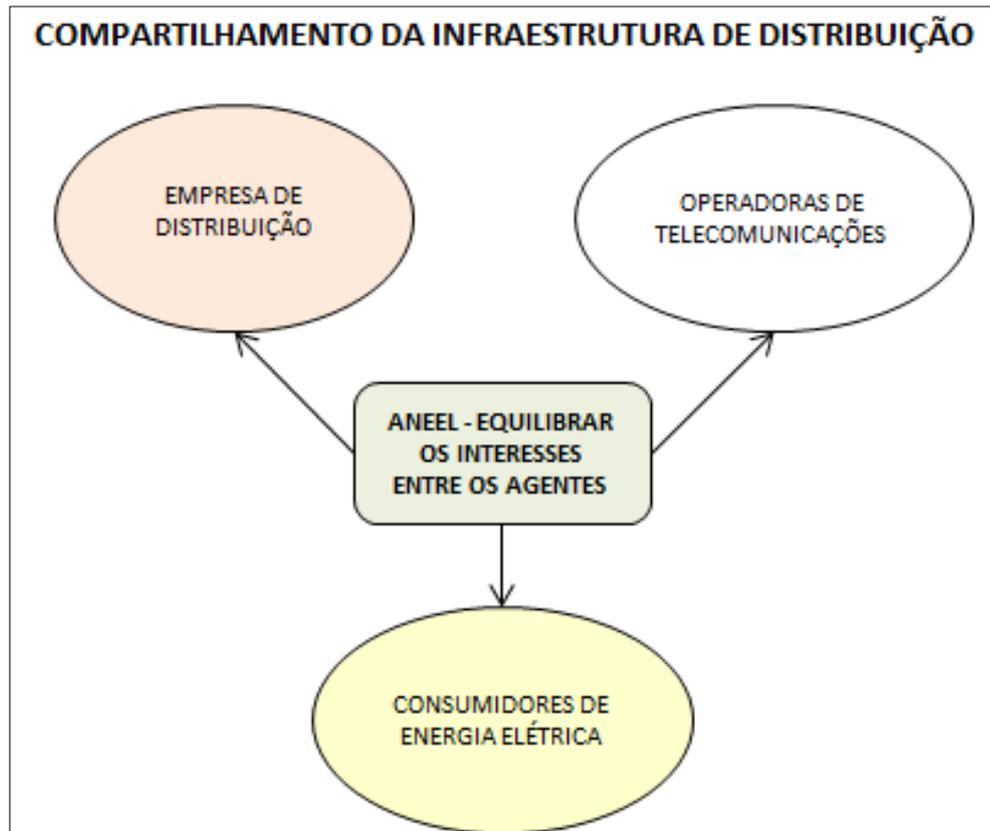


Figura 2-2 – Esquema dos Agentes participantes do Compartilhamento.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 2.1.3. HISTÓRICO DA DETERMINAÇÃO DO PREÇO DE REFERÊNCIA

A primeira proposta da determinação do cálculo do preço de referência conforme Nota Técnica nº 0035/2011-SRD/ANEEL (2011), foi a de considerar um valor de 0,6% do preço de um poste típico. Desta forma, o preço referência seria determinado através de um banco de preços referencial que deveria conter o preço de diversos tipos de postes.

Passado um tempo, foi verificado que o banco referencial de preços ainda não vigorava na ANEEL e a proposta não foi considerada viável.

A partir disto, foi necessário determinar uma nova metodologia para o cálculo do preço de referência.

A ideia, então, foi a análise dos preços de aluguel dos diversos contratos entre as partes no ano de 2009 e utilizar como preço de referência a média ponderada dos mesmos.

Segue a tabela 2-1 que ilustra a análise de resultados dos preços dos contratos entre as partes em 2009:

Tabela 2-1 – Dados estatísticos apurados

<b>DADOS ESTATÍSTICOS DO ALUGUEL DO PONTO DE SERVIÇO</b>	
<b>Estatística</b>	<b>Preço</b>
Máximo	R\$ 10,57
Mínimo	R\$ 0,30
Média	R\$ 4,54
Média Ponderada	R\$ 2,44
Desvio Padrão	R\$ 2,30

Fonte (Nota Técnica nº 0185/2013-SRD/SCT/ANEEL, 2013).

Este preço de referência utilizado atualmente tem o objetivo de facilitar as decisões da comissão de soluções de conflitos e foi adotado e considerado viável por causa da simplicidade e da utilização de valores reais e praticados entre os agentes.

A tabela 2-2 ilustra a discrepância nos preços dos contratos, principalmente em razão dos baixos valores cobrados das grandes empresas de telefonia (pelo alto número de postes alugados) e os maiores valores cobrados das menores empresas de TV a cabo (pelo baixo número de postes alugados).

Tabela 2-2 - Contratos de compartilhamento analisados

<b>Distribuidora</b>	<b>Nº de Contratos</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>	<b>Diferença</b>
CELPE	5	1,56	14,07	800,08 %
CEMIG	15	1,75	8,95	411,45 %
CPFL	21	1,97	8,83	349,22 %
COPEL	21	2,71	11,52	325,46 %
ELETROPAULO	11	2,1	8,53	305,74 %
CELPA	4	1,42	4,91	246,19 %
CEB	5	2,77	7,38	166,79 %
CEEE	11	2,37	5,76	143,31 %
COSERN	5	1,93	4,20	117,72%
MANAUS	2	4,77	10,25	114,76 %
CEMAT	7	3,73	5,70	52,88 %
ELEKTRO	10	5,69	8,37	47,04 %
ESCELSA	6	4,43	5,64	27,48 %
AES SUL	4	5,73	7,30	27,43 %
ENERSUL	3	4,62	5,83	26,30 %
BANDEIRANTE	6	8,82	10,69	21,26 %

Fonte (Nota Técnica nº 0027/2006-SRD-SRE/ANEEL, 2006).

Ainda, pode ser identificada uma diferença muito grande entre os valores dos preços de aluguel do uso do poste de uma mesma concessionária. Para a CELPE a diferença chega a 800,08% e para CEMIG, CPFL, COPEL e ELETROPAULO a diferença é maior que 300%.

A figura 2-3 ilustra bem esta diferença:

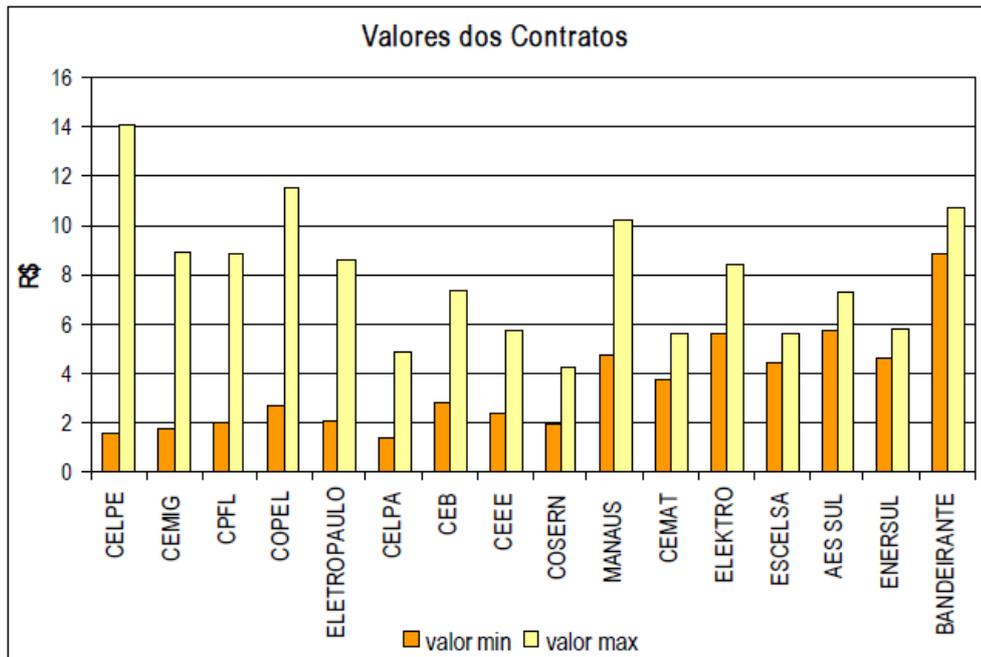


Figura 2-3 – Diferença entre os preços mínimos e máximos estabelecidos nos contratos.

Fonte (Nota Técnica n° 0027/2006-SRD-SRE/ANEEL, 2006).

A partir destes resultados verifica-se uma incompatibilidade do modelo de precificação dos pontos de aluguel com o princípio contido no art. 73 da Lei no 9.472, de 1997, e também do art. 4º do Anexo da Resolução Conjunta ANEEL/ANATEL/ANP no 001, de 1999, já que houve tratamento discriminatório no estabelecimento dos preços nos contratos.

Desta maneira, uma metodologia do preço de aluguel consistente e que vai de acordo com os princípios regulatórios é desejado pelas agências reguladoras.

A tabela 2-3 representa a discussão conjunta e expectativas futuras das agências reguladoras:

Tabela 2-3 – Expectativa de Melhoria no Processo de Compartilhamento entre os Órgãos Públicos

<b>ANEEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera concluir o processo da audiência pública acerca da metodologia dos preços.</li> <li>• Identifica necessidade de melhorias no processo do compartilhamento de infraestrutura: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acredita que não haveria necessidade de homologação dos contratos, pois as empresas seguiriam as diretrizes da Resolução Conjunta n° 01/1999, sem a necessidade de homologação.</li> <li>• A agência analisaria o contrato para verificar se não há extrapolação de direitos</li> </ul> </li> </ul>
<b>ANATEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera a aprovação da metodologia de preço para a resolução de conflitos.</li> <li>• Acredita que com a metodologia aprovada à via administrativa, nas agências, para a solução de conflitos será mais procurada que a via judicial.</li> <li>• Considera aplicável a Resolução Conjunta n° 01/1999 como está.</li> </ul>

Fonte (Bandos, 2008).

### 2.1.4. MODICIDADE TARIFÁRIA

O novo modelo do setor elétrico Brasileiro, instituído em 2004, tem como objetivo dentre algumas premissas, a promoção da modicidade tarifária como instrumento de inclusão social, melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento econômico.

Segundo Albuquerque (2009), modicidade tarifária é a garantia da menor contraprestação possível para a justa remuneração da concedente de uma infraestrutura para autorização de prestação de serviços. A missão da modicidade tarifária é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

Conforme Mesquita (2013) no compartilhamento da infraestrutura, definida como uma atividade complementar, a receita complementar obtida através dos aluguéis dos postes é prevista e repassada para tarifa de energia elétrica paga pelo consumidor.

Ainda, conforme resolução normativa da ANEEL n. 386/2009, é estabelecido que os contratos devem ser firmados de forma não discriminatória e a preços e condições justos e razoáveis, sendo certo que parte ou até mesmo a totalidade da receita obtida pelo agente detentor da infraestrutura será revertida para modicidade tarifária.

A tabela 2-4 da ANEEL sintetiza o percentual da receita destinado à modicidade tarifária de diferentes atividades descritas de uma distribuidora de energia:

Tabela 2-4 – Síntese do percentual de receita destinado à modicidade tarifária de diversas atividades da E.D

Natureza	Classificação	Descrição	Despesa Regulatória	Lucro	% da Receita Revertida
<b>Receitas inerentes ao serviço de distribuição</b> (Cláusula 7ª dos contratos de concessão)		Serviços Cobráveis	-	100%	100%
		Encargos de Conexão	-	100%	100%
<b>Atividades complementares</b> (Cláusula 1ª)	<b>Captura a despesa e 50% do lucro</b>	<i>Compartilhamento de Infraestrutura</i>	80%	20%	90%
		Sistemas de Comunicação (PLC)	20%	80%	60%
<b>Atividades Atípicas</b> (Cláusula 1ª)	<b>Captura 50% do lucro</b>	Serviços de Consultoria	40%	60%	30%
		Serviços de O&M	80%	20%	10%
		Serviços de Comunicação	20%	80%	40%
		Serviços de Engenharia	80%	20%	10%
		Convênios	20%	80%	40%

Fonte: (Nota Técnica n° 200/2013-SRE/ANEEL, 2013).

Como é possível observar para o serviço de compartilhamento de infraestrutura, atualmente a porcentagem de receita transferida para a modicidade tarifária é de 90%. O que é bastante contestado pelas distribuidoras de energia que argumentam que este valor é responsável por deixar a empresa numa situação de valor adicionado negativo.

Além disso, conforme argumenta Alves (2013) citando que as Agências Reguladoras deveriam reduzir os percentuais de captura para a modicidade tarifária. Isto em razão da empresa detentora da infraestrutura ter ônus decorrentes do mesmo e, além disso, poder ser responsabilizada civilmente por um dano que não tenha sido causado por ela.

### 2.1.5. SITUAÇÃO ATUAL DO COMPARTILHAMENTO

A situação atual do compartilhamento pode ser ilustrada através da Figura 2-4:

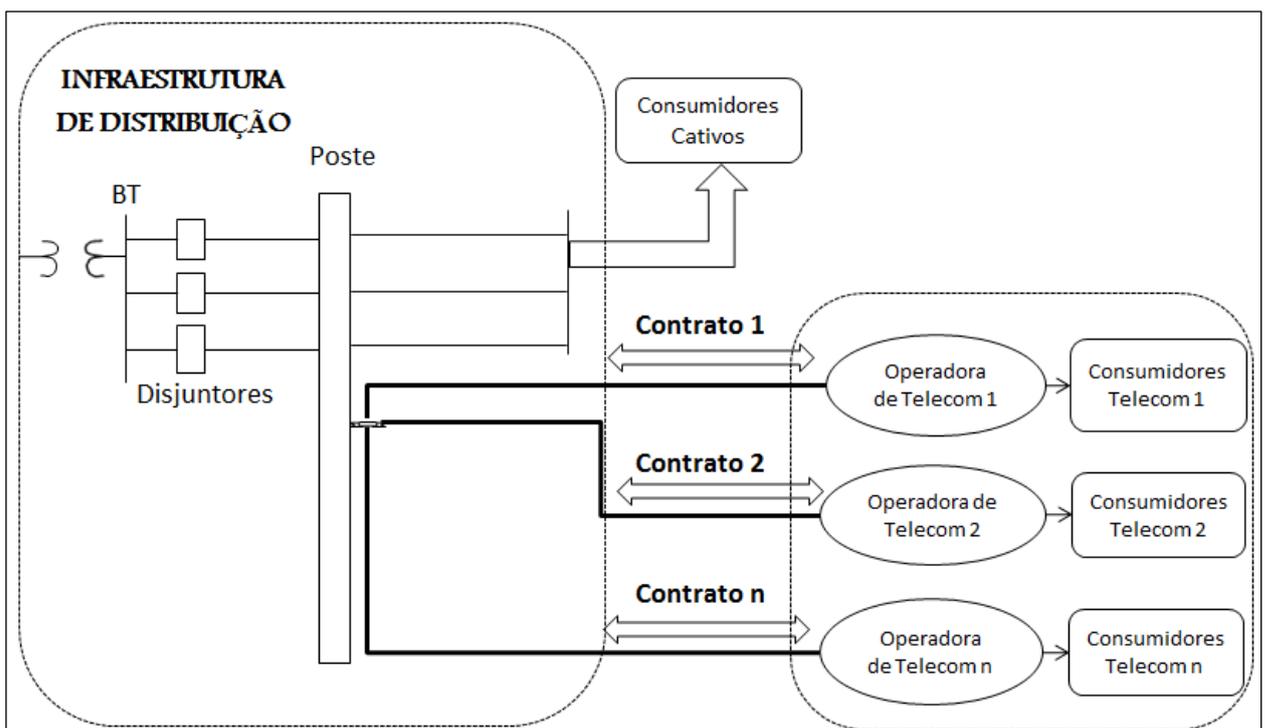


Figura 2-4 – Configuração referente ao Compartilhamento.

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Nesta figura, existem três agentes principais associados ao compartilhamento:

- Distribuidora de energia elétrica: Detentora da infraestrutura de distribuição.

- Operadoras de Telecomunicações: Solicitante da infraestrutura de distribuição para executar seus serviços.
- Consumidores Cativos: Clientes da distribuidora e que atuam no sentido de equilibrar os interesses através da modicidade tarifária.

De acordo com a resolução conjunta nº 001/99-capítulo III-art. 7º-cláusula 2ª b, o compartilhamento somente poderá ser negado por razões de limitação de capacidade, segurança, estabilidade, confiabilidade, violação dos princípios de engenharia e outras condições emanadas do Poder Concedente. Caso o solicitante não concorde com as razões alegadas pelo “Detentor”, o “Solicitante” poderá requerer abertura do processo de arbitragem dos órgãos reguladores.

Conforme princípios da ANEEL o compartilhamento deve ser feito de maneira a garantir que a detentora da infraestrutura seja capaz de obter uma receita que cubram os custos totais, impostos, remuneração do capital dos investidores e modicidade tarifária, exclusivos do compartilhamento.

Conforme art. 73 da lei Geral de telecomunicações cita a concepção da justiça e razoabilidade do preço, comparando a partir da análise de mercados competitivos, da experiência internacional ou a partir de circunstâncias econômicas e mercadológicas importantes (KOZIKOSKI, 2005).

Ainda, de acordo com Kozikoski (2005), na situação de concorrência imperfeita, onde não se tem a opção de escolha de quem contratar, as empresas de distribuição monopolizadoras da infraestrutura e através dos contratos que são firmados livremente entre as partes, podem praticar preços abusivos quebrando a base e o princípio da justiça e razoabilidade de preços. Desta forma, por tratar-se de uma infração no direito concorrencial, o estado deve intervir.

Por outro lado, segundo Sundfeld (2005) os custos de criação e manutenção desta infraestrutura tornam-se mais brandos, em consequência da diluição entre atividades distintas entre os agentes de compartilhamento. Assim sendo, as tarifas cobradas dos usuários devem ser mais baixas ou revertidas aos usuários promovendo a modicidade tarifária.

A figura 2-5 ilustra o esquema técnico e econômico do compartilhamento da infraestrutura de distribuição, através de fluxos financeiros (Capital) e físicos (Energia; Serviços). Adicionalmente os ativos estão divididos em físicos e financeiros e sua relação com os principais agentes do compartilhamento.

Conforme se pode observar a empresa de distribuição vende energia aos consumidores que em troca recebem uma utilidade. Adicionalmente, as E.D alugam sua infraestrutura para as operadoras de telecomunicações que em contrapartida recebem uma utilidade de executar seus serviços e receber uma receita de seus clientes.

A empresa de distribuição é responsável pelos custos de sua infraestrutura. Os consumidores recebem parte da receita da distribuidora através do aluguel do ponto do poste como uma forma de promoção da modicidade tarifária.

O excedente dos três agentes corresponde ao bem-estar social ( $W$ ).

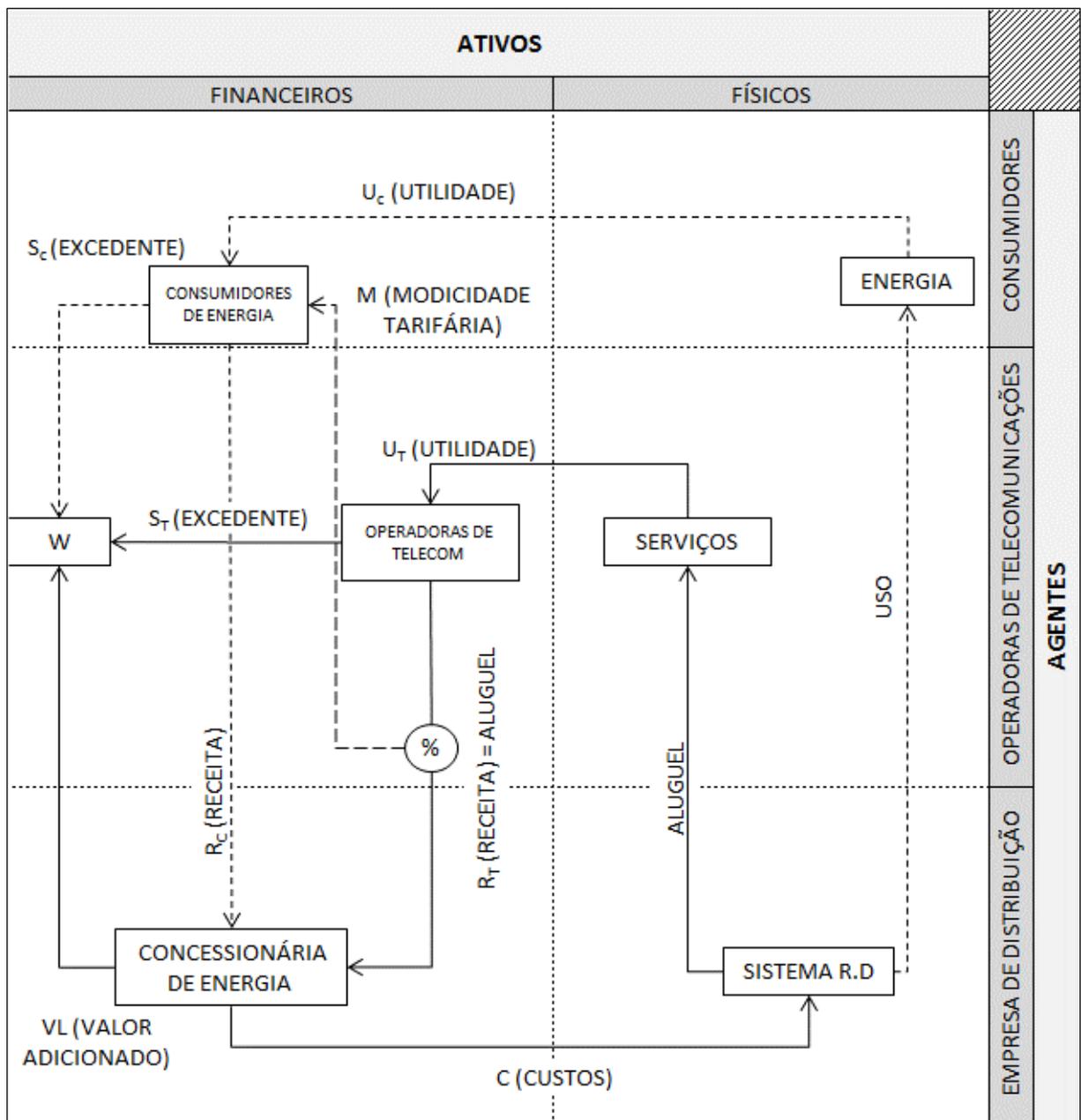


Figura 2-5 – Fluxos Físicos e Monetários do Compartilhamento.

Fonte: Elaborado pelo Autor e baseado na Resolução Conjunta – ANEEL (2009).

Onde:

$U_C$	Utilidade dos consumidores cativos;
$U_T$	Utilidade das operadoras de telecomunicações;
$R_C$	Receita da Concessionária de energia;
$S_C$	Excedente dos consumidores cativos;
$S_T$	Excedente das operadoras de telecomunicações;
$R_T$	Preço do aluguel para operadoras acessantes;
VL	Valor Adicionado
W	Bem estar Social

#### 2.1.5.1 Aspectos técnicos de algumas distribuidoras

A ABNT NBR-15214 Rede de distribuição de energia elétrica – “Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações” é a norma técnica de referência para o compartilhamento dos postes. As distribuidoras de energia elétrica devem seguir os padrões desta norma para garantir um acesso seguro das operadoras acessantes. Os requisitos técnicos de cada concessionária de energia são baseados na ABNT NBR-15214.

Embora o intuito deste trabalho não seja abordar os aspectos técnicos do compartilhamento de forma detalhada, algumas premissas técnicas retiradas desta norma e dos procedimentos técnicos das distribuidoras serão aqui expostas em razão da importância dos espaços compartilhados do poste baseados em documentos vigentes.

Com o intuito de amostragem, seguem tabelas 2-5 e 2-6 com as distâncias mínimas entre os condutores das concessionárias de energia e os cabos das ocupantes.

Tabela 2-5 – Distância Mínima entre Condutores da AMPLA e da Ocupante

<b>Tensão Máxima entre Fases</b>	<b>Distâncias Mínimas entre Condutores da AMPLA e da Ocupante</b>
Até 600 V	0,60 metros
Acima de 600 V a 15.000V	1,50 metros
Acima de 15.000V a 35.000V	1,80 metros

Fonte: AMPLA (2012)

Tabela 2-6 – Distância Mínima entre Condutores da COELCE e da Ocupante

Tensão Máxima entre Fases	Distâncias Mínimas entre Condutores da COELCE e da Ocupante
Até 1.000 V	600 (mm)
Acima de 1.000 V até 15.000 V	1.500 (mm)
Acima de 15.000 V até 35.000V	1.800 (mm)

Fonte: COELCE (2013)

A seguir serão ilustrados os esquemas técnicos contendo as distâncias permitidas para o compartilhamento do ativo poste, considerando um poste padrão de 34,5 KV de algumas distribuidoras de energia.

2.1.5.1.1 CELG

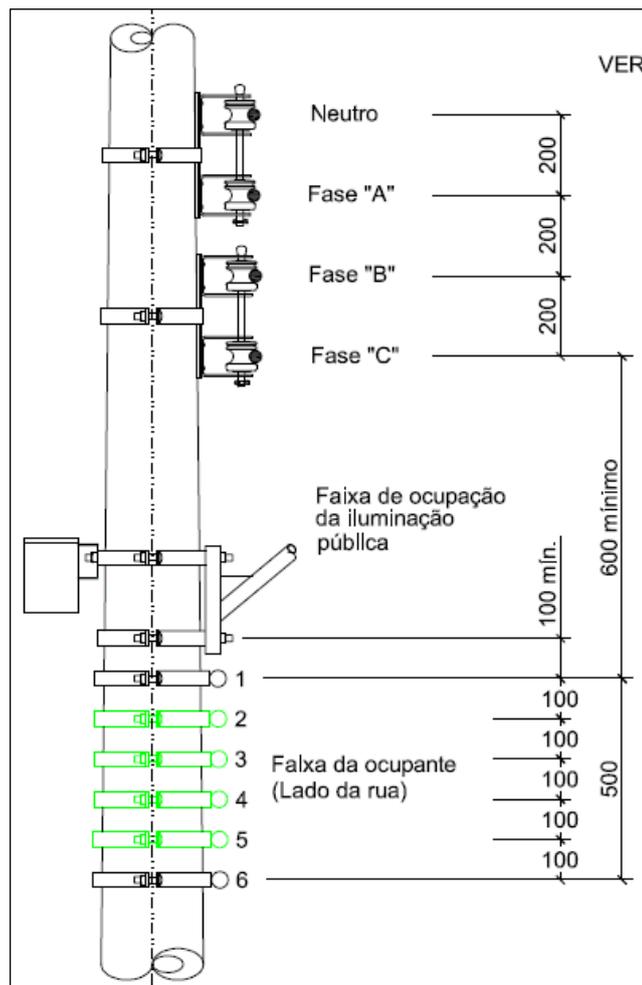


Figura 2-6 – Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária CELG.

2.1.5.1.2 CELESC

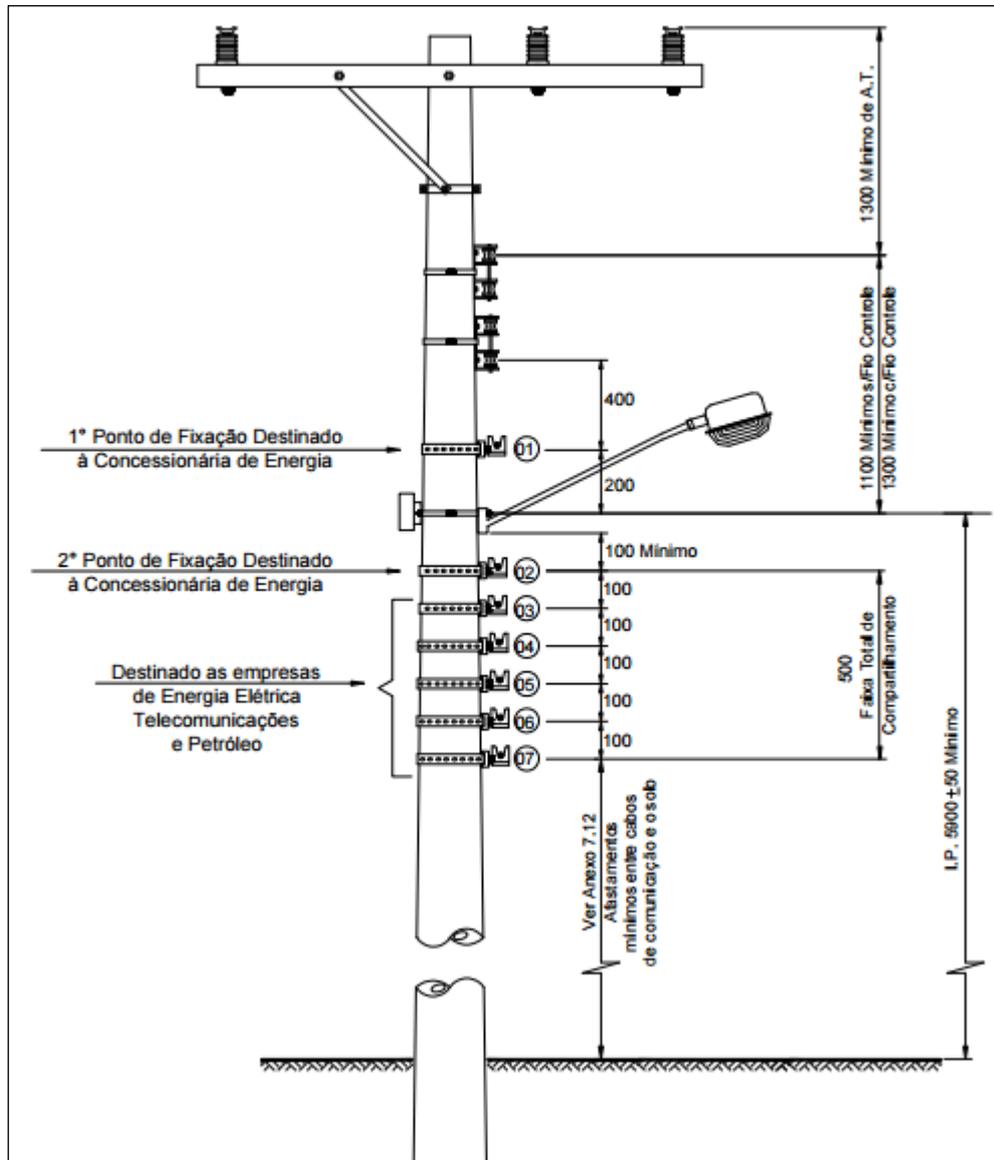


Figura 2-7 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária CELESC.

2.1.5.1.3 EDP

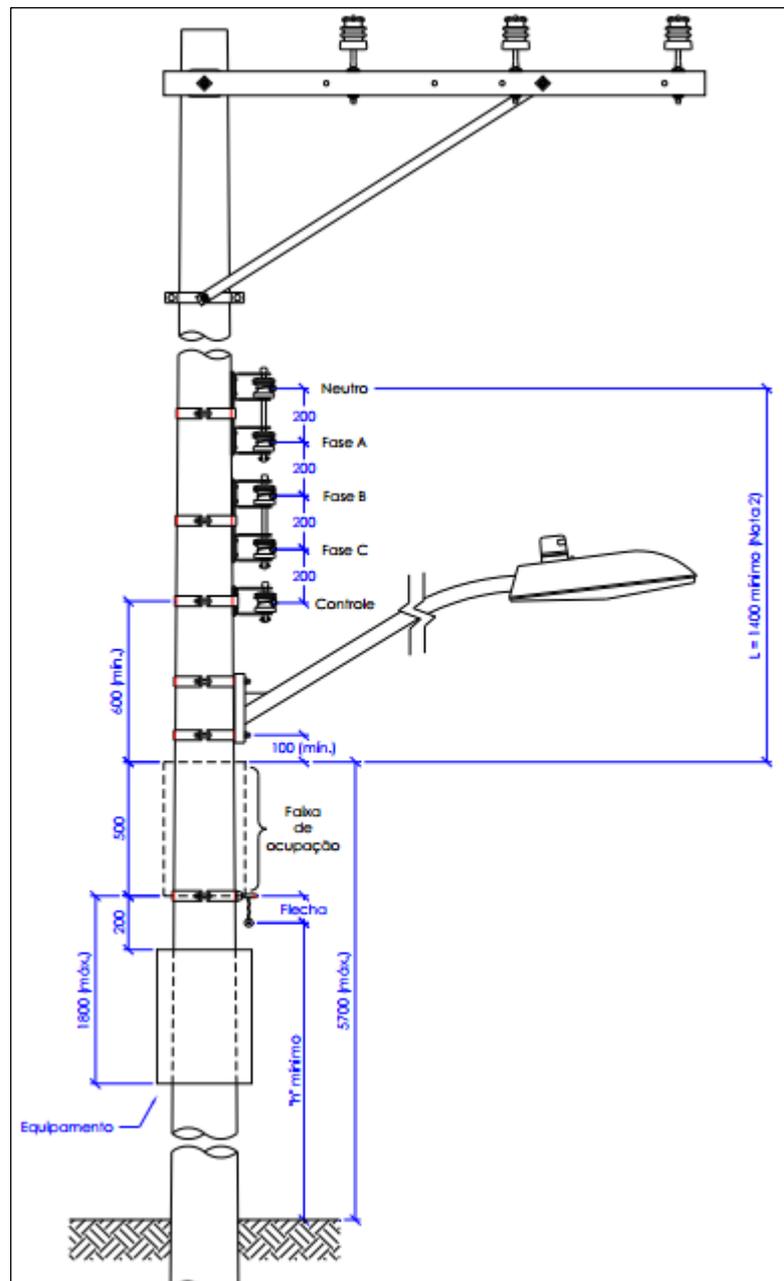


Figura 2-8 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária EDP.

2.1.5.1.4 COELCE

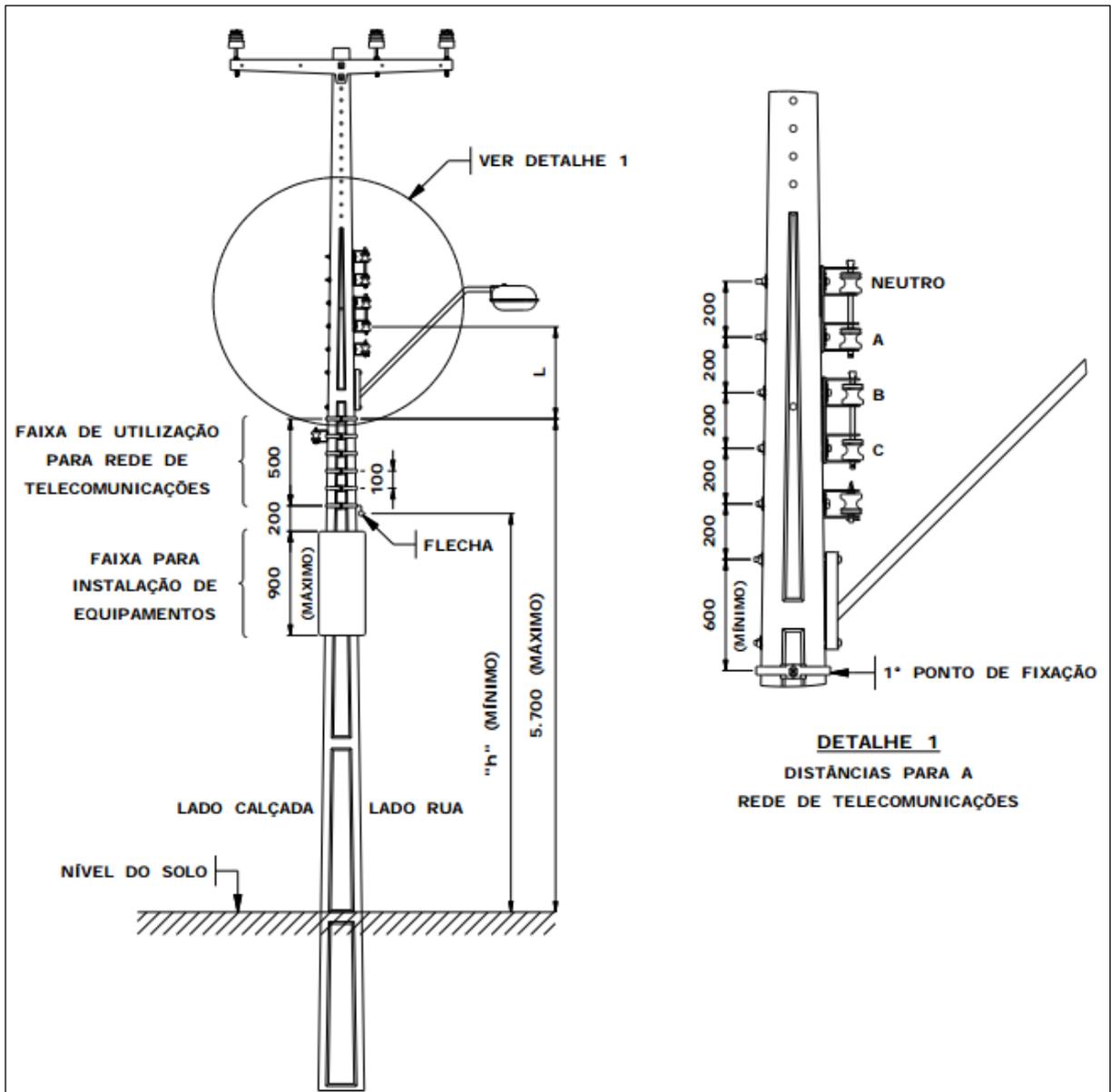


Figura 2-9 - Distâncias do Compartilhamento do poste da Concessionária COELCE.

### 2.1.5.2 PRAZOS DOS CONTRATOS

Segundo a resolução conjunta nº 001/99-capítulo IV – art. 9º, o contrato de compartilhamento de infraestrutura firmado se tornará eficaz somente após homologação pelas Agências as quais se vinculam os contratantes envolvidos.

A figura 2-10 representa o prazo máximo entre a solicitação e homologação de um contrato de compartilhamento de infraestrutura entre empresas de distribuição e operadoras de telecomunicações.

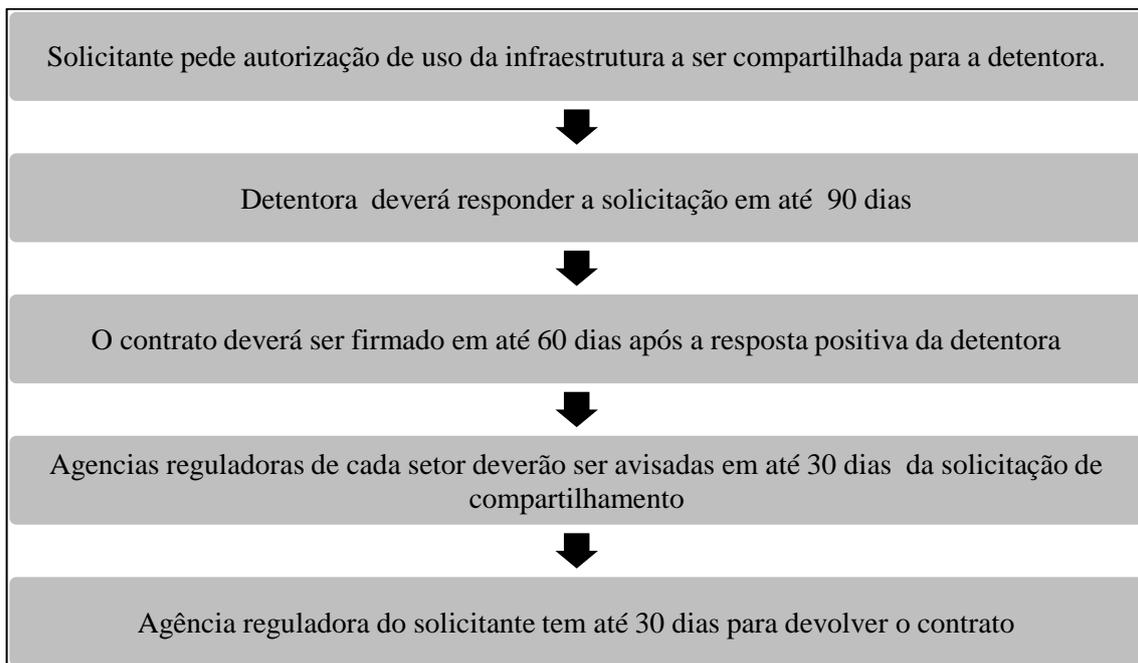


Figura 2-10 – Processo referente à homologação do contrato de compartilhamento.

Fonte (Elaborado pelo Autor).

Conforme resolução conjunta nº 001/99-capítulo IV – art. 9º-cláusula 1ª, a homologação será negada se o contrato for considerado prejudicial à ampla, livre e justa competição.

### 2.1.5.3 Principais Conflitos

Os conflitos ocorrem principalmente em função da discordância entre preço de aluguel do poste cobrado pela detentora. A tabela 2-7 baseada em Bandos (2008) mostra alguns conflitos entre as partes através de contratos analisados:

Tabela 2-7 – Síntese de alguns contratos de infraestrutura analisados

Data Homologação	Data Contrato	Vigência	Detentor/Sede	Solicitante/Sede	Infraestrutura	Preço	Solução de Conflitos
26/07/2000	24/03/2000	1 ano (podendo prorrogar por 4 vezes)	E.E./Florianópolis (SC)	T.M./Florianópolis (SC)	Postes e Redes Subterrâneas	R\$ 4,33/poste/mês 0,42 R\$.metro/duto Atualização anual IGPM	Justiça Comum. Foro: Florianópolis
31/12/2001	27/12/2000	2 anos (podendo prorrogar por período)	E.E./Recife (PE)	T.F./Recife (PE)	Postes	R\$ 1,00/poste/mês Atualização anual: IGP-DI	Procedimento arbitral nas agências. Juízo Arbitral: Recife
23/05/2003	06/06/2002 e Aditivo: 22/10/2002	5 anos (podendo prorrogar mas não foi especificado o tempo)	E.E./Campinas (SP)	T.C./Leme (SP)	Postes	R\$ 4,25/ponto/mês. Atualização anual: IGP-DI	Procedimento arbitral nas agências. Tutela Judicial para garantir arbitragem. Foro: Campinas
10/06/2003	14/09/2001	15 anos (podendo prorrogar por período até 3 vezes)	E.E./Natal (RN)	T.C./Mossoró (RN)	Postes	Discussão judicial 2001.84.00.007678-3	Juízo Arbitral Foro: Natal
01/06/2003	02/01/2002	1 anos podendo prorrogar por período até 4 vezes	E.E./Curitiba (PR)	T.M./Londrina (PE)	Postes	R\$ 6,31/ponto/mês Atualização anual IGPM	Procedimento arbitral nas agências. Justiça Comum Foro: Curitiba

Fonte: (Elaborado pelo autor e baseado em Bandos, 2008).

Segue na tabela 2-8 questionário respondido por Detentoras e Solicitantes baseado em (BANDOS, 2008):

Tabela 2-8 – Síntese de alguns contratos de infraestrutura analisados

Respondente/Ano de Homologação	A Negociação	Discussões Principais	Duração da Negociação	Vantagem de Negociar	Atuação das Agências
<b>Questionamentos</b>	<i>P1 – Como aconteceu a negociação que deu origem ao contrato de compartilhamento de infraestrutura?</i>	<i>P2 – Quais foram as principais discussões?</i>	<i>P3-Qual a duração das negociações (tempo)? Qual o impacto dessa espera para a empresa?</i>	<i>P4-Qual a vantagem de se ter uma negociação?</i>	<i>P5-Qual a atuação das agências reguladoras no caso?</i>
Detentora/2000	A solicitante procurou a detentora, proprietária da infraestrutura, solicitando autorização de uso.	Preço	1 mês (não considerado o tempo de análise de projetos).	Buscar de alternativas técnicas de interesse mútuo.	- Burocrática. - ANEEL E ANATEL não atuam em conjunto, têm interesses divergentes e muitas vezes conflitantes.
Detentora/2001	A solicitante procurou a detentora para alugar postes. Na sequência, estabeleceram-se discussões das condições comerciais.	- Aluguel de poste ou ponto - Preço	2 a 6 meses.	Elaborar contrato que favoreça as partes.	Monitoramento e acompanhamento dos contratos.
Solicitante/2003	A solicitante procurou a detentora, entretanto, em razão do preço optou por implantar a própria infraestrutura com o aval da prefeitura local. Após implantação e início da comercialização, a detentora entrou com um processo alegando que a rede implantada prejudicava o sistema elétrico. Após 18 meses na justiça, foi estabelecido um acordo e negociado um preço, considerado alto e impositivo pela solicitante.	- Preço	Após o acordo encerrou a negociação.	- Não houve negociação, o preço foi imposto pela detentora. - Solicitaram diminuição do preço, sem sucesso. - Entraram com revisão de preço nas Agências, iniciando o pagamento em juízo.	As agências, especialmente a ANATEL, sempre foram omissas, temendo problemas.
Solicitante/2006	A negociação ocorreu com o término do último contrato entre solicitante e detentora. Ocorreram várias reuniões de negociação, troca de e-mails, correspondências, etc.	- Preços (para a detentora estava aquém do praticado pelo mercado); - Revisões na quantidade de postes; - Forma de Cobrança por poste ou ponto	- Período longo. - Durante o período, foram praticadas as condições do último contrato, sem reflexos negativos para a solicitante.	É importante na busca do entendimento entre as partes.	- Não houve solicitação de atuação da agência na negociação. - Foi utilizada a regulamentação pertinente.

Fonte: (Elaborado pelo autor e baseado em Bandos, 2008).

Conforme tabela 2-8, o que se pode afirmar é o preço como sendo o principal motivo financeiro de conflitos entre empresas de distribuição de energia e operadoras de telecomunicações. Isto pode ser explicado em decorrência da livre negociação entre as partes e a falta de uma metodologia consistente de precificação. Ainda, conforme Bandos (2008) a ANEEL afirma que não possui competência legal para estabelecer preço de referência ou faixa de preço. Foram constatados, também, omissão e divergências de interesses por parte das agências reguladoras.

#### 2.1.5.4 Outros Problemas Constatados (Técnicos, Ambientais, Legais e de Segurança)

Atualmente a situação de compartilhamento da infraestrutura de distribuição de energia elétrica encontra-se em uma situação de caos para alguns casos conforme ilustrado nas fotos abaixo. Os problemas mais relevantes desta má gestão dos ativos compartilhados podem ser listados abaixo:

- Desordem na ocupação dos postes;
- Ocupações clandestinas;
- Desprezo pela ordem técnica e pela segurança das instalações;
- Abandono de cabeamento desativado nos postes;
- Não comparecimento em obras emergenciais ou programadas;
- Não regularização das ocupações, mesmo as que implicam em segurança de terceiros e transeuntes;
- Cabos baixos, arrebentados, pendurados nos postes ou nos vãos;
- Ocorrência de acidentes com transeuntes, com danos pessoais e materiais (pessoas, motocicletas, automóveis, caminhões, etc.);
- Danos à rede elétrica por abalroamento de cabos das ocupantes;
- Situação caótica dos cabamentos e os acidentes sendo apresentados nos noticiários, prejudicando a imagem das distribuidoras;
- Ações judiciais de ressarcimento de danos a terceiros, lucros cessantes, danos morais, etc. contra as distribuidoras.



Figura 2-11 – Foto do poste com a angulação incorreta.



Figura 2-12 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados I.



Figura 2-13 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados II.

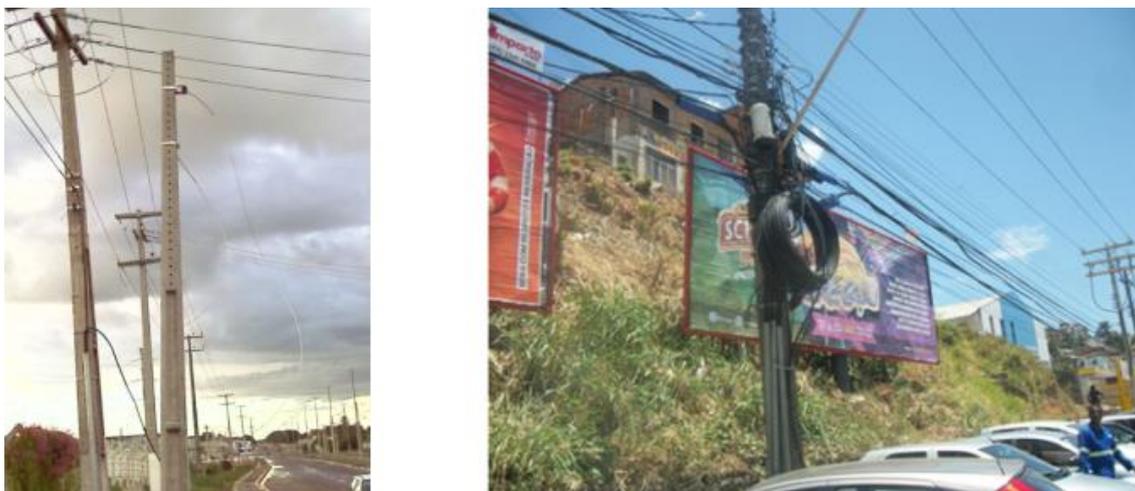


Figura 2-14 – Foto da má gestão dos ativos compartilhados III e IV.

## 2.2. ESTADO DA ARTE NO EXTERIOR

### 2.2.1. EUA

#### 2.2.1.1 Introdução

Nos EUA, o compartilhamento do poste ou “*Pole Attachment*” é uma atividade regulada diretamente pelas leis estaduais e federais. Conforme Seção 224 do ato de comunicações, os termos, condições e as taxas devem ser justas e razoáveis e prescreve as metodologias específicas de precificação para algumas categorias de solicitantes de uso do poste.

A seção 224 do ato de comunicações de 1934 regula os preços do aluguel do ponto do poste.

A suprema corte apoderou a FCC como autoridade para prescrever e determinar os preços para as operadoras de telecomunicações, levando em conta a complexidade, dinamismo e aspectos técnicos desta área.

Atualmente, 19 estados e o distrito de Columbia regulam o compartilhamento do poste independente da FCC.

O acesso aos postes pelas operadoras de telecomunicações é feito de maneira não discriminatória e é um assunto mandatório da FCC.

As empresas elétricas frequentemente negavam o acesso ao poste para as operadoras de rede sem fio. Porém em 2011 a FCC tornou mandatório a permissão das mesmas na utilização dos postes.

Os preços de aluguel do ponto do poste variam por fornecedor de serviços. Em 1978 era utilizado um único preço pelo compartilhamento do poste usado para o fornecimento do serviço de TV a Cabo. Em contrapartida as companhias elétricas reclamavam que esta estrutura de precificação proporcionava aluguéis muito baixos. Em 1996, com o aumento da tecnologia e competição dos serviços de telecomunicações, o congresso permitiu as operadoras de telecomunicações a obter acesso aos pontos do poste com um preço de aluguel maior do que o preço de aluguel estruturado para a TV a cabo. A tabela 2-9 ilustra os diferentes preços em relação aos ocupantes do poste:

Tabela 2-9 – Diferença de preços para diferentes serviços.

<b>Evidência do Valor da Taxa Referente ao Aluguel do Espaço do Poste (\$/Pé. Ano).</b>			
<b>Comentário</b>	<b>Taxa (TV a Cabo)</b>	<b>Taxa (CLEC)</b>	<b>Taxa (ILEC)</b>
TV a Cabo	\$5,25	\$11,97 - \$17,01	...
CLEC	\$6,46	\$15,09	...
ILEC	\$3,26	\$4,45	\$13,00
Empresa Elétrica	\$6,63	\$10,02 - \$15,15	\$20,40

Fonte: Ford, Koutsky e Spiwak (2008).

A tabela 2-10 representa os estados que possuem suas próprias leis de regulação, ou seja, não são regulados pela FCC:

Tabela 2-10 – Estados com regulação própria para o compartilhamento (Independente da FCC).

<b>ESTADOS NÃO REGULADOS PELA FCC</b>	
Alaska	Massachusetts
California	Michigan
Connecticut	New Hampshire
Delaware	New Jersey
** District of Columbia	New York
Idaho	Ohio
Illinois	Oregon
Kentucky	Utah
Louisiana	Vermont
Maine	Washington

Fonte: Nordcity (2014).

A regulação federal não é aplicada para os estados que optaram por regular a atividade do compartilhamento por elas mesmo.

Alguns destes estados utilizam a metodologia de precificação do aluguel de forma similar a FCC, porém outros utilizam um preço de aluguel uniforme tanto para operadoras de TV a cabo quanto para operadoras de telefonia e internet.

## 2.2.1.2 Representação Técnica do Compartilhamento

Nos EUA, conforme FCC 00-116 (2000), um poste típico apresenta 35 (pés) de altura, sendo 11 (pés) disponíveis para a área compartilhada e 24 (pés) de espaço não usado no compartilhamento onde 6 (pés) ficam abaixo da terra. Porém para efeito de cálculo a comissão adotou uma média de altura de 37,5 (pés), sendo 13,5 (pés) de espaço compartilhado e 24 pés de espaço não usado no compartilhamento. A figura 2-15 ilustra este caso:

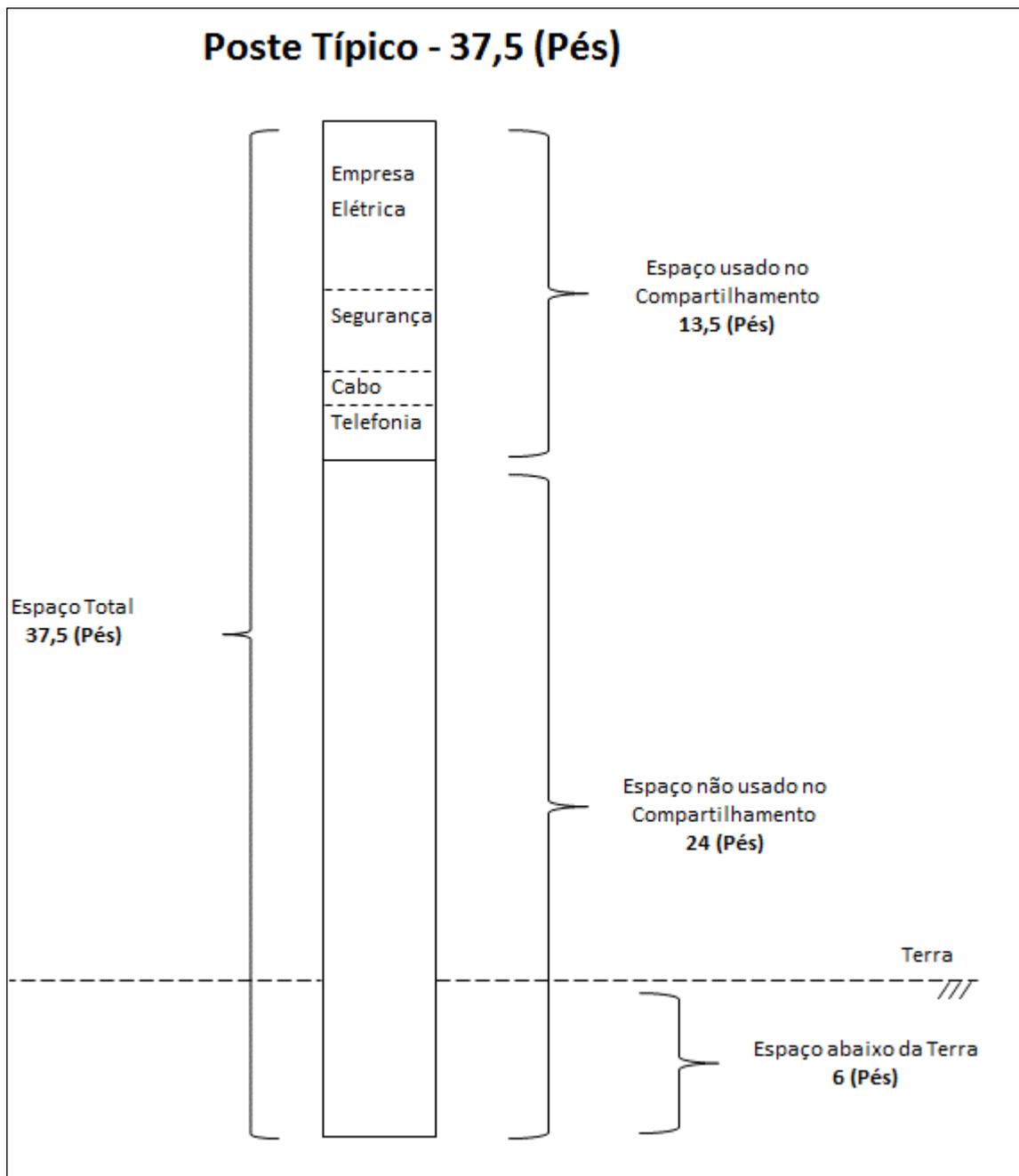


Figura 2-15 – Ilustração de um poste típico conforme normas do compartilhamento.

Fonte: Baseado em Ford, Koutsky e Spiwak (2008).

Ainda, um espaço de segurança de 40 (Polegadas) ou 3,3333 (pés) é requerido como distância mínima entre a rede elétrica e a rede de telecomunicações para evitar qualquer acidente numa suposta instalação ou manutenção na rede de telecomunicações devido à tensão na rede elétrica. Adicionalmente a FCC estabelece como espaço requerido para a instalação do serviço das operadoras de TV a cabo o valor de 1 (pé) e para os demais serviços das operadoras de telecomunicações o espaço de 2 (pés).

### 2.2.1.3 Negociação e Metodologia de preço utilizada no aluguel

Nos EUA, o compartilhamento do poste é negociado livremente entre empresas elétricas e operadoras de telecomunicações. Porém, se as partes não entrarem em acordo a FCC utiliza suas fórmulas para a determinação do preço do aluguel.

Atualmente a estrutura utilizada pela FCC na determinação do valor do aluguel do poste é definida pela equação (2-1):

$$\text{Preço} = \text{Fator de espaço} \times \text{Custo líquido do poste} \times \text{Taxa de O\&M} \quad (2-1)$$

Onde o fator de espaço para as operadoras de TV a cabo é:

$$\text{Fator de espaço} = \left( \frac{\text{Espaço ocupado}}{\text{Total do espaço compartilhado}} \right) \quad (2-2)$$

E para as operadoras de telefonia, internet, etc.:

$$\text{Fator de espaço} = \frac{\text{Espaço ocupado} \times \frac{2}{3} \left( \frac{\text{Espaço não compartilhado}}{\text{Número de anexadores}} \right)}{\text{Altura total do Poste}} \quad (2-3)$$

Conforme Ford, Koutsky & Spiwak (2008), o cálculo do valor do aluguel do poste para as operadoras de TV a cabo pode ser substituída pela equação (2-4):

$$R_C = \left( \frac{S}{\lambda.T} \right) . K = \left( \frac{S}{\lambda.T} \right) . k_U + \left( \frac{S}{\lambda.T} \right) . k_N \quad (2-4)$$

Já para o restante das operadoras de telecomunicações a equação (2-5) determina o valor do aluguel do poste:

$$R_T = \left(\frac{s}{\lambda \cdot T}\right) \cdot k_U + \left(\frac{2}{3 \cdot q}\right) \cdot k_N \quad (2-5)$$

Onde:

s	Espaço utilizado para a instalação do serviço de TV a cabo
T	Espaço total do Poste
$\lambda$	Percentual de espaço utilizado no compartilhamento
q	Número de entidades que compartilham o poste
K	Custo de operação e manutenção do poste todo
$k_U$	Custo de operação e manutenção da porção usável do poste no compartilhamento
$k_N$	Custo de operação e manutenção da porção não usável do poste no compartilhamento

#### 2.2.1.4 Maximização do Bem-estar Social

Nos EUA, assim como em outras partes do mundo existe um interesse muito grande por parte das agências reguladoras em se determinar o preço do aluguel convergindo para um preço que maximize o bem-estar social. Uma metodologia proposta foi a “*Ramsey Prices*” ou preços de Ramsey a qual estabelece o preço mais eficiente que recupera os custos sendo inversamente proporcional a elasticidade do preço-demanda.

Conforme Ford, Koutsky & Spiwak (2008), os preços que desviam do preço de Ramsey necessariamente reduzem o consumo e o bem-estar social.

A equação (2-6) de Ramsey estabelece que o *mark-up* do preço ( $p$ ) sobre o custo marginal ( $c$ ) é:

$$\frac{p_i - c_i}{p_i} = \frac{\gamma}{\varepsilon_i} \quad (2-6)$$

Da equação (2-6), pode-se inferir que quanto maior a elasticidade de um mercado menor será a relação preço-custo ou *mark-up* da firma.

Se existem dois mercados  $i$  e  $j$ , então os *mark-ups* relativos dos dois mercados é definido pela fórmula (2-7):

$$\frac{\frac{p_i - c_i}{p_i}}{\frac{p_j - c_j}{p_j}} = \frac{\varepsilon_j}{\varepsilon_i} \quad (2-7)$$

Onde  $i \neq j$  e os *mark-ups* são positivos e suficiente para recuperar todos os custos.

Ainda:

$\varepsilon_i$	Elasticidade preço-demanda do bem (mercado) $i$
$\varepsilon_j$	Elasticidade preço-demanda do bem (mercado) $j$
$\gamma$	Constante proporcional que ajusta os mercados para que o lucro do vendedor seja zero

A equação (2-7) mostra que quando dois mercados têm elasticidades iguais então os *mark-ups* das duas firmas devem ser iguais. Porém, se um mercado é mais elástico que o outro então esta firma deve ter um *mark-up* menor.

Através dos parâmetros de custo marginal e elasticidade é possível calcular a proporção de preços entre duas firmas. Esta relação de *Ramsey* pode ser aplicada no compartilhamento de poste assumindo que os custos marginais são iguais e diretamente proporcionais ao espaço utilizado na instalação do serviço. Desta forma, é possível inferir que para espaços utilizados maiores, considerando a mesma elasticidade, então o preço de aluguel a ser pago será maior. Da mesma forma, para espaços utilizados iguais e um mercado mais inelástico então o preço do aluguel será maior.

#### 2.2.1.5 Convergência para utilização de um único preço para o aluguel

Segundo Ford, Koutsky & Spiwak (2008), a convergência na área de telecomunicações significa que os serviços vendidos das operadoras de comunicações estão se tornando cada vez mais similares.

Como nos EUA os serviços oferecidos pelas operadoras de telecomunicações estão cada vez mais parecidos, então é razoável afirmar que as elasticidades dos serviços oferecidos para a demanda também convirjam.

Como cada vez mais as operadoras de telecomunicações estão oferecendo o mesmo conjunto de serviços, pela relação de *Ramsey* é possível inferir elasticidades similares e, portanto o preço do aluguel convergindo para um único.

## **2.2.2. CANADÁ**

### **2.2.2.1 Introdução**

No Canadá, o compartilhamento dos postes é regulado provincialmente pelas autoridades públicas. Porém, na prática, nem todas as autoridades públicas das diversas províncias regulam o compartilhamento. No caso de British Columbia, apesar da autoridade pública nesta província ter o direito de regular, a mesma deixa em função das partes (Emp. Elétrica e Telecom) fazerem as negociações.

Uma das empresas elétricas do Canadá, a Toronto Hydro, detém a infraestrutura elétrica e de iluminação e 30% dos serviços de rede sem fio estão instalados nos postes de iluminação. Porém, em muitas cidades Canadenses a infraestrutura de iluminação tem como donos as municipalidades.

Conforme relatório Nordcity (2014), as autoridades públicas das províncias recebem poucas reclamações por parte das empresas elétricas e operadoras de telecom. Destas poucas reclamações a grande maioria é em relação ao preço do aluguel e o restante em relação ao acesso à infraestrutura.

### **2.2.2.2 Acesso ao Poste**

O acesso ao poste no Canadá pelas operadoras de Telecomunicações é feito de forma não discriminatória. Ainda, o detentor da infraestrutura não pode negar o acesso aos solicitantes do compartilhamento. Através do relatório da Nordcity (2014), não foi detectado grandes conflitos em relação ao acesso nos postes.

## 2.2.2.3 Preço do Aluguel do Poste

Baseado em informações coletadas pela Nordcity (2014), segue a tabela 2-11 com um resumo do preço do aluguel de algumas empresas Canadenses:

Tabela 2-11 – Preço do Aluguel do Poste no Canadá

<b>Empresa</b>	<b>Preço / poste / ano</b>
Nova Scotia Power	\$14.15 (2002)
Quebec (Hydro Quebec)	<i>Beneficial leasing arrangement. (TBC)</i>
Newfoundland (Newfoundland Power and Aliant)	\$12.84 (2001)
Toronto	\$22.35
New Brunswick	\$18.91 (2014)
Alberta (TransAlta and TELUS)	\$18.35 (2000)

Fonte: Nordcity (2014).

No ano de 2001, foi feita uma pesquisa conduzida pela Newfoundland Power sobre os preços de aluguéis cobrados pelas empresas detentoras dos postes no Canadá e foi verificada uma faixa de variação de preços que foi de \$6.42 a \$36.00 com uma média de \$15.63/poste/ano. Considerando o índice inflacionário canadense estes valores levados para o ano de 2013 seriam equivalentes à faixa de \$8.00 a \$45.00 com uma média de \$19.60/poste.ano.

## 2.2.3. REINO UNIDO (UK)

## 2.2.3.1 Introdução

No Reino Unido, as operadoras de Telecomunicações não possuem regulação de acesso à infraestrutura elétrica e infraestrutura municipal de iluminação pública. A OFGEM é a agência reguladora das empresas elétricas enquanto a OFCOM regula as operadoras de telecomunicações. A OFCOM surgiu em 2003 para substituir sua antecessora OFTEL (*Office of Telecommunications*).

A OFGEM se preocupa que as empresas elétricas sejam capazes de assegurar suas atividades sem risco.

Desta forma a OFGEM procura atuar de forma a evitar situações nas quais uma empresa de energia elétrica venha a receber menos do que o valor de mercado em relação ao aluguel de seus postes, dutos ou outras infraestruturas. Nesse sentido, a agência deixou as empresas elé-

tricas livres para fazer a negociação dos preços discriminatórios com as operadoras de telecomunicações, deixando as últimas competirem entre si.

Os preços dos aluguéis não sofrem interferência da OFGEM nem OFCOM, com exceção da BT Openreach em que os preços são determinados pela OFCOM com base no *LRIC*.

Em 2012, a British Telecommunications Openreach lançou um programa (*PIA*) onde outras operadoras de telecomunicações podiam ganhar acesso aos seus postes e dutos.

Para se ter acesso à infraestrutura as operadoras de telecomunicações fazem um acordo comercial com as empresas elétricas e conselhos locais para o compartilhamento da rede elétrica, dutos e postes de iluminação.

Na Inglaterra, como algumas operadoras de TV a cabo possuem sua própria infraestrutura, então as mesmas são contrárias ao ingresso de novos entrantes.

Conforme Nordicity (2014), para as atividades secundárias das empresas de energia elétrica, como o caso do compartilhamento, a OFGEM limita a quantidade de receita a ser recebida. Desta forma, qualquer receita recebida da atividade do compartilhamento dos postes deve ser transferida para os consumidores de energia elétrica através da modicidade tarifária com a finalidade de reduzir a tarifa destes consumidores.

# **CAPÍTULO 3**

## **CUSTOS E INVESTIMENTOS DIRETOS DE COMPARTILHAMENTO DA INFRAESTRUTURA**

### **3.1. INTRODUÇÃO**

De acordo com os critérios regulatórios, os custos envolvidos no sistema que suporta os condutores aéreos da rede de distribuição são reconhecidos pela ANEEL. Assumindo que este sistema foi dimensionado exclusivamente para as linhas elétricas e que os condutores de telecomunicação ocupam espaços vagos que quando não implicam em investimento adicional, os únicos custos resultantes do compartilhamento limitam-se aos chamados custos diretos. Atualmente no Brasil, quando há necessidade de investimento adicional, este é custeado integralmente pelo interessado. O levantamento dos custos diretos é objeto do anexo 1 da contribuição CEMIG-Audiência pública 007 / 2007.

No que diz respeito aos conceitos adotados neste trabalho, mais especificamente o que se chama de custos diretos, é necessário antes distinguir a diferença entre gastos efetuados antes da colocação dos condutores de telecomunicações e os gastos do dia a dia do sistema compartilhado. Existem dois tipos de custos diretos, sendo que os primeiros custos são denominados custos diretos de implantação, enquanto os últimos são denominados custos diretos de operação e manutenção.

### **3.2. LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DIRETOS DO COMPARTILHAMENTO (OPEX)**

Baseado em CEMIG (2007), os custos diretos do compartilhamento de infraestrutura inerentes ao acesso e utilização da rede de distribuição pelas operadoras de telecomunicações são descritos nos próximos tópicos com mais detalhes.

### **3.2.1. CUSTOS DIRETOS DE IMPLANTAÇÃO**

Os custos diretos de implantação se referem a todos os gastos incorridos, pela concessionária de distribuição, para a efetivação do acesso do usuário à infraestrutura existente da distribuidora, cuja relação e descrição são listadas a seguir:

#### **3.2.1.1 Cat - Custo de atendimento e solicitação de acesso**

Custo referente à disposição de estrutura de atendimento adequada às necessidades para apresentação de dossiês e projetos, sem ter o solicitante que se deslocar de seu município.

#### **3.2.1.2 Cae - Análise do anteprojeto de compartilhamento da infraestrutura**

Custo referente à atividade que consiste no recebimento formal (por escrito) da solicitação de compartilhamento de infraestrutura e do projeto básico, devendo atender às diretrizes do Regulamento Conjunto ANEEL/Anatel/ANP nº 001/1999, bem como os requisitos técnicos da Distribuidora. Este processo compreende ainda as várias interações que são feitas entre Cemig D e solicitantes até que o projeto apresente conformidade com os requisitos técnicos e regulamentares exigidos.

#### **3.2.1.3 Cap - Análise do cálculo do esforço adicional introduzido nos pontos do poste a serem acessados e custo do projeto**

Custo referente às atividades que consistem do recebimento formal do projeto executivo, baseado no projeto básico aprovado, contendo informações técnicas e previsão de esforços mecânicos que serão aplicados à estrutura, necessários para a análise pelo Corpo Técnico da Concessionária, da viabilidade do compartilhamento, cuja especificação deverá atender, entre outros, às diretrizes da Resolução ANEEL 581/2002 e aos requisitos técnicos das Normas de Distribuição do Detentor.

3.2.1.4 Cmap - Atualização do sistema de georreferenciamento – Mapcad

Custo referente à atividade necessária para a atualização das informações contidas no sistema georreferenciado da concessionária, em função da aprovação do projeto.

3.2.1.5 Cdig - Digitalização dos projetos para arquivamento

Custo referente à atividade necessária para a guarda e gestão eficaz do projeto aprovado.

3.2.1.6 Cfisc - Fiscalização e comissionamento da execução da obra

Custo referente à atividade que consiste no acompanhamento da obra para a efetivação do acesso à rede elétrica e na fiscalização da obra concluída, para garantir a firme execução do projeto aprovado, o atendimento dos requisitos técnicos exigidos pela concessionária, a segurança das instalações envolvidas, bem como a segurança dos executores da obra e de terceiros que transitam pelo local.

Portanto, o custo direto de implantação por ponto corresponde à soma dos seis custos mostrados e detalhados acima e é dado pela fórmula:

$$Cd_{Impl} = C_{at} + C_{ae} + C_{ap} + C_{map} + C_{dig} + C_{fisc} \quad (3-1)$$

Onde:

Cd<sub>Impl</sub>: Custo direto de Implantação.

### **3.2.2. CUSTOS DIRETOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O segundo tipo de custos exclusivos de compartilhamento são os custos diretos de O&M inerentes ao processo de uso. Esses custos são provocados pela existência das redes dos acessantes nas instalações da Cemig D, previstas para este fim e possuem características recorrentes. A relação e descrição desses custos são listadas a seguir:

#### **3.2.2.1 Cri - Retirada de Rede de Telecomunicação Irregular**

Custo referente à atividade desenvolvida para efetivar a retirada de redes implantadas de forma irregular pelas empresas de telecomunicação, geralmente projetos que foram construídos à revelia, pois não foram aprovados pela concessionária, devido, principalmente, ao não atendimento aos padrões técnicos mínimos exigidos e aqueles que causam interferência no serviço de distribuição, ou seja, redes inadequadas e inseguras que colocam em risco a vida de pessoas e a confiabilidade do sistema elétrico. Essa atividade se presta também à retirada de cabos inativos da empresa de telecomunicação. Importante ressaltar que as redes irregulares, por sua própria natureza de não estar nos registros da Concessionária de Distribuição, dificultam ainda mais a execução de sua retirada, pois a identificação é bastante difícil.

#### **3.2.2.2 Cit - Inspeção Técnica Preventiva**

Custo referente à atividade de inspecionar a rede executada pela empresa de distribuição para verificar:

- i. Adequação das redes de telecomunicação instaladas;
- ii. Possíveis interferências advindas de alterações no projeto original;
- iii. Existência de novos pontos acessados de forma irregular;
- iv. Existência de pontos sem análise prévia e aprovação do Detentor;

#### **3.2.2.3 Cdf - Custo com ressarcimento a clientes devido à violação de DIC/FIC/DMIC**

Custos referentes aos desligamentos não programados, provocados pela atuação de dispositivo de proteção do sistema elétrico, decorrentes da execução de obras/projetos das empresas de

telecomunicações que usufruem do compartilhamento de infraestrutura, impactando de maneira negativa os indicadores de continuidade do fornecimento de energia elétrica, coletivos e individuais, pactuados com o Órgão Regulador, que provocam ressarcimento a clientes devido à violação de DIC/FIC/DMIC.

### 3.2.2.4 Cend - Custo da energia não distribuída – END

Custos em decorrência de a concessionária deixar de vender energia em virtude de uma interrupção ou indisponibilidade na rede de distribuição em razão da execução de obras/projetos das empresas de telecomunicações que usufruem do compartilhamento de infraestrutura.

### 3.2.2.5 Com - Custo de cancelamento de serviços programados provocados por negligência da equipe da acessante

Custos decorrentes de cancelamentos de serviços programados pelo detentor para execução de expansão, manutenção ou melhorias do sistema elétrico, devido à negligência da empresa de telecomunicação acessante, que não comparece ao local programado para a execução do serviço. A ausência da acessante no local da obra acarreta necessariamente a reprogramação dos serviços e acréscimo dos custos adicionais decorrentes do retrabalho das equipes de planejamento e reprogramação de manobras, reemissão de avisos de interrupção, desmontagem e montagem de infraestrutura, dispensa da equipe de fiscalização e comissionamento e sua reconvocação, além das despesas com improdutividade das contratadas para a execução dos serviços.

### 3.2.2.6 Cfat, Cinad, Cb, Cg, Cjur - Custos de Gestão do compartilhamento e demandas jurídicas

Custos referentes à elaboração, análise e revisão dos contratos, negociação de preços e pontos de acesso, acompanhamento e controle mensal do faturamento da cobrança, da inadimplência e emissão de carta/acordo.

O processo de compartilhamento exige ainda recursos para acompanhamento e gestão das demandas jurídicas provocadas pelo não pagamento do solicitante, ou pagamento em juízo, descumprimento de obrigações contratuais, causas trabalhistas por acidente de trabalho interpostas por empregados das empresas de Telecom, entre outros.

Por serem despesas perenes, estas devem ser dimensionadas e consideradas como custos recorrentes do acessante.

### 3.2.2.7 Ctga - Custo técnico da Gestão dos ativos compartilhados

Custo decorrente da gestão dos ativos ao se avaliar e informar as condições físicas, técnicas e de segurança dos postes e das estruturas compartilhadas.

Portanto, o custo direto de implantação por ponto corresponde à soma dos custos mostrados e detalhados acima e é dado pela fórmula:

$$Cd_{O\&M} = C_{ri} + C_{it} + C_{df} + C_{om} + C_{fat} + C_{inad} + C_b + C_{jur} + C_g + C_{end} + C_{tga} \quad (3-2)$$

Onde:

$Cd_{O\&M}$ : Custos diretos de Operação e Manutenção.

## 3.3. INVESTIMENTOS DIRETOS DO COMPARTILHAMENTO (CAPEX)

Os investimentos diretos do compartilhamento correspondem a todos os investimentos que devem ser executados na rede de distribuição existente exclusivamente por causa do compartilhamento.

A substituição ou a reforma de um poste ou de vários devido ao acréscimo ou aumento do esforço de uma nova rede de telecomunicação solicitado pela empresa de Telecom deve ser englobado como um investimento direto em virtude da empresa de distribuição ter que fazer modificações em redes existentes devido a uma necessidade da empresa de telecomunicações. Desta forma, o investimento direto também fará parte da composição do aluguel.

### 3.3.1. Situação Atual dos investimentos diretos

Atualmente, quando existe uma situação ou um contrato em que se exige um investimento direto, o mesmo é pago à vista e integralmente pela operadora de telecomunicação no mo-

mento em que o contrato é firmado com a empresa de distribuição. Porém e em razão dos contratos de compartilhamento ser firmados livremente entre as partes, novas técnicas podem ser aplicadas como o pagamento em parcelas diluído no aluguel do ponto do poste.

### 3.4. REPRESENTAÇÃO FINANCEIRA DOS CUSTOS E INVESTIMENTOS DIRETOS

#### 3.4.1. CUSTOS DIRETOS DE IMPLANTAÇÃO

Os custos diretos de implantação devem estar concentrados na data 0, em virtude de serem custos antes do início do projeto ou custos pré projeto. Estes custos previstos apresentam uma vida útil ao longo do contrato executado entre a empresa distribuidora e a empresa de telecomunicação. Estes custos entrarão na composição da receita da concessionária para que haja a compensação ou cobertura dos mesmos. Os custos diretos de implantação podem ser representados conforme figura abaixo:

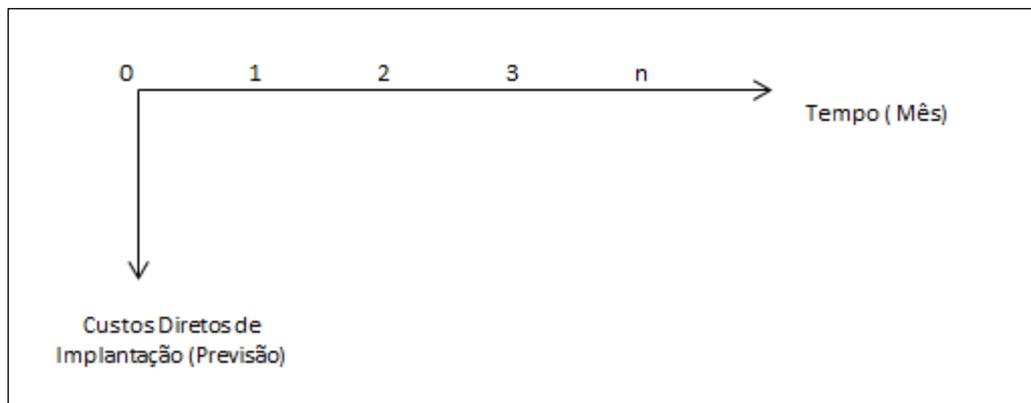


Figura 3-1 – Representação Gráfica da estimativa dos Custos diretos de implantação.

Ou, através de custos transformados em custos mensais através da fórmula (3-3):

$$Cdi_m = \frac{Cdi_p \cdot r_w}{1 - (r_w + 1)^{-n}} \quad (3-3)$$

Onde:

$Cdi_m$  : Custos diretos de Implantação transformados em mensalidades

Representando graficamente, tem-se:

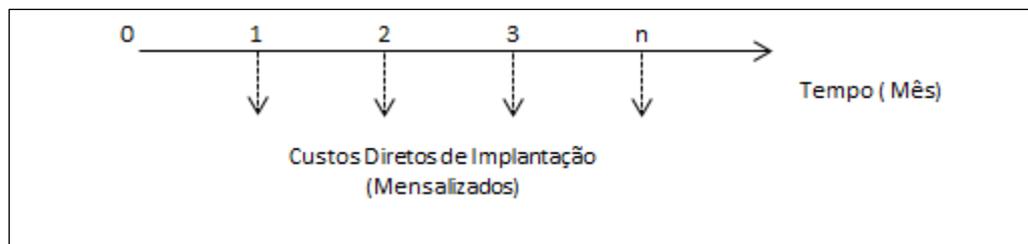


Figura 3-2 – Estimativa dos custos diretos de implantação transformados em custos mensais.

### 3.4.2. CUSTOS DIRETOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (O&M)

Os custos diretos de operação e manutenção são custos projetados ao longo do contrato e devem ser contabilizados na composição da receita da concessionária para cobertura dos mesmos. Os custos de operação e manutenção podem ser representados por meio da figura abaixo:

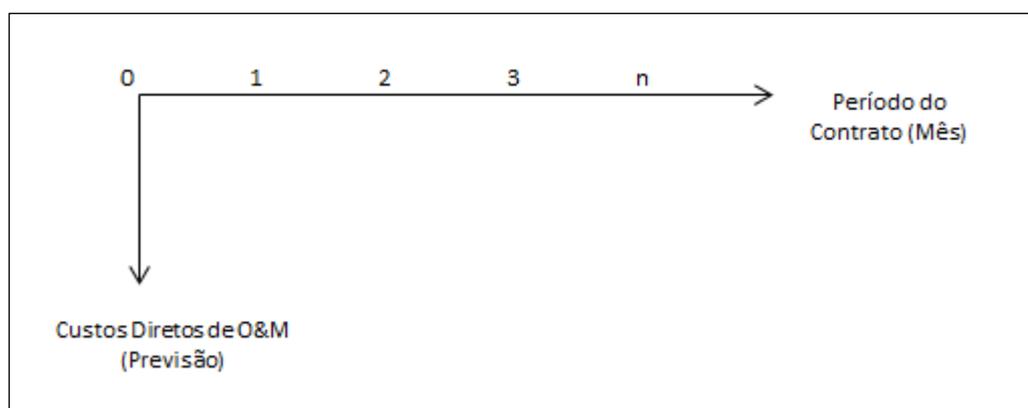


Figura 3-3-Representação Gráfica da estimativa dos Custos diretos de O&M.

Ou, através de custos transformados em custos mensais através da fórmula abaixo:

$$CdO\&M_m = \frac{CdO\&M_m \cdot r_w}{1 - (r_w + 1)^{-n}} \quad (3-4)$$

Onde:

$CdO\&M_m$  : Custos diretos de O&M transformados em mensalidades.

Representando graficamente, tem-se:

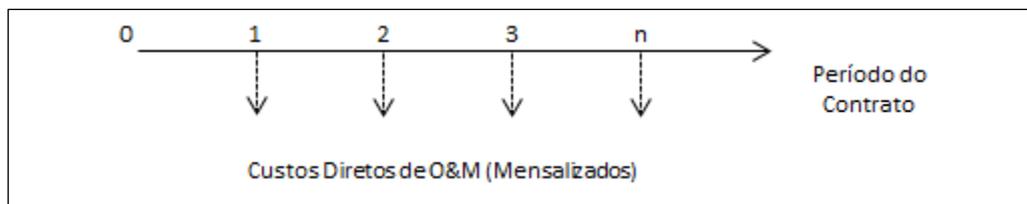


Figura 3-4-Estimativa dos custos diretos de O&M transformados em custos mensais.

### 3.4.3. INVESTIMENTOS DIRETOS DO COMPARTILHAMENTO

Os investimentos diretos do compartilhamento devem ser executados, quando necessários, no período 0 em razão de que algum ajuste ou substituição nos ativos da rede de distribuição devem ser feitos antes da instalação dos pontos de serviços das empresas de telecomunicações. Os investimentos diretos do compartilhamento podem ser representados conforme figura abaixo:

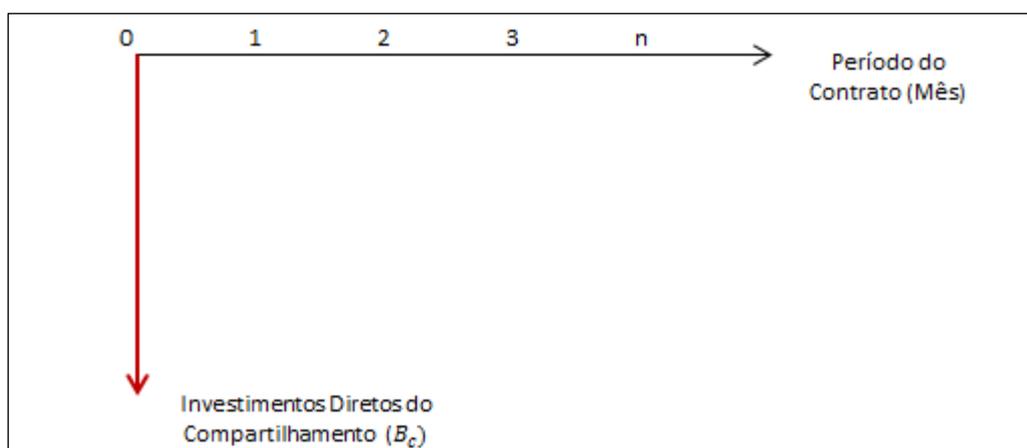


Figura 3-5 – Representação Gráfica do Investimento Direto do Compartilhamento.

# CAPÍTULO 4

## TEORIA DO RISCO

### 4.1. INTRODUÇÃO

Os custos diretos exclusivos do compartilhamento do poste em função da cessão dos mesmos para as operadoras ocupantes foram listados e explanados no capítulo anterior que diz respeito aos custos do Compartilhamento do poste.

Como foi verificado no capítulo anterior através da representação financeira dos custos diretos, os mesmos são previstos e estimados até a data da assinatura do contrato do aluguel do ponto do poste.

Sabendo que nos contratos firmados os custos diretos são projeções do futuro em razão do contrato ter seu período de duração da data atual da assinatura até uma data futura, a estimação destes custos pode conter erros.

Para a minimização e otimização destes erros serão utilizadas técnicas de gerenciamento de risco consagradas como o *Value at Risk*.

Os melhores métodos de previsão através de séries temporais serão também utilizados com o fim de se obter uma previsão mais confiável e com menor erro. O *software Crystal Ball* será utilizado com o intuito de automatizar as previsões e projeções dos Custos diretos.

### 4.2. DEFINIÇÃO DE RISCO

Risco pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse (JORION, 1997).

Conforme Gastineau e Kritzman (1996), risco num conceito mais amplo é a exposição a mudanças incertas, e mais restritamente, exposição a mudanças adversas. Já, Securato (1996) cita risco como a possibilidade de perda ou grau de incerteza associados a um evento qualquer.

Normalmente são utilizadas distribuições de probabilidade para representar a estocasticidade dos dados sob condições de incerteza e o desvio padrão é a medida genérica de risco na maioria dos mercados conforme define (GASTINEAU E KRITZMAN, 1996).

### 4.3. DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE

Conforme Evans & Olson (2002) Distribuição de probabilidade é a caracterização dos possíveis valores que uma variável aleatória pode assumir com a probabilidade de ocorrência de tal variável.

Ainda, existem dois tipos de distribuição de probabilidade: a distribuição discreta e a distribuição contínua. A distribuição discreta é definida pela probabilidade de sua função massa enquanto a contínua é definida pela probabilidade de sua função densidade.

A probabilidade da função massa e da função densidade pode ser representada por  $f(x)$ , enquanto suas respectivas funções cumulativas podem ser representadas por  $F(x)$ .

Sabendo que a soma de todos os eventos possíveis de uma determinada distribuição apresentam uma probabilidade de ocorrência de 100%, então:

$$0 \leq f(x_i) \leq 1$$

$$\sum_i f(x_i) = 1$$

O valor esperado de uma variável aleatória ou de uma distribuição corresponde à noção de média.

Para distribuições discretas, a média ou valor esperado é calculado pela seguinte fórmula:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p(x_i) \quad (4-1)$$

Para distribuições contínuas de probabilidade, a média ou valor esperado é calculado pela seguinte fórmula:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx \quad (4-2)$$

### 4.3.1. Distribuição Normal

De acordo com Evans & Olson (2002) a distribuição normal ou gaussiana é definida pela curva na forma de um sino. A distribuição normal é simétrica e sua média além de representar o centro da distribuição, ainda coincide com a mediana. É caracterizada pelos parâmetros média e desvio padrão.

A função densidade é representada pela fórmula:

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} \quad (4-3)$$

Ou graficamente pela figura 4-1:

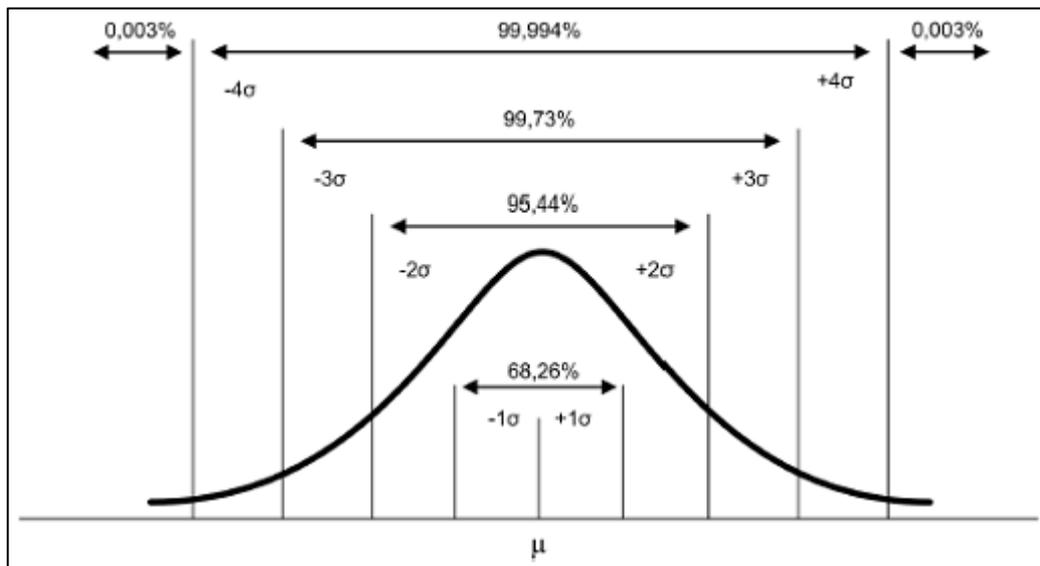


Figura 4-1 – Gráfico padrão de uma Distribuição Normal

A distribuição normal pode ser transformada em uma distribuição normal padronizada pela equação 4-4:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (4-4)$$

#### 4.4. GERENCIAMENTO DO RISCO FINANCEIRO

Administrar risco significa perguntar o que pode acontecer no 1% restante das vezes. (Richard Felix, diretor-chefe de Crédito do Morgan Stanley).

Ao final de cada dia, digam-me quais são os riscos existentes em cada mercado e localidade. (WEATHERSTONE, J. P. Morgan).

Conforme Jorion (1997) o bom gerenciamento de risco requer o uso apropriado de diferentes ferramentas, e cada ferramenta do grupo tem suas forças e fraquezas particulares.

De acordo com Jorion (2001, p.3) a gestão de risco é um processo através do qual várias exposições de risco são identificadas, mensuradas e controladas.

Ainda, o autor cita a engenharia financeira com o objetivo de criar métodos eficazes de proteção contra riscos financeiros ou de especulação com os mesmos.

Segundo Burger, Graeber e Schindlmayr (2014), o gerenciamento de risco é definido como um conjunto de atividades para direcionar e controlar uma organização com respeito ao risco.

Ainda, o gerenciamento de risco inclui a identificação metodológica, avaliação e priorização dos riscos seguidos pela aplicação coordenada e econômica de recursos para minimizar, monitorar e controlar o impacto de eventos inoportunos.

As estratégias para gerenciar riscos tipicamente incluem evitar, reduzir, transferir ou até mesmo aceitar o risco.

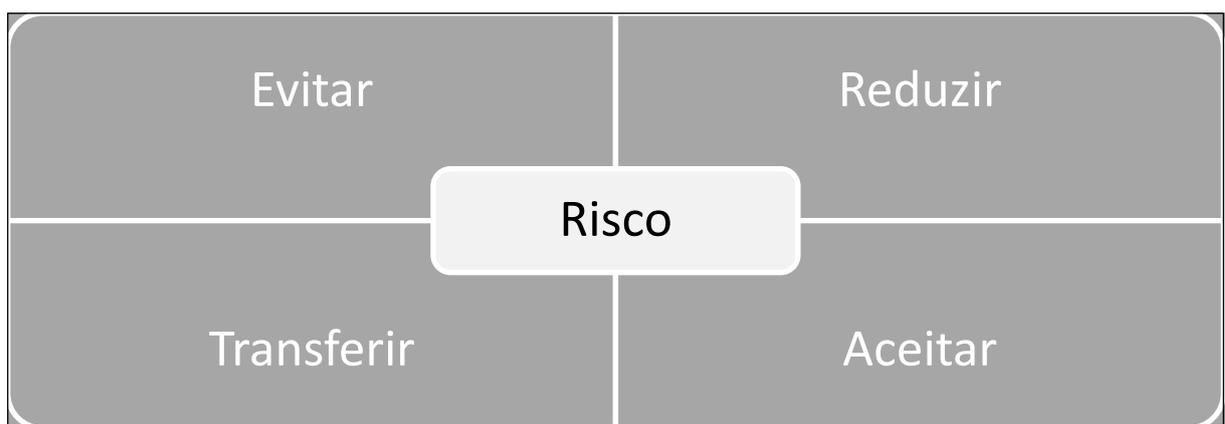


Figura 4-2 – Estratégias de Gerenciamento de Risco. Fonte: Baseado em Burger, Graeber e Schindlmayr (2014).

Evitar o risco significa escolher uma alternativa sem exposição ao risco, porém esta estratégia sempre implica na eliminação de oportunidades de negócios.

A redução do risco pode ser alcançada pela minimização da probabilidade de ocorrência da resposta indesejada, ou pela redução do impacto negativo.

A transferência do risco para terceiros pode ser atingido usando contratos de proteção (*Hedging*) ou fechando um seguro para o contrato.

Pelo aspecto legal, o gerenciamento do risco é um requisito fundamental para as corporações na sua respectiva legislação nacional.

O comitê supervisor dos Bancos, denominado comitê de Basileia, adotou nas legislações nacionais o eficiente gerenciamento de risco através da definição de normas.

A base para um gerenciamento eficiente de risco consiste em traçar estratégias de negócios e sua estratégia de risco.

A figura 4-3 ilustra o processo de gerenciamento do risco e a tabela 4-1 as etapas:

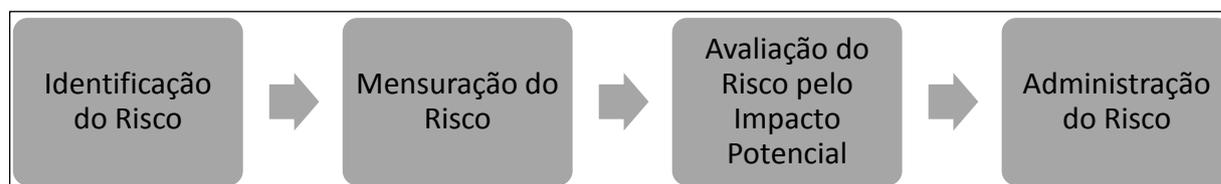


Figura 4-3 – Processo de Gestão do Risco. Fonte: Adaptado de Jorion (1997).

Tabela 4-1 – Descrição das Etapas de Gerenciamento de Risco

<b>Etapas do Gerenciamento de Risco</b>	<b>Descrição</b>
<b>Identificar os fatores de riscos</b>	Conforme Mauad (2010), o gestor deve identificar os riscos potenciais que a empresa poderá estar exposta, por exemplo, os riscos do negócio, os estratégicos ou os financeiros (mercado, operacional, liquidez, de crédito, ou legal).
<b>Mensurar o risco</b>	Segundo Mauad (2010) é estimar quantitativamente o seu valor. Diversas técnicas são abordadas pela literatura financeira entre elas os modelos de risco-retorno, os de inadimplência e, mais recentemente, os modelos baseados no VaR.
<b>Avaliar os riscos pelo impacto potencial</b>	Uma matriz pode ser construída de forma a associar classificações de risco (muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa) aos riscos ou condições baseadas na combinação de escalas de probabilidades e impactos.
<b>Administrar o risco</b>	Utilizar de ferramentas adequadas e eficientes para minimizar e controlar o risco.

Fonte: Adaptado de Mauad (2010).

#### 4.4.1. IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

Conforme Burger, Graeber e Schindlmayr (2014), o processo de gerenciamento de risco começa com uma identificação metodológica dos riscos. O método usual para identificação dos riscos se baseia num inventário de riscos e a avaliação do processo incluindo entrevistas com os especialistas em risco. O resultado pode ser ilustrado num mapa de risco conforme figura 4-4:



Figura 4-4 – Tipos de Riscos Financeiros. Fonte: Adaptado de Burger, Graeber e Schindlmayr (2014).

A tabela 4-2 descreve os principais tipos de riscos financeiros:

Tabela 4-2 - Descrição dos Riscos Financeiros

<b>Risco de Mercado</b>	Duarte Júnior (2005) define risco de mercado como uma medida da incerteza relacionada aos retornos esperados de um portfólio em decorrência de variações em fatores de mercado (como estruturas a termo de taxas de juros, taxas de câmbio, preços de commodities e ações).
<b>Risco Operacional</b>	O risco operacional refere-se, conforme Jorion (1997), às perdas potenciais resultantes de sistemas inadequados, má administração, controles defeituosos ou falha humana, a qual inclui o risco de execução (quando as operações não são executadas, resultando em atrasos onerosos ou penalidades), as fraudes (falsificação de informações), risco tecnológico (fragilidades do sistema contra acesso não autorizado e violações) e o risco de modelo (perigo de imperfeição nos modelos de precificação e controle).
<b>Risco de Crédito</b>	O risco de crédito de acordo com Jorion (1997) surge quando as contrapartes não desejam ou não são capazes de honrar suas obrigações contratuais.
<b>Risco de Liquidez</b>	Conforme Fraletti e Famá (2003), o risco de liquidez pode ser dividido em risco de negociabilidade e risco de refinanciamento. O primeiro surge quando uma transação não pode ser concluída rapidamente e a baixo custo. O segundo tipo refere-se à impossibilidade de cumprir as próprias obrigações de pagamento, o que pode levar à liquidação antecipada de haveres.
<b>Risco Legal</b>	Segundo Jorion (1997), o risco legal surge quando uma contraparte não possui amparo legal ou regulatório para se envolver em uma transação.

Fonte: Adaptado de Jorion (1997), Duarte Júnior (2005) e Mauad (2010).

#### 4.4.2. MENSURAÇÃO DO RISCO

Segundo a literatura financeira, existem várias formas de se mensurar o risco e, entre elas, destacam-se os modelos de risco-retorno (CAPM e APM), os de risco de inadimplência e os baseados no *Value at Risk* (VaR). Neste trabalho será descrito e utilizado somente a metodologia baseada no *Value at Risk*.

##### 4.4.2.1 Value at Risk (VaR)

O VaR sintetiza a maior (ou pior) perda esperada dentro de determinados período de tempo e intervalo de confiança (JORION, 1997).

Conforme Gastineau e Kritzman (1996) o Value at risk consiste em uma medida da perda monetária na qual um investidor pode estar sujeito, em caso de movimento adverso do investimento.

Ainda, esta técnica de análise de risco só é efetiva em caso de que o histórico de dados reflita uma projeção futura.

Já, Burger, Graeber e Schindlmayr (2014) associam o VaR como uma medida amplamente utilizada por instituições financeiras, fundos gerenciais ou tesouros corporativos. A aceitação é demonstrada até mesmo pelo fato de bancos reguladores utilizarem o VaR como base de requisitos de capitais associados a exposição do risco de mercado.

VaR é um quantil especificado de uma distribuição que representa um lucro ou perda de um determinado portfólio sobre um período de tempo especificado. Em outras palavras, especifica o pior caso de um valor de um portfólio ao qual não será excedido com uma alta probabilidade, num determinado período de tempo.

A equação que representa a afirmação acima pode ser representada por:

$$P(X[t_1, t_0] \leq x) \geq 1 - \alpha \quad (4-5)$$

De acordo com Neto (2010), é possível afirmar que o VaR de um portfólio depende do retorno esperado dos dados do mesmo e a probabilidade de ocorrência destes retornos. A frase acima pode ser expressa por:

$$VaR_y = i \cdot \sigma_y \cdot Y \quad (4-6)$$

A Figura 4-5, expressa que as perdas de um portfólio maiores que o valor da perda em risco ocorre com uma probabilidade de 5%.

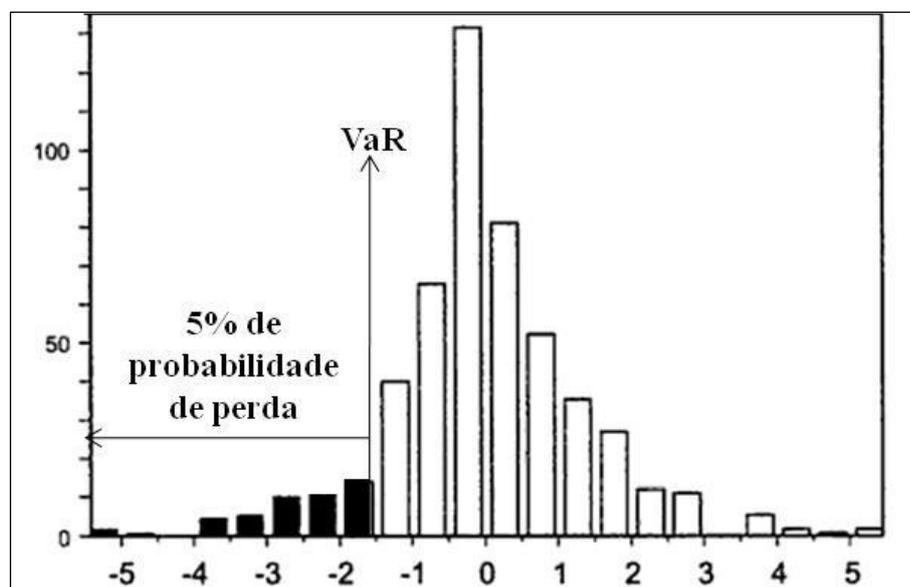


Figura 4-5 – Gráfico do VaR.

Fonte: Mauad (2010).

#### 4.4.2.1.1 Metodologias Convencionais para o Cálculo do VaR

Conforme Jorion (1997), os métodos para mensuração do VaR podem ser apresentados abaixo:

- Método da Variância e Covariância
- Método da Simulação Histórica
- Método da SMC

**Método da Variância e Covariância:** Conforme Mauad (2010) é também denominada metodologia analítica e utilizada pelo JP Morgan, no seu modelo RiskMetrics. Segundo Guerra (2009), o método da Variância e Covariância é o método mais simples de implementação e conceitual. Este método utiliza técnicas estatísticas de cálculo de variância e covariância para se determinar o VaR de um portfólio dado o nível de confiança e intervalo de tempo.

**Método da Simulação Histórica:** é uma metodologia bastante intuitiva que basicamente não requer o uso de parâmetros estatísticos. Como não necessita de parâmetros que reflitam uma distribuição de probabilidade, a simulação histórica é considerada um método não paramétrico para estimação do VaR (KIMURA et al, 2008, p.39).

Segundo Jorion (1997) o método da simulação histórica põe a avaliação plena diretamente em prática. Consiste em recuar no tempo e aplicar os pesos atuais a uma série temporal dos retornos históricos dos ativos. (MACHRY, 2003). O método da Simulação histórica consiste em utilizar o retorno do histórico de dados de um portfólio para simulação de retornos futuros e então se determinar o VaR do portfólio. Contudo na proposta, pega-se o histórico de dados num mesmo período de tempo, e a partir daí, através do nível de confiança desejado, determina-se o quantil e posteriormente o VaR.

O retorno de um ativo é calculado pela fórmula:

$$R_j = \frac{p_j - p_{j-1}}{p_{j-1}} \quad \text{sendo } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4-7)$$

O retorno de uma carteira de ativos é calculado pela equação:

$$R_c = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot R_j \quad (4-8)$$

A partir da distribuição de retornos e através da determinação do quantil empírico do retorno especificado é possível calcular o VaR da distribuição.

$$VaR_{\alpha\%} = p_{t-1} \cdot \hat{R}_{\alpha\%} \quad (4-9)$$

Na figura 4-6 é ilustrado o processo da simulação histórica para uma carteira de retorno de ativos:

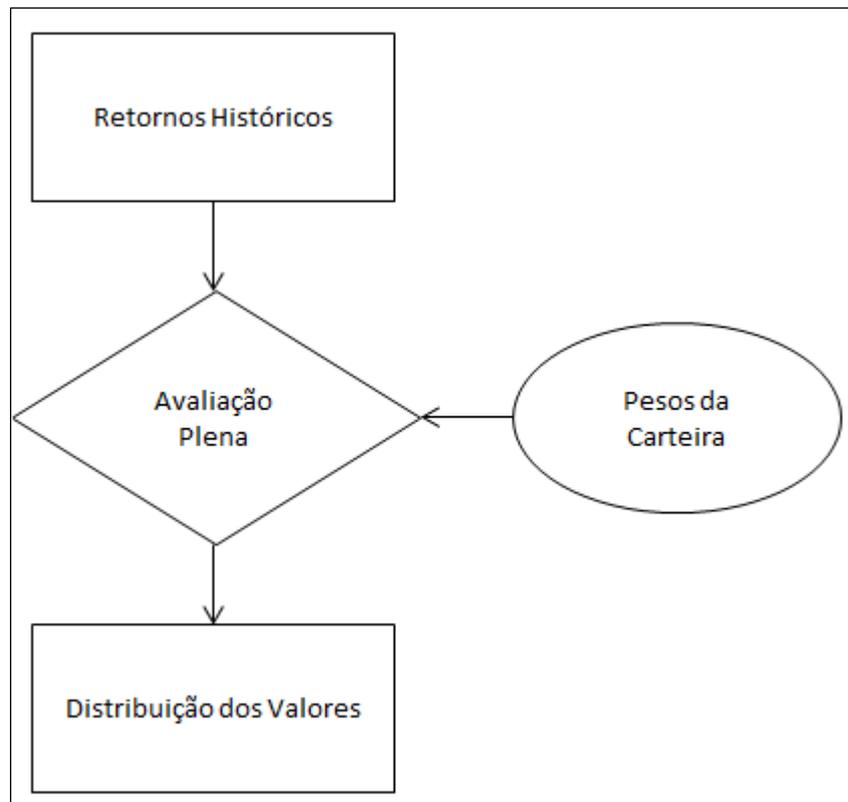


Figura 4-6 – Processo da Simulação histórica para o cálculo do VaR de uma Carteira de Ativos. Fonte: Jorion (1997).

A ideia é utilizar-se a própria distribuição empírica dos retornos passados da carteira ou ativo, com o argumento de que ela reproduz da melhor maneira possível a verdadeira distribuição, e simular, a partir daí, o resultado da carteira ou ativo (MAUAD, 2010).

**Método da Simulação de Monte Carlo:** O método da Simulação de Monte Carlo requer uma amostra de dados estocásticos como fatores de risco para gerar uma distribuição de probabilidade dos dados de um portfólio. Com estas amostras de dados é possível simular as variações ou mudanças do portfólio e se determinar o VaR através do nível de confiança escolhido.

Segundo JORION (2000) e DOWD (1998), a sequência a ser seguida na implementação da simulação de Monte Carlo é a seguinte:

1. Escolher um modelo estocástico para o comportamento dos preços dos fatores de risco e estimar seus parâmetros (volatilidades, correlações, etc.) baseados em dados históricos ou de mercado;
2. Gerar trilhas de preços aleatórios para as variáveis estocásticas de interesse, de onde os preços serão computados como  $S_{t+1}, S_{t+2}, \dots, S_{t+n}$ ;

3. Calcular o valor da carteira  $C_{t+n} = CT$  na data-alvo com a sequência de preços gerada no passo anterior;
4. Repetir os passos 2 e 3 quantas vezes se desejar. Utilizar critérios de parada baseados na variabilidade da média amostral para geração do número de eventos.
5. Ordenar os valores finais gerados para a carteira, obtendo-se uma distribuição.
6. Computar o VaR a partir do quantil de interesse.

O método da simulação de Monte Carlo é, portanto, parecido com o método da simulação histórica, sendo que o que muda é que as variações hipotéticas de preços para os fatores de risco são criadas a partir de ocorrências aleatórias de um processo estocástico pré-especificado, em vez de serem tiradas de uma amostra de dados históricos (JORION, 2000).

#### 4.4.2.1.2 Análise Comparativa dos Métodos de Mensuração do VaR

A tabela 4-3 resume as características dos métodos de mensuração do VaR:

Tabela 4-3 – Comparação das Técnicas de Mensuração do VaR

	<b>Analítica</b>	<b>Sim. Histórica</b>	<b>Sim. Monte Carlo</b>
<b>Facilidade p/ Implementação</b>	Média	Média	Difícil
<b>Facilidade p/ Assimilação</b>	Média	Média	Difícil
<b>Complexidade Computacional</b>	Média	Média	Muita
<b>Tempo de Execução</b>	Médio	Médio	Alto
<b>Hipóteses Simplificadoras</b>	Muitas	Poucas	Algumas

Fonte: Adaptado de Mauad (2010).

## 4.5. MÉTODOS DE PREVISÃO E PROJEÇÃO

### 4.5.1. Séries Temporais

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo (MORETTIN & TOLOI, 2006).

## 4.5.1.1 Estacionariedade

Conforme Morettin e Tolo (2006), a estacionariedade de uma série temporal ocorre quando a mesma se desenvolve no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, retratando uma situação de equilíbrio estável.

Ainda, em economia e finanças a maioria das séries temporais apresenta alguma forma de não estacionariedade. As séries podem ser estacionárias em um período de tempo e depois mudar de nível ou inclinação.

Os modelos ARIMA são capazes de descrever satisfatoriamente as séries estacionárias e as não estacionárias, com exceção das apresentam comportamentos explosivos.

Uma série não estacionária pode ser transformada em uma série estacionária. Segundo Morettin e Tolo (2006), a transformação mais comum consiste em se tomar as diferenças sucessivas da série original, até se obter uma série estacionária.

## 4.5.1.2 Modelos de Previsão utilizando Séries Temporais

A tabela 4-4 apresenta os oito métodos clássicos de séries temporais:

Tabela 4-4 - Os oito Métodos Clássicos de Séries Temporais

<b>Características</b>	<b>Nenhuma Tendência</b>	<b>Com Tendência</b>
<b>Sem Sazonalidade</b>	Média Móvel Simples	Média Móvel Dupla
	Suavização Exponencial Simples	Suavização Exponencial Dupla
<b>Com Sazonalidade</b>	Sazonal Aditivo	Aditivo de Holt-Winter
	Sazonal Multiplicativo	Multiplicativo de Holt-Winter

Fonte: Baseado em Mun (2010).

Enquanto a tabela 4-5 apresenta as vantagens e desvantagens destes métodos:

Tabela 4-5 – Vantagens e Desvantagens dos Métodos Clássicos de Previsão

<b>VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS CLÁSSICOS DE PREVISÃO</b>			
<b>Métodos</b>	<b>Características</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Complexidade de Implementação</b>
<b>MMS</b>	Sem Tendência e sem Sazonalidade	Pequeno	Baixa
<b>AES</b>	Sem Tendência e sem Sazonalidade	Pequeno	Baixa
<b>MMD</b>	Com Tendência e sem Sazonalidade	Pequeno	Baixa
<b>AED</b>	Com Tendência e sem Sazonalidade	Pequeno	Baixa

Fonte: Baseado em Morettin e Toloi (2006).

A seguir são representadas as equações referentes aos métodos clássicos de previsões para facilitar no cálculo das previsões:

#### 4.5.1.2.1 Média Móvel Simples

A média móvel usa dados de um número já determinado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente.

A equação (4-10) representa a previsão para um período posterior:

$$\hat{P}_{t+1} = M_t = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=t-N+1}^t R_j \quad (4-10)$$

Onde:

$\hat{P}_{t+1}$  : previsão para o próximo período.

$M_t$ : média móvel no período t.

$R_j$ : valor real observado no período [t-N+1; t].

$N$ : número de períodos considerados na média móvel.

## 4.5.1.2.2 Média Móvel Dupla

A equação (4-12) representa a previsão para períodos posteriores:

$$M'_t = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=t-N+1}^t M_j \quad (4-11)$$

$$\hat{P}_{t+p} = 2 \cdot M'_t - M_t + \frac{2 \cdot p}{N - 1} \cdot (M_t - M'_t) \quad (4-12)$$

Onde:

$\hat{P}_{t+p}$  : previsão para períodos futuros.

$M_t$ : média móvel no período t.

$M'_t$ : média móvel das médias móveis no período t.

$N$ : número de períodos considerados na média móvel.

$p$ : número de períodos futuros a serem previstos.

## 4.5.1.2.3 Suavização Exponencial Simples

A equação (4-13) representa a previsão para um período posterior:

$$\hat{P}_{t+1} = \tau \cdot R_t + \tau \cdot (1 - \tau) \cdot R_{t-1} + \tau \cdot (1 - \tau)^2 \cdot R_{t-2} + \dots \quad (4-13)$$

Ou ainda,

$$\hat{P}_{t+1} = \tau \cdot R_t + (1 - \tau) \cdot \hat{P}_t$$

Onde:

$\tau$  : coeficiente de amortecimento ( $0 \leq \tau \leq 1$ ).

$R_t$ : valor real observado no período t.

## 4.5.1.2.4 Suavização Exponencial Dupla (Método de Brown)

A equação (4-16) representa a previsão para períodos posteriores:

$$A_t = \tau \cdot R_t + (1 - \tau) \cdot A_{t-1} \quad (4-14)$$

$$A'_t = \tau \cdot A_t + (1 - \tau) \cdot A'_{t-1} \quad (4-15)$$

$$P_{t+p} = a_t + p \cdot b_t \quad (4-16)$$

Onde:

$$a_t = 2 \cdot A_t - A'_t$$

$$b_t = \frac{\tau}{(1 - \tau)} \cdot (A_t - A'_t)$$

$p$ : número de períodos futuros a serem previstos.

4.5.1.2.5 Determinação da constante  $\tau$ 

De acordo com Morettin e Tolo (2006), quanto menor for a constante de amortecimento  $\tau$  mais estável será a previsão, uma vez que os dados passados terão maior peso e impacto na previsão. Já valores maiores de  $\tau$  implicam que os valores de curto prazo do histórico de dados terão pesos e impactos maiores na previsão. O faixa de valor de  $\tau$  varia de [0;1].

4.5.1.2.6 Modelos *ARIMA*

Devido à complexidade do modelo *ARIMA* os cálculos serão realizados com auxílio do *Crystal Ball*, que é um *software* que auxilia na projeção e previsão de séries temporais. O *software* realiza a identificação do melhor modelo *ARIMA*, faz a estimação do modelo, o diagnóstico de verificação da previsão indicando o menor erro. Os cálculos não serão demonstrados nas etapas seguintes, uma vez que o objetivo principal do trabalho não está ligado a previsão dos custos diretos.

Os modelos ARIMA consistem no processo a seguir para ocorrer a previsão:

- Identificação do modelo
- Estimativa do modelo
- Diagnóstico de Verificação Previsão

## **IDENTIFICAÇÃO DOS MODELOS ARIMA**

### **Modelos Auto Regressivos AR**

São modelos que utilizam de dados ou variáveis do passado para explicar o presente. A equação (4-17) ilustra um modelo auto regressivo de ordem 1 e a equação (4-18) ilustra um modelo auto regressivo de ordem 3.

$$y_t = d + \theta_1 \cdot y_{t-1} + \varepsilon \quad \text{AR (1)} \quad (4-17)$$

$$y_t = d + \theta_1 \cdot y_{t-1} + \theta_2 \cdot y_{t-2} + \theta_3 \cdot y_{t-3} + \varepsilon \quad \text{AR (3)} \quad (4-18)$$

Onde:

$\theta_j$ : Parâmetros do Modelo.

$\varepsilon$  : Ruído do Modelo.

$y_{t-n}$ : Dado passado com defasagem n.

### **Modelo Moving Average MA**

Os modelos de médias móveis são gerados por intermédio de uma média ponderada de perturbações aleatórias ou erros aleatórios de defasagem t (PINDYCK & RUBINFELF, 1981).

A equação (4-19) ilustra um modelo média móvel de ordem 1 e a equação (4-20) ilustra um modelo de média móvel de ordem 2.

$$y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \cdot \varepsilon_{t-1} \quad \text{MA (1)} \quad (4-19)$$

$$y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \cdot \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \cdot \varepsilon_{t-2} \quad \text{MA (2)} \quad (4-20)$$

Onde:

$\varepsilon_t$  : Valor do erro aleatório no período t.

#### 4.5.1.3 Seleção dos métodos de previsão pela Precisão

Neste trabalho a seleção do melhor método de previsão será feita utilizando a raiz do erro quadrado médio - (*Rooted Mean Squared Error – RMSE*).

A equação (4-21) ilustra este critério de seleção:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^N \frac{(R_t - \hat{P}_t)^2}{N}} \quad (4-21)$$

Onde:

$R_t$  : Valores reais.

$\hat{P}_t$  : Valores Previstos.

N = Número de períodos de previsão.

- Os grandes erros se destacam devido ao cálculo da média ao quadrado.
- Mas os erros *outliers* receberão grande significância (deveriam ser desconsiderados).

# CAPÍTULO 5

## PROPOSTAS DE MODELAGEM DO COMPARTILHAMENTO

### 5.1. INTRODUÇÃO

Através da literatura apresentada sobre o compartilhamento dos postes no Brasil e no mundo é possível perceber a complexidade do assunto, principalmente na determinação de modelos de precificação do aluguel que reflete os princípios e leis do compartilhamento.

Em cada país estudado, verificou-se uma metodologia de precificação diferente que reflete nos princípios econômicos e culturais de cada um deles.

Na grande maioria deles foi observada a regulação do estado através dos diferentes órgãos pertinentes.

Apesar de em países como o Brasil e os EUA, a regulação determinar a livre negociação de preços de aluguel entre os solicitantes e os detentores da infraestrutura, os órgãos reguladores cada vez mais primam por metodologias que maximizem o bem-estar social.

A eficiente alocação de recursos escassos, neste caso os espaços utilizados para o compartilhamento entre os agentes, é um desafio econômico que move a economia do compartilhamento no sentido de promover o maior valor social para os mesmos.

Como a economia é uma ciência que estuda o bem-estar social e o bem-estar social, além de uma eficiente alocação de recursos, também é atingido através da evolução da tecnologia, as premissas do compartilhamento cada vez mais convergem para metodologias que estão diretamente ligadas a tecnologia empregada. (Políticas públicas).

Nos próximos tópicos serão apresentadas duas propostas de modelagem de preço do aluguel do espaço do poste no Brasil.

## 5.2. PROPOSTA 1 DE MODELAGEM DO PREÇO DE ALUGUEL:

### 5.2.1. Introdução

A proposta 1 se aproxima mais do que ocorre no Brasil nos dias atuais referente ao compartilhamento dos postes no que se refere à alocação da modicidade tarifária sendo um percentual da receita da concessionária. O ponto forte desta proposta é que a mesma assegura o equilíbrio econômico e financeiro da distribuidora de energia, através de combinações de valores de modicidade tarifária e preço do aluguel.

A seguir, o modelo será parametrizado e discutido.

### 5.2.2. Representação Ilustrativa do Modelo Proposto

Conforme texto introdutório as características elucidadas desta proposta podem ser visualizadas através da figura 5-1:

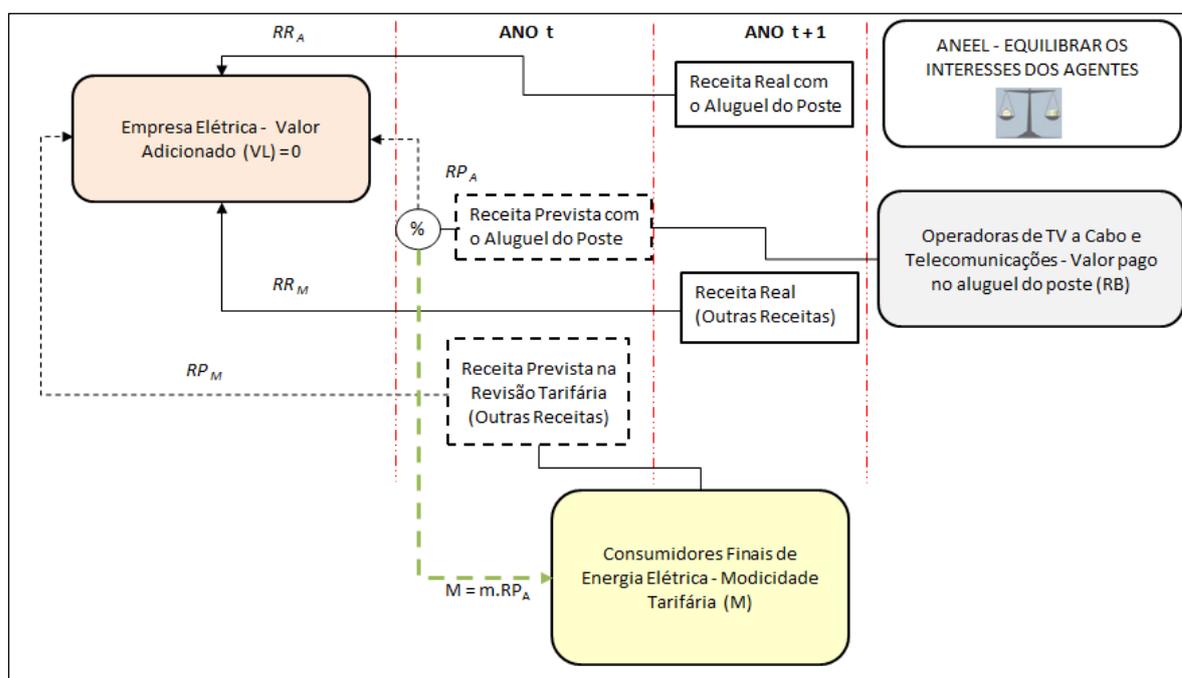


Figura 5-1-Representação Ilustrativa da Proposta 1 de Modelagem.

**5.2.3. Representação Financeira do Modelo Proposto da E.D**

A figura 5-2 ilustra de forma simples todas as saídas e entradas de caixa da empresa elétrica referente ao aluguel do ponto do poste para as operadoras anexadoras do mesmo. Repare que as setas entrando indicam entradas de capital, enquanto as setas saindo indicam saídas de capital da empresa elétrica. O período n indica o período do contrato com as anexadoras do poste.

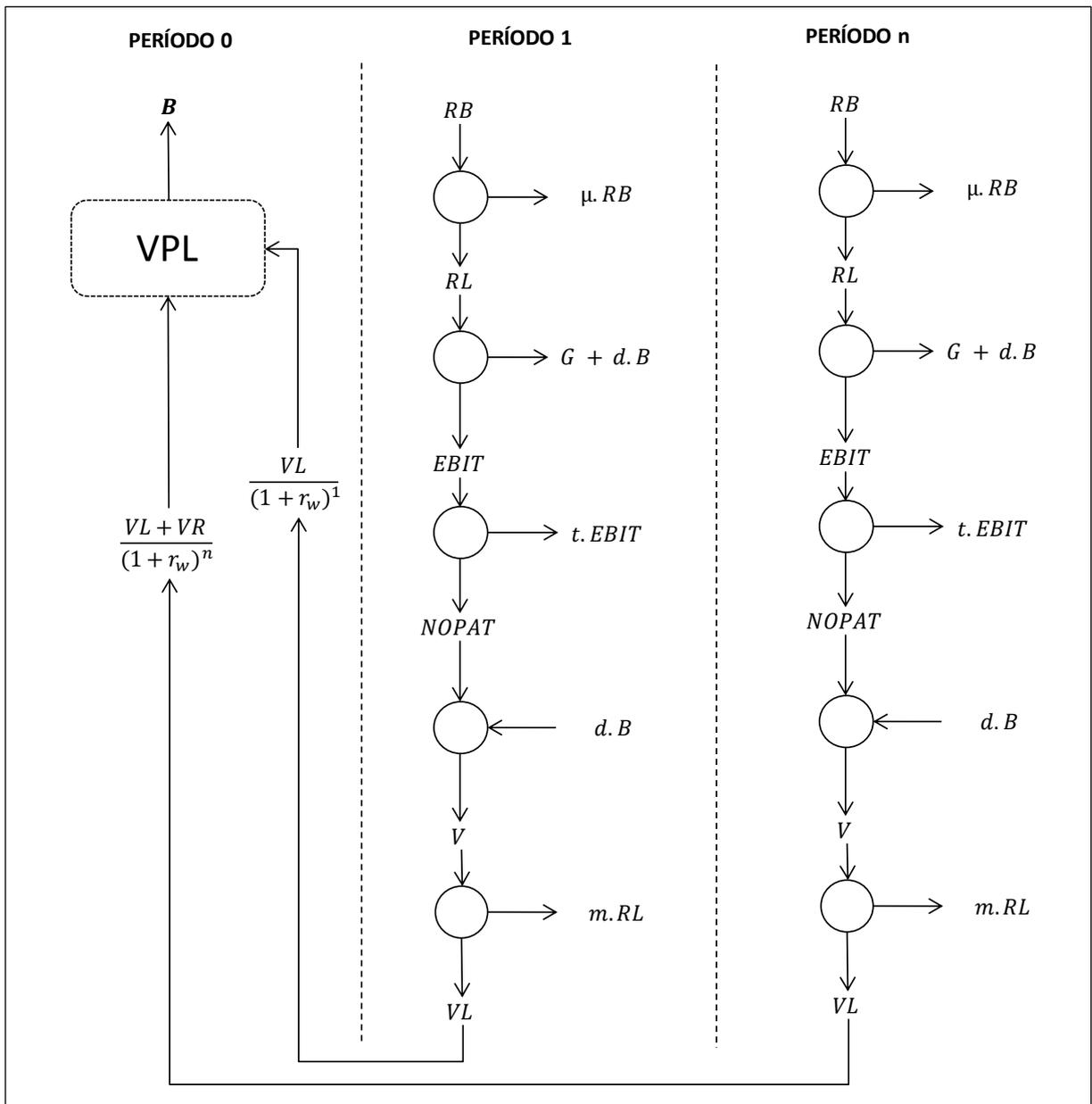


Figura 5-2-Diagrama Financeiro da Empresa Elétrica da Proposta 1.

### 5.2.4. Parametrização do Modelo Proposto da E.D

Através de uma tabela, é montado um fluxo financeiro da empresa de distribuição exclusivo do compartilhamento.

No intuito de facilitar a análise, os vários elementos que figuram no diagrama econômico serão expressos como fração da receita líquida, tal como é indicado na tabela 5-1:

Tabela 5-1 - Modelo Parametrizado da Proposta 1 da Empresa Elétrica

DRE-ED	PERÍODO DO CONTRATO-MESES			
	0	1	2	n
(=) <b>RB</b>		$\left(\frac{1}{1-\mu}\right).RL$	$\left(\frac{1}{1-\mu}\right).RL$	$\left(\frac{1}{1-\mu}\right).RL$
(-) $\mu.RB$				
(=) <b>RL</b>		$RB - \mu.RB$	$RB - \mu.RB$	$RB - \mu.RB$
(-) $g.RL$ + $d.h.RL$				
(=) <b>EBIT</b>		$(1-g-d.h).RL$	$(1-g-d.h).RL$	$(1-g-d.h).RL$
(-) $t.EBIT$				
(=) <b>EBI</b>		$(1-t).(1-g-d.h).RL$	$(1-t).(1-g-d.h).RL$	$(1-t).(1-g-d.h).RL$
(+) $d.h.RL$				
(-) $B$	(-) $B$			
(+) $VR$				(+) $VR$
(=) <b>V</b>		$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h].RL$	$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h].RL$	$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h].RL$
(-) $m.RL$				
(=) <b>VL</b>		$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h - m].RL$	$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h - m].RL$	$[(1-t).(1-g-d.h) + d.h - m].RL$

Onde:

$$G = g.RL \quad (5-1)$$

$$B = h.RL \quad (5-2)$$

Portanto:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(r_w + 1)^j} \quad (5-3)$$

Ainda,

$$VPL = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{[(1-t).(1-g-d.h) + d.h - m].RL}{(r_w + 1)^j} \quad (5-4)$$

Portanto:

$$VPL = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d.B.g}{G} \right) + \frac{d.B.g}{G} - m \right] . G}{(r_w + 1)^j . g} \quad (5-5)$$

Sendo,

$$VR = (1 - n.d).B \quad (5-6)$$

### 5.2.5. Otimização do Modelo para a Garantia do Equilíbrio Financeiro da Distribuidora de Energia Elétrica

Para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro de uma empresa de distribuição de energia elétrica, o valor final adicionado de suas demonstrações financeiras deve ser igual à zero. Assim sendo, o VPL da equação (5-5) deve ser igual à zero. Após alguns desenvolvimentos, chega-se a equação que garante o equilíbrio econômico e financeiro da empresa de distribuição de energia:

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot (1 + r_w)^n - VR]}{G \cdot (1 - t - m) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t - m)} + \frac{(1 - t)}{(1 - t - m)} \right\}^{-1} \quad (5-7)$$

### 5.3. PROPOSTA 2 DE MODELAGEM DO PREÇO DE ALUGUEL:

#### 5.3.1. Introdução

A proposta 2 de modelagem do preço de aluguel se difere um pouco da proposta 1, primeiramente, por não tratar a modicidade tarifária como um percentual da Receita líquida. Os pontos a se destacar nesta proposta, além da garantia do equilíbrio econômico e financeiro da empresa de distribuição já destacado na proposta 1, é promover a modicidade tarifária somente se a empresa tiver valor adicionado positivo. Esta modelagem está mais bem ilustrada no tópico a seguir.

#### 5.3.2. Representação Ilustrativa do Modelo Proposto

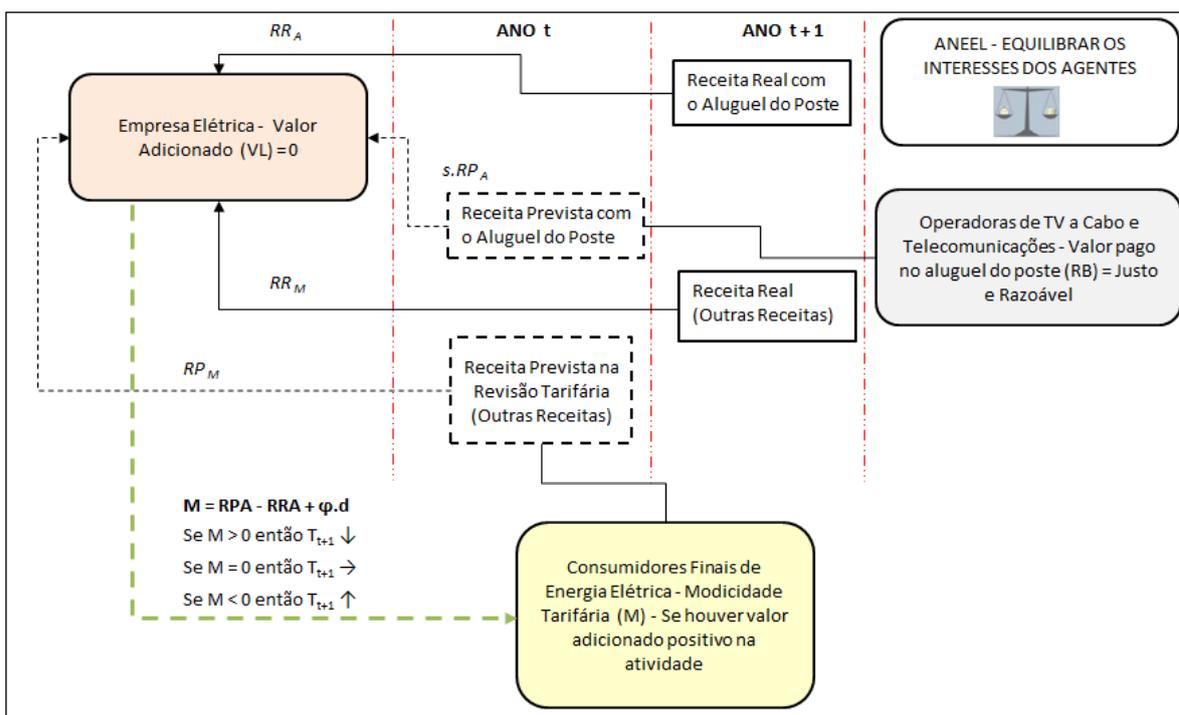


Figura 5-3-Representação Ilustrativa da Proposta 2 de Modelagem

5.3.3. Representação Financeira do Modelo da E.D

A figura 5-4 ilustra de forma simples todas as saídas e entradas de caixa da empresa elétrica referente ao aluguel do ponto do poste para as operadoras anexadoras do mesmo. Repare que as setas entrando indicam entradas de capital, enquanto as setas saindo indicam saídas de capital da empresa elétrica. O período n indica o período do contrato com as anexadoras do poste. Neste modelo não se verifica a modicidade tarifária como um percentual da Receita líquida. A modicidade neste caso irá existir se a empresa conseguir reduzir seus custos diretos em relação aos custos diretos previstos e a operadora de telecomunicação pagar a depreciação de seu espaço utilizado do poste.

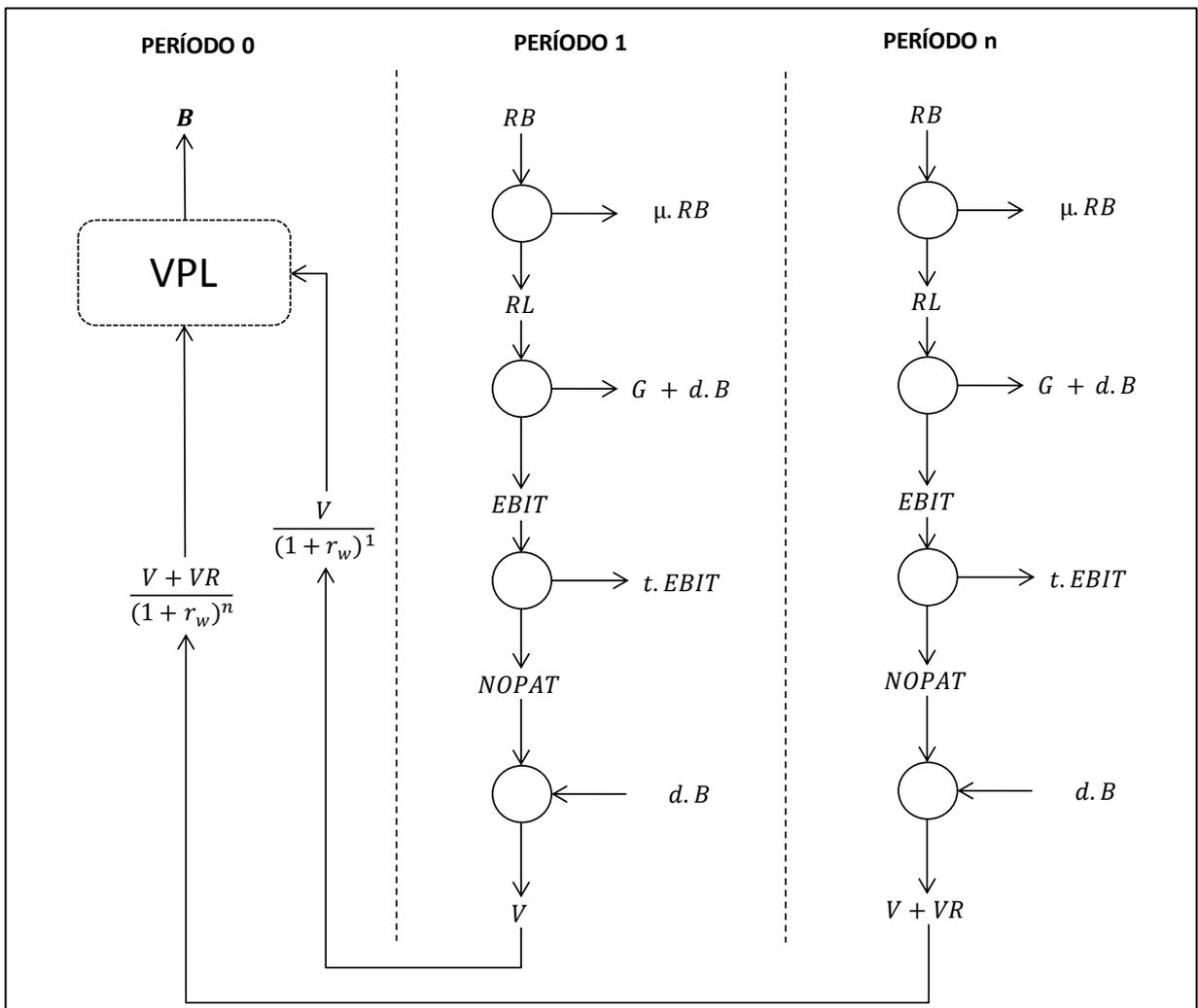


Figura 5-4-Diagrama Financeiro da Empresa Elétrica da Proposta 2

**5.3.4. Parametrização do Modelo da E.D**

A tabela 5-2 representa o modelo financeiro parametrizado da empresa elétrica referente à proposta 2:

Tabela 5-2 - Modelo Parametrizado da Proposta 2 da Empresa Elétrica

DRE-ED	PERÍODO DO CONTRATO-MESES			
	0	1	2	n
(=) <i>RB</i>		$\left(\frac{1}{1-\mu}\right) \cdot RL$	$\left(\frac{1}{1-\mu}\right) \cdot RL$	$\left(\frac{1}{1-\mu}\right) \cdot RL$
(-) $\mu \cdot RB$				
(=) <i>RL</i>		$RB - \mu \cdot RB$	$RB - \mu \cdot RB$	$RB - \mu \cdot RB$
(-) $g \cdot RL$ + $d \cdot h \cdot RL$				
(=) <i>EBIT</i>		$(1 - g - d \cdot h) \cdot RL$	$(1 - g - d \cdot h) \cdot RL$	$(1 - g - d \cdot h) \cdot RL$
(-) $t \cdot EBIT$				
(=) <i>EBI</i>		$(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) \cdot RL$	$(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) \cdot RL$	$(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) \cdot RL$
(+) $d \cdot h \cdot RL$				
(-) <i>B</i>	(-) <i>B</i>			
(+) <i>VR</i>				(+) <i>VR</i>
(=) <i>V</i>		$[(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) + d \cdot h] \cdot RL$	$[(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) + d \cdot h] \cdot RL$	$[(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) + d \cdot h] \cdot RL$

Onde:

$$VPL = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{(1-t) \cdot (1-g-d \cdot h) \cdot RL}{(r_w + 1)^j} \quad (5-8)$$

Substituindo:

$$VPL = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right] \cdot G}{(r_w + 1)^j \cdot g} \quad (5-9)$$

### 5.3.5. Otimização do Modelo para a Garantia do Equilíbrio Financeiro da Distribuidora de Energia Elétrica

Para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da empresa de distribuição o VPL da equação (5-9) deve ser igual à zero. Assim sendo, chega-se a equação (5-10):

$$0 = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right] \cdot G}{(r_w + 1)^j \cdot g} \quad (5-10)$$

E,

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot (1 + r_w)^n - VR]}{G \cdot (1-t) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B}{G} \cdot \left( \frac{t}{1-t} \right) + 1 \right\}^{-1} \quad (5-11)$$

## 5.4. Determinação do Preço de Aluguel

O preço do aluguel por ponto que a empresa distribuidora deve cobrar da empresa de telecomunicações deve ser o suficiente para garantir o equilíbrio econômico financeiro da empresa de distribuição. Em outras palavras, a receita bruta que deve entrar para a distribuidora deve ser capaz de cobrir os custos diretos, o pagamento de impostos, a remuneração dos investidores e a modicidade tarifária a ser destinada aos consumidores.

Desta forma, o preço do aluguel por ponto deverá corresponder à receita bruta requerida pela distribuidora ao longo do contrato.

Portanto:

$$P = RB$$

Sendo o poste um bem compartilhado entre empresa elétrica e operadoras de telecomunicações e TV a cabo, então a depreciação do mesmo deve ser pago pelos agentes conforme espaço de utilização.

$$\varphi = \frac{\text{Espaço utilizado}}{\text{Espaço Total Compartilhado}} \quad (5-12)$$

Então o valor do  $g$  ótimo fica em função do fator de espaço utilizado conforme equação (5-13):

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot \varphi \cdot (1 + r_w)^n - VR \cdot \varphi]}{G \cdot (1 - t - m) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B \cdot \varphi^2 \cdot t}{G \cdot (1 - t - m)} + \frac{(1 - t)}{(1 - t - m)} \right\}^{-1} \quad (5-13)$$

E o preço do Aluguel:

$$P = \frac{G}{g^* \cdot (1 - \mu)} \quad (5-14)$$

Para contratos de mais de um ano o preço do aluguel calculado deverá ser reajustado anualmente pela inflação vigente no período.

$$P_j = \frac{G}{g^* \cdot (1 - \mu)} \cdot \prod_{j=t+1}^{t+tf} (1 + f_j) \quad (5-15)$$

## 5.5. Determinação da Modicidade Tarifária

### 5.5.1. Proposta 1

Neste modelo a modicidade tarifária é determinada através de um percentual da receita líquida previsão da receita do aluguel do poste. Desta forma, a empresa distribuidora estará sempre concedendo subsídios na tarifa do consumidor. Para se garantir financeiramente a empresa elétrica é obrigada a aumentar o aluguel do poste, o que não agrada as operadoras anexadoras

do mesmo. Se a empresa elétrica não aumentar o aluguel então a mesma terá seu valor agregado destruído, o que não a agrada.

A equação de modicidade tarifária que descreve este modelo é a seguinte:

$$M = m.RL \quad (5-16)$$

Ou,

$$M = m.\frac{G}{g} \quad (5-17)$$

Para contratos de mais de um ano o valor da modicidade tarifária calculada deverá ser reajustada anualmente pela inflação vigente no período.

### 5.5.2. Proposta 2

Nesta proposta a modicidade tarifária não é representada como um percentual da receita líquida prevista do aluguel do poste. Para este modelo a modicidade tarifária só irá existir em caso de valor agregado positivo da empresa elétrica durante o contrato com as acessantes ao poste. Para que isto ocorra, a equação abaixo deve ser maior que zero. Assim sendo, a receita bruta prevista com o aluguel mais o percentual de depreciação correspondente ao espaço alugado deve ser maior do que a receita bruta real. Ou seja, a empresa elétrica deve se empenhar em reduzir os custos diretos.

$$M = RB_{prevista} - RB_{Real} + \varphi.d \quad (5-18)$$

Se,

$$M > 0 \text{ ou } RB_{prevista} + \varphi.d > RB_{Real}$$

Então:

$$T \downarrow$$

Se,

$$M = 0 \text{ ou } RB_{Prevista} + \varphi \cdot d = RB_{Real}$$

Então:

*T não se altera*

Se,

$$M < 0 \text{ ou } RB_{Prevista} + \varphi \cdot d < RB_{Real}$$

Então:

*T ↑*

# CAPÍTULO 6

## SIMULAÇÕES E RESULTADOS

### 6.1. DETERMINAÇÃO DO CUSTO DIRETO A SER UTILIZADO NO CONTRATO DE UM ANO

#### 6.1.1. Introdução

Em um contrato a ser assinado para anexação de uma operadora ao poste, os valores de custo direto a ser embutido no contrato são valores estimados conforme duração do contrato. Uma forma de se estimar estes valores é através da obtenção de séries histórica de dados e métodos de previsão. Serão utilizadas para a previsão e estimação dos custos diretos não lineares as técnicas das series temporais.



Figura 6-1 – Contrato entre uma empresa elétrica e uma operadora de Telecom

#### 6.1.2. Histórico dos Custos Diretos de uma Empresa Elétrica

Considerando uma empresa de energia elétrica que faz o registro dos custos diretos do compartilhamento ao longo dos anos ou meses, a primeira etapa consiste em coletar estes dados até o período que se tiver registro e agrupá-los em uma tabela. Obtendo-se o índice inflacionário que melhor reflete a variação dos custos diretos por período analisado é possível adicionar na mesma conforme tabela 6-1:

Tabela 6-1 – Histórico dos Custos Diretos de uma Empresa Elétrica

ANO	HISTÓRICO DOS CUSTOS DIRETOS			Índice Inflacionário
	Custos Diretos De Implantação (Cd <sub>Imp</sub> )	Custos Diretos de O&M (Cd <sub>O&amp;M</sub> )	Custos Diretos (G)	
2000	R\$ 2,50	R\$ 1,00	R\$ 3,50	4%
2001	R\$ 2,70	R\$ 1,10	R\$ 3,80	4%
2002	R\$ 2,80	R\$ 1,10	R\$ 3,90	4%
2003	R\$ 3,00	R\$ 1,20	R\$ 4,20	4%
2004	R\$ 3,00	R\$ 1,30	R\$ 4,30	5%
2005	R\$ 3,20	R\$ 1,40	R\$ 4,60	5%
2006	R\$ 3,40	R\$ 1,40	R\$ 4,80	5%
2007	R\$ 3,70	R\$ 1,50	R\$ 5,20	5%
2008	R\$ 4,00	R\$ 1,50	R\$ 5,50	5%
2009	R\$ 4,10	R\$ 1,60	R\$ 5,70	5%
2010	R\$ 4,40	R\$ 1,70	R\$ 6,10	5,50%
2011	R\$ 4,50	R\$ 1,80	R\$ 6,30	5,50%
2012	R\$ 4,80	R\$ 1,90	R\$ 6,70	5,50%
2013	R\$ 5,00	R\$ 2,00	R\$ 7,00	5,50%

### 6.1.3. Inflacionando os Custos Diretos do Compartilhamento para o Ano da Assinatura do Contrato

Para se comparar a variação dos custos reais ao longo dos anos existe o efeito inflação que atrapalha e mascara esta comparação. Com o intuito de comparar a variação real dos custos diretos é possível tomar duas medidas para que os mesmos fiquem numa mesma base de comparação: A primeira medida seria retirar o efeito da inflação dos custos e a segunda medida seria inflacionar os custos para o ano de assinatura do contrato. A segunda medida será utilizada neste trabalho.

Inflacionando os custos diretos para o ano base  $t$ , através das equações (6-1), (6-2) e (6-3):

Para  $t - n \leq i \leq t - 1$ , tem-se:

$$\omega_i = Cd_{imp_i} \cdot \left( \prod_{i=t-n}^{t-1} (1 + f_i) \right) \quad (6-1)$$

$$\beta_i = Cd_{O\&M_i} \cdot \left( \prod_{i=t-n}^{t-1} (1 + f_i) \right) \quad (6-2)$$

$$G_i = G_i \cdot \left( \prod_{i=t-n}^{t-1} (1 + f_i) \right) \quad (6-3)$$

É possível chegar à tabela 6-2:

Tabela 6-2 - Custos Diretos Inflacionados para o ano da Assinatura do Contrato.

ANO	CUSTOS DIRETOS INFLACIONADOS		
	Custos Diretos de Implantação ( $\omega$ )	Custos Diretos de O&M ( $\beta$ )	Custos Diretos ( $\sigma$ )
2000 → 2014	R\$ 4,86	R\$ 1,94	R\$ 6,80
2001 → 2014	R\$ 5,04	R\$ 2,05	R\$ 7,10
2002 → 2014	R\$ 5,03	R\$ 1,98	R\$ 7,00
2003 → 2014	R\$ 5,18	R\$ 2,07	R\$ 7,25
2004 → 2014	R\$ 4,98	R\$ 2,16	R\$ 7,14
2005 → 2014	R\$ 5,06	R\$ 2,21	R\$ 7,27
2006 → 2014	R\$ 5,12	R\$ 2,11	R\$ 7,23
2007 → 2014	R\$ 5,31	R\$ 2,15	R\$ 7,46
2008 → 2014	R\$ 5,46	R\$ 2,05	R\$ 7,51
2009 → 2014	R\$ 5,33	R\$ 2,08	R\$ 7,41
2010 → 2014	R\$ 5,45	R\$ 2,11	R\$ 7,56
2011 → 2014	R\$ 5,28	R\$ 2,11	R\$ 7,40
2012 → 2014	R\$ 5,34	R\$ 2,11	R\$ 7,46
2013 → 2014	R\$ 5,28	R\$ 2,11	R\$ 7,39

#### 6.1.4. Projeção e Previsão dos Custos Diretos do Compartilhamento

Assumindo a tabela 6-2 como histórico de custos diretos reais (eliminando – se o efeito da inflação) do compartilhamento é possível estimar os valores futuros de custos através de técnicas de previsão. É conveniente ressaltar que quanto maior o número de dados do registro menor é o erro e mais confiável é a previsão. Para a previsão dos custos o efeito inflação não é retirado já que o mesmo é uma variável determinante no futuro e no aumento dos custos diretos.

Utilizando-se do Software Crystal Ball é possível estimar os custos diretos futuros através de métodos de previsão. A tabela 6-3 mostra a previsão dos custos diretos do período de 2014 até 2020. Por esta tabela é possível verificar os valores limites de custos e a probabilidade de 2,5 % dos custos serem maiores que o limite superior e 2,5% dos custos serem menores que o limite inferior.

Tabela 6-3 – Previsão e Projeção dos Custos Diretos.

Ano	Inferior: 2,5%	Previsão	Superior: 97,5%
2014	R\$ 7,21	R\$ 7,42	R\$ 7,64
2015	R\$ 7,11	R\$ 7,42	R\$ 7,73
2016	R\$ 7,05	R\$ 7,42	R\$ 7,79
2017	R\$ 6,96	R\$ 7,42	R\$ 7,88
2018	R\$ 6,88	R\$ 7,42	R\$ 7,96
2019	R\$ 6,77	R\$ 7,42	R\$ 8,07
2020	R\$ 6,72	R\$ 7,42	R\$ 8,12

A figura 6-2 ilustra esta mesma projeção de custos para a empresa de energia elétrica. O que vale ressaltar através da análise gráfica é que quanto maior o período de previsão maior o erro na previsão.

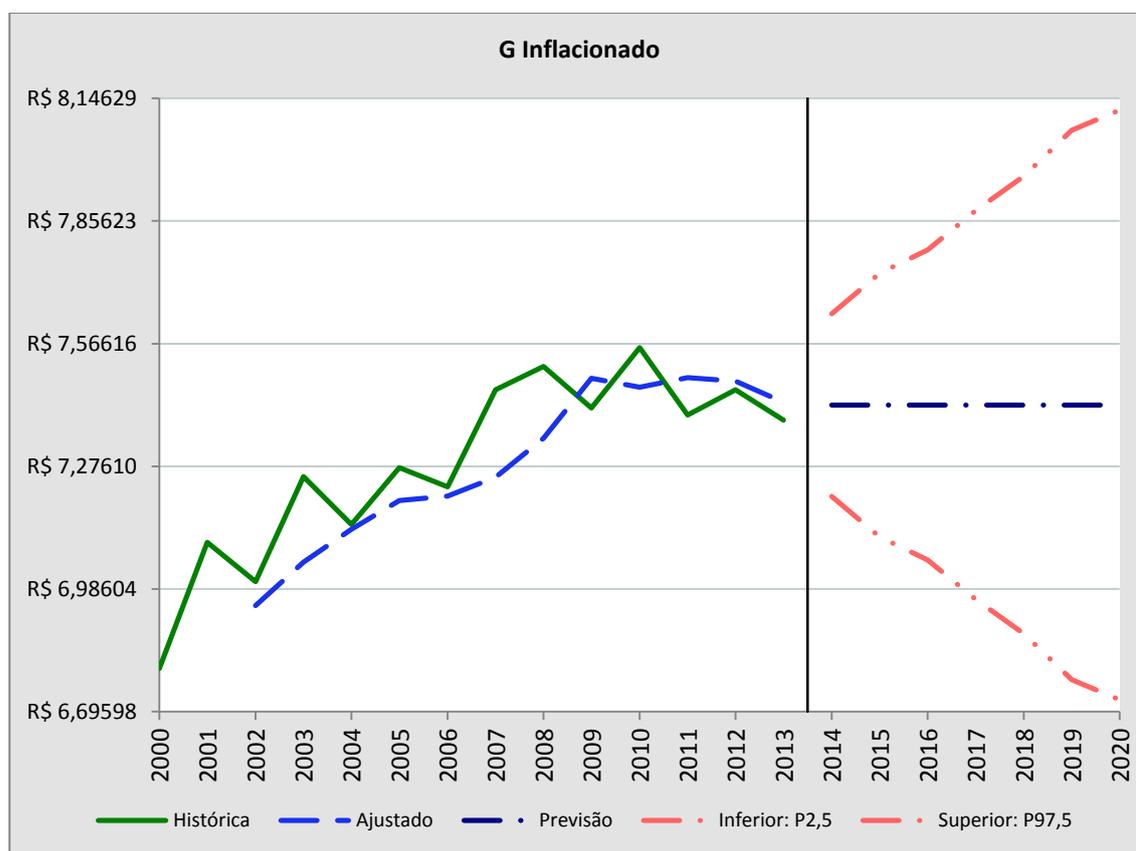


Figura 6-2 – Gráfico de Previsão e Projeção dos Custos Diretos.

A tabela 6-4 ilustra as estatísticas encontradas na previsão e projeção destes custos diretos do compartilhamento, enquanto a tabela 6-5 mostra qual o melhor método de previsão considerando o menor erro, através do método RMSE.

Tabela 6-4-Estatística da Previsão

<b>Estatística</b>	<b>Dados históricos</b>
Valores de Dados	14
Mínimo	R\$ 6,80
Média	R\$ 7,28
Máximo	R\$ 7,56
Desvio Padrão	R\$ 0,22
Ljung-Box	5,99
Sazonalidade	Não sazonal
Valores Filtrados	0

Tabela 6-5-Métodos de Previsão

<b>Método</b>	<b>Classificação</b>	<b>RMSE</b>
<b>Média Móvel Simples</b>	<b>Melhor</b>	<b>R\$ 0,11</b>
Média Móvel Dupla	Segundo	R\$ 0,12
ARIMA(1,1,0)	Terceiro	R\$ 0,12

### 6.1.5. Cálculo da Variação Real dos Custos Diretos do Compartilhamento

O primeiro passo consiste em analisar o histórico dos custos diretos exclusivos do compartilhamento representados na tabela 1-6 e aplicar as equações (6-4), (6-5) e (6-6) para se determinar a variação anual dos custos diretos:

$$\gamma_j = \frac{\omega_j - \omega_{j-1}}{\omega_{j-1}} \quad (6-4)$$

$$\psi_j = \frac{\beta_j - \beta_{j-1}}{\beta_{j-1}} \quad (6-5)$$

$$\delta_j = \frac{g_j - g_{j-1}}{g_{j-1}} \quad (6-6)$$

Sendo:

$$t - n \leq j \leq t - 1$$

Como resultado a tabela 6-6 representa a variação dos custos diretos da empresa elétrica no período analisado:

Tabela 6-6 - Variação dos Custos Diretos.

ANO	VARIACÃO DOS CUSTOS DIRETOS		
	Variação dos $Cd_{Imp}$ ( $\Upsilon$ )	Variação dos $Cd_{O\&M}$ ( $\Psi$ )	$\Delta$ dos Custos Diretos ( $\delta$ )
2001	3,846%	5,769%	4,396%
2002	-0,285%	-3,846%	-1,316%
2003	3,022%	4,895%	3,550%
2004	-3,846%	4,167%	-1,557%
2005	1,587%	2,564%	1,883%
2006	1,190%	-4,762%	-0,621%
2007	3,641%	2,041%	3,175%
2008	2,960%	-4,762%	0,733%
2009	-2,381%	1,587%	-1,299%
2010	2,207%	1,190%	1,921%
2011	-3,059%	0,362%	-2,106%
2012	1,106%	0,053%	0,805%
2013	-1,264%	-0,224%	-0,969%

Representando de forma gráfica têm-se as figuras 6-3, 6-4 e 6-5 que representam as variações dos custos diretos ao longo do histórico de registro da empresa de distribuição de energia elétrica:

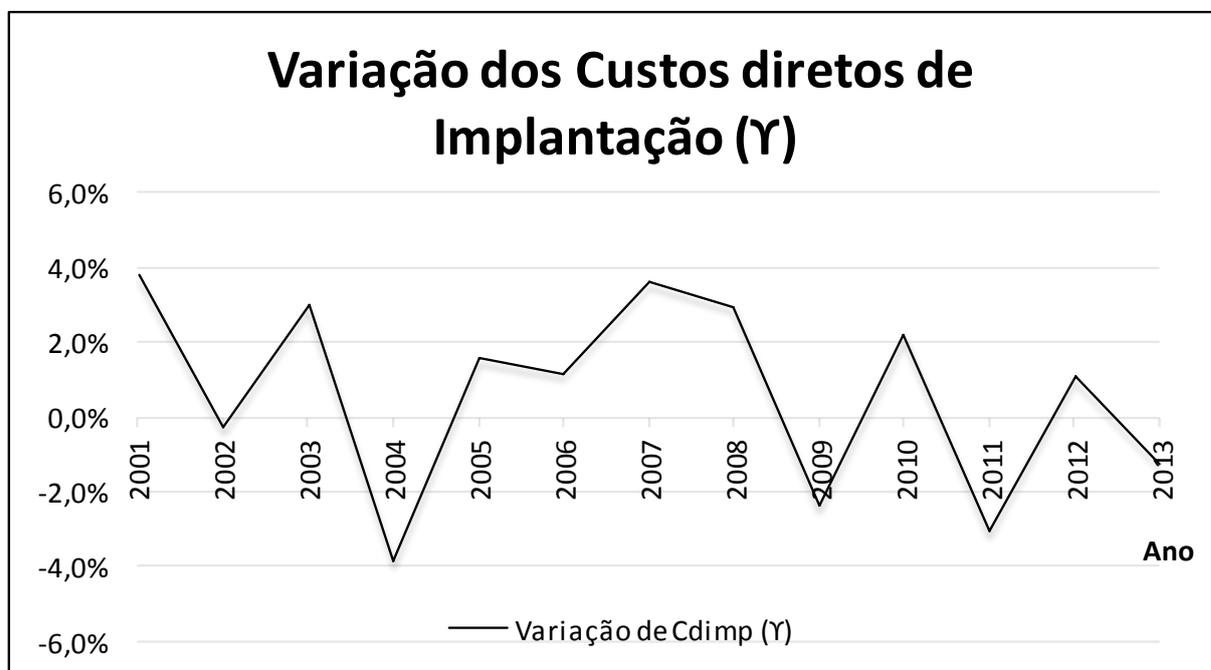


Figura 6-3 - Variação dos Custos Diretos de Implantação.

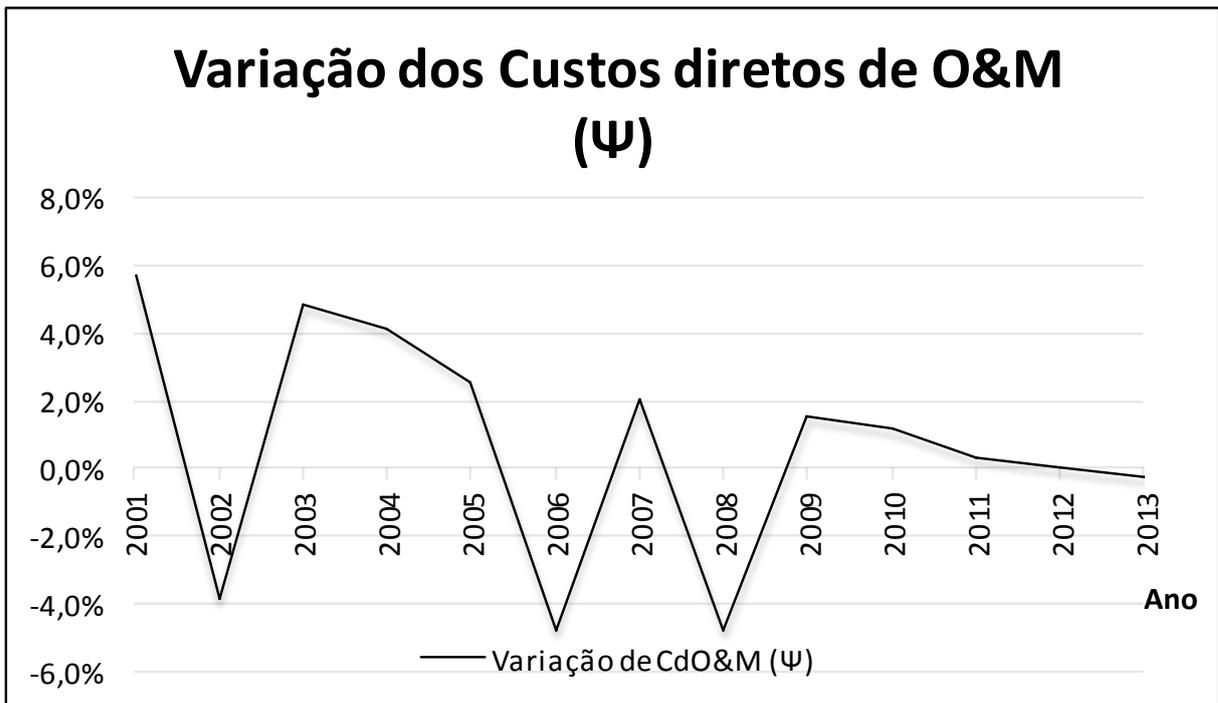


Figura 6-4 - Variação dos Custos Diretos de O&M.

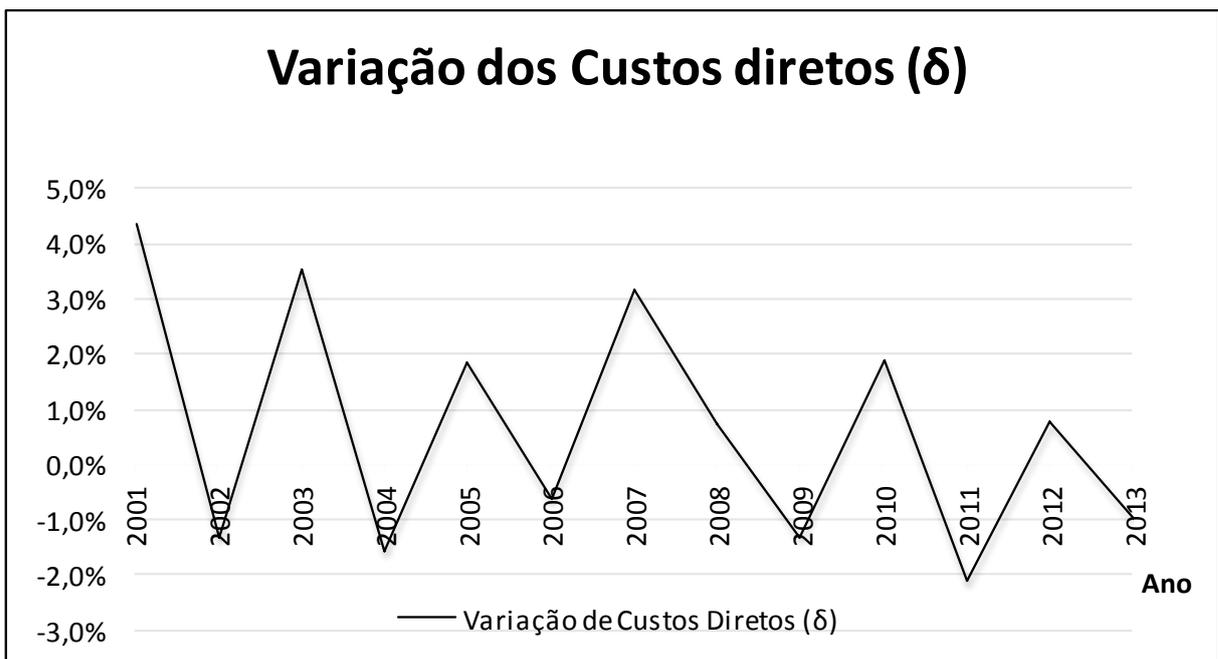


Figura 6-5 - Variação dos Custos Diretos Totais.

### 6.1.6. Cálculo do VaR da Variação dos Custos Diretos Totais

A primeira etapa para o cálculo do VaR do portfólio consiste em se determinar de que maneira se distribuem os dados registrados. Assumindo que a variação dos custos diretos se distribui de forma normal, para o cálculo do VaR dois parâmetros são fundamentais: o nível de confiança e o horizonte de tempo. Neste trabalho não foi efetuado nenhum teste para se determinar a melhor distribuição da variável aleatória, porém a consideração da mesma se distribuir normalmente é bastante razoável em razão dos dados próximos à média apresentarem uma maior probabilidade de ocorrência em relação aos mais distantes. O nível de confiança utilizado será de 99% e o horizonte de tempo será anual, já que o registro de dados foi em base anual. A partir da média e desvio padrão da distribuição normal é possível calcular o percentil 99% da variação dos custos diretos pela equação (6-9).

Cálculo da média pela equação (6-7):

$$\bar{\delta} = \frac{1}{n} \sum_{j=t-n}^{t-1} \delta_j \quad (6-7)$$

E o desvio padrão pela equação (6-8):

$$\sigma_{\delta} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=t-n}^{t-1} (\delta_j - \bar{\delta})^2} \quad (6-8)$$

Percentil considerando nível de confiança de 99%:

$$\delta_{\alpha} = Z_{\alpha} \cdot \sigma + \bar{\delta} \quad (6-9)$$

Substituindo valores chega-se:

$$\delta_{99\%} = 2,326 \times 2,167\% + 0,661\% = 5,701\%$$

Desta forma, é possível calcular o VaR através da equação (6-10):

$$VaR_{\delta} = \hat{G} \cdot \delta_{\alpha} \quad (6-10)$$

Assim sendo, resulta:

$$VaR_{\delta} = 7,42 \times 5,701\% = 0,42R\$$$

Ou seja, considerando os dados passados a maior variação possível em um ano dos custos diretos com um nível de 99% de certeza é 0,42R\$.

### 6.1.7. Estimando o Custo direto a ser utilizado no Contrato

Neste trabalho, verificou-se que através de técnicas de previsão foi possível estimar o custo direto do compartilhamento. Porém, neste trabalho, para se estimar o custo direto utilizado no contrato será considerado o VaR como um valor aditivo afim de proteger a empresa elétrica contra bruscas variações dos custos diretos futuros. Desta forma, o custo direto a ser utilizado no contrato de um ano pode ser representado pela equação (6-11):

$$G = \hat{G} + VaR_{\delta} \quad (6-11)$$

Substituindo valores:

$$G = 7,42 + 0,42 = 7,84R\$$$

Transformando em Custos mensais:

$$G_m = \frac{G \cdot r_w}{1 - (r_w + 1)^{-n}} = \frac{7,84 \times 0,5858\%}{1 - (0,5858\% + 1)^{-12}} = 0,6785 R\$$$

## 6.2. PROPOSTAS DE DETERMINAÇÃO DO PREÇO DO ALUGUEL PARA O CONTRATO DE UM ANO

Neste tópico, serão apresentadas duas propostas de metodologias do cálculo do aluguel do ponto do poste. Para o cálculo do fluxo de caixa da firma a ser utilizado no contrato alguns dados financeiros da empresa devem estar disponíveis conforme tabela (6-7):

Tabela 6-7 - Dados Financeiros da Empresa Elétrica.

DADOS FINANCEIROS	Anuais	Mensais
<b>d</b>	5%	0,4327%
<b><math>\mu</math></b>	14,3%	14,3%
<b>t</b>	34%	34%
<b><math>r_w</math></b>	7,26%	0,5858%

Fonte: CEMIG (2007)

O Valor de um poste padrão novo considerado neste trabalho é (B = 3.000 RS) onde será feito a anexação.

### 6.2.1. Determinação do Fator de Espaço

Utilizando a equação (5-12) e substituindo valores, resulta como fator de espaço:

Tabela 6-8 - Espaço Utilizado pelos Ocupantes do Poste.

Anexadores por Poste (34,5 KV)	Espaço Utilizado (mm)	Fator de Espaço
Empresa Elétrica	800	42,105 %
Iluminação Pública + Espaço Neutro	600	31,579 %
Operadoras Acessantes	500	26,316 %
Operadora por Ponto	100	5,263 %
Espaço Total Compartilhado	1900	100 %

Fonte: COELCE (2013)

A figura 6-6 mostra através do gráfico de pizza o espaço utilizado e o fator de espaço do compartilhamento de um poste:

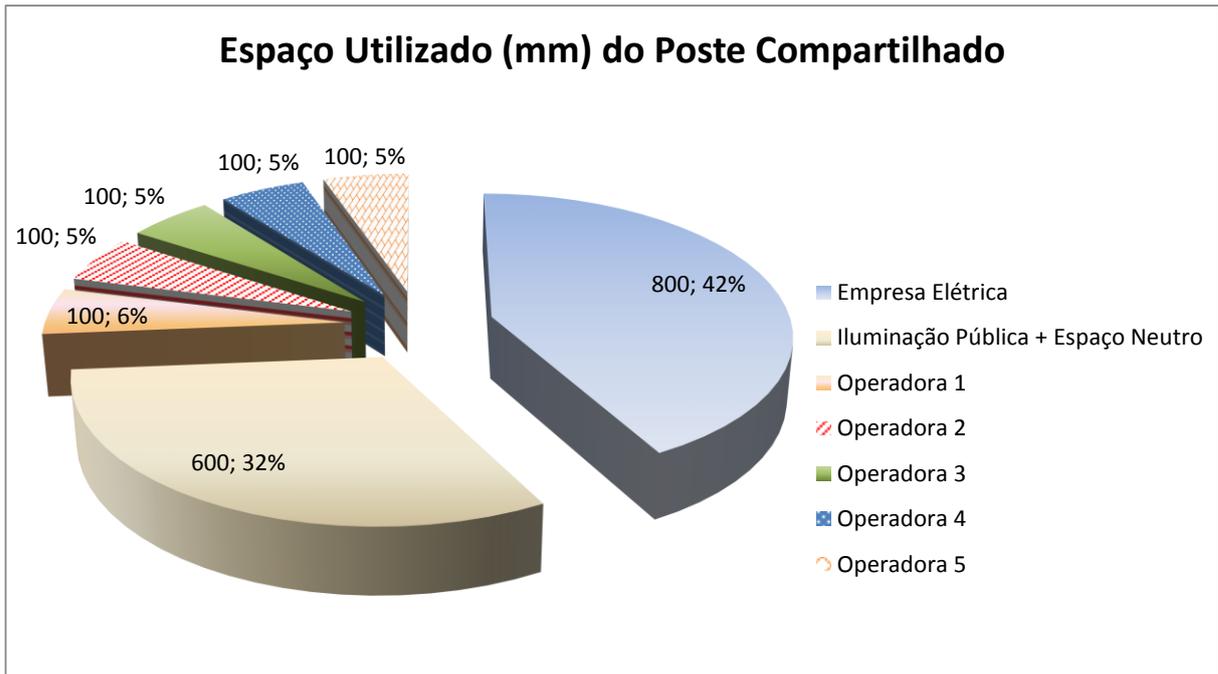


Figura 6-6-Gráfico de Pizza do Espaço Utilizado pelos Ocupantes do Poste

## 6.2.2. Proposta 1

### 6.2.2.1 Sem considerar a Modicidade Tarifária (m = 0):

O primeiro passo consiste em determinar o g ótimo com o intuito de se garantir o equilíbrio econômico e financeiro da empresa de distribuição de energia elétrica através da equação (5-7). Substituindo valores, resulta:

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09]}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0) \times [(1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0)} + \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 - 0)} \right\}^{-1} = 0,0173075$$

Utilizando-se do modelo parametrizado da empresa e o cálculo do g ótimo é possível definir o fluxo de caixa da empresa para o contrato em vigor conforme figura a seguir:

DRE - EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO		PERÍODO DO CONTRATO POR PONTO - MESES						
		0	1	2	3	10	11	12
RECEITA BRUTA	(=) RB		R\$ 45,74					
IMPOSTOS	(-) μ.RB		R\$ 6,54					
RECEITA LÍQUIDA	(=) RL		R\$ 39,20					
CUSTOS (OPEX)	(-) g.RL		R\$ 0,68					
DEPRECIÇÃO	(-) d.h.RL		R\$ 12,50					
EBIT	(=) EBIT		R\$ 26,02					
IMPOSTOS	(-) t.EBIT		R\$ 8,85					
EBI	(=) EBI		R\$ 17,18					
DEPRECIÇÃO	(+) d.h.RL		R\$ 12,50					
VALOR AD. BRUTO	(=) V		R\$ 29,68					
MODICIDADE TARIFÁRIA	(-) m.RL		R\$ 0,00					
INVESTIMENTO	(-) B	R\$ 3.000,00						
VALOR RESIDUAL	(+) VR	R\$ 2.657,09						
VALOR AD. LÍQUIDO	(=) VL	R\$ 342,91	R\$ 29,68					
<b>INDICADORES</b>								
VN		R\$ 342,91						
VPL		-R\$ 0,00						
TIR		0,585756%						

Figura 6-7 - Fluxo de Caixa da Proposta 1 da Empresa Elétrica com (m = 0).

A empresa elétrica irá necessitar de um valor de 45,74 R\$ de aluguel mensal para se equilibrar financeiramente.

#### 6.2.2.1.1 Cálculo do Aluguel por Operadora

O primeiro passo consiste em encontrar o g ótimo através da equação (5-13). Substituindo valores:

#### Operadora 1:

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times 5,263\% \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09 \times 5,263\%]}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0)x[(1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 5,263\%^2 \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0)} + \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 - 0)} \right\}^{-1} = 0,25073611$$

Substituindo valores no modelo parametrizado, chega-se a figura abaixo:

DRE - EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO		PERÍODO DO CONTRATO POR PONTO - MESES						
		0	1	2	3	10	11	12
RECEITA BRUTA	(=) RB		R\$ 3,16					
IMPOSTOS	(-) μ.RB		R\$ 0,45					
RECEITA LÍQUIDA	(=) RL		R\$ 2,71					
CUSTOS (OPEX)	(-) g.RL		R\$ 0,68					
DEPRECIÇÃO	(-) d.h.RL		R\$ 0,66					
EBIT	(=) EBIT		R\$ 1,37					
IMPOSTOS	(-) t.EBIT		R\$ 0,47					
EBI	(=) EBI		R\$ 0,90					
DEPRECIÇÃO	(+) d.h.RL		R\$ 0,66					
VALOR AD. BRUTO	(=) V		R\$ 1,56					
MODICIDADE TARIFÁRIA	(-) m.RL		R\$ 0,00					
INVESTIMENTO	(-) B	R\$ 3.000,00						
VALOR RESIDUAL	(+) VR	R\$ 2.657,09						
VALOR AD. LÍQUIDO	(=) VL	R\$ 18,05	R\$ 1,56					
<b>INDICADORES</b>								
VN		R\$ 18,05						
VPL		R\$ 0,00						
TIR		0,585763%						

Figura 6-8 - Fluxo de Caixa da Empresa Elétrica no Aluguel de um ponto do poste com (m = 0).

Portanto o valor do aluguel a que deve ser pago pela operadora acessante 1 é:

$$Preço\ do\ Aluguel = \frac{G}{g \cdot (1 - \mu)} = \frac{0,6785}{0,24977076 \cdot (1 - 0,143)} = 3,16\ R\$$$

Desta forma, a tabela 6-9 ilustra a participação de cada agente no pagamento do poste mais o aluguel dos pontos do mesmo:

Tabela 6-9 – Proposta 1 (m = 0) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel

Participação mensal de cada Agente no Pagamento do Poste mais Aluguel		
RB da empresa elétrica	R\$ 45,74	100%
Aluguel das Operadoras Acessantes por Poste	R\$ 15,80	34,5%
Consumidores EE por Poste	R\$ 29,94	65,5%

A seguir, a figura 6-9 ilustra a participação dos agentes através do gráfico de pizza.

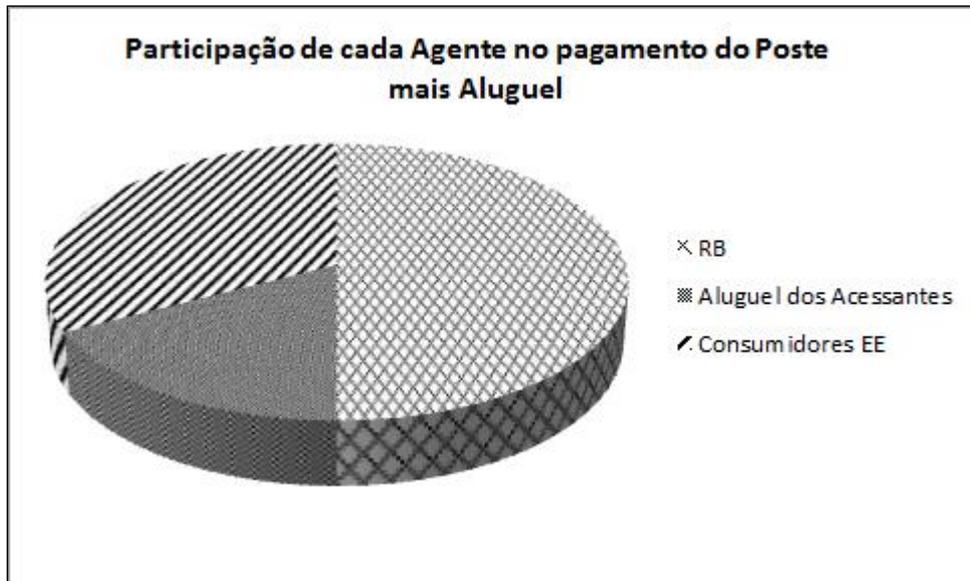


Figura 6-9 - Proposta 1 (m = 0) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel.

6.2.2.2 Considerando a Modicidade Tarifária (m = 0,5):

Determina-se o g ótimo da empresa elétrica através da equação (5-7). Substituindo valores:

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09]}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0,5) \times [(1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0,5)} + \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 - 0,5)} \right\}^{-1} = 0,00419576$$

Substituindo no modelo parametrizado da empresa elétrica:

DRE - EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO		PERÍODO DO CONTRATO POR PONTO - MESES						
		0	1	2	3	10	11	12
RECEITA BRUTA	(=) RB		R\$ 188,69					
IMPOSTOS	(-) $\mu$ .RB		R\$ 26,98					
RECEITA LÍQUIDA	(=) RL		R\$ 161,71					
CUSTOS (OPEX)	(-) g.RL		R\$ 0,68					
DEPRECIÇÃO	(-) d.h.RL		R\$ 12,50					
EBIT	(=) EBIT		R\$ 148,53					
IMPOSTOS	(-) t.EBIT		R\$ 50,50					
EBI	(=) EBI		R\$ 98,03					
DEPRECIÇÃO	(+) d.h.RL		R\$ 12,50					
VALOR AD. BRUTO	(=) V		R\$ 110,53					
MODICIDADE TARIFÁRIA	(-) m.RL		R\$ 80,85					
INVESTIMENTO	(-) B	R\$ 3.000,00						
VALOR RESIDUAL	(+) VR	R\$ 2.657,09						
VALOR AD. LÍQUIDO	(=) VL	R\$ 342,91	R\$ 29,68					
<b>INDICADORES</b>								
VN		R\$ 342,91						
VPL		-R\$ 0,00						
TIR		0,585755%						

Figura 6-10 - Fluxo de Caixa da Proposta 1 da Empresa Elétrica com (m = 0,5).

Com esse repasse de verba destinado a subsidiar a modicidade tarifária o valor do aluguel para a empresa elétrica se equilibrar financeiramente sobe consideravelmente para 188,69 R\$ por mês, transferindo um valor mensal de 80,85 R\$ para subsidiar a modicidade tarifária. As equações abaixo ilustram os cálculos:

$$RB = \frac{G}{g \cdot (1 - \mu)} = \frac{0,6785}{0,004196 \cdot (1 - 0,143)} = 188,69$$

Ainda,

$$M = m \cdot \frac{G}{g} = \frac{0,6785}{0,004196} \times 0,5 = 80,85 \text{ R\$}$$

#### 6.2.2.2.1 Cálculo do Aluguel por Operadora

A primeira etapa consiste em encontrar o g ótimo através da equação (5-13). Substituindo valores:

**Operadora 1:**

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times 5,263\% \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09 \times 5,263\%]}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0,5) \times [(1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 5,263\%^2 \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34 - 0,5)} + \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 - 0,5)} \right\}^{-1} = 0,060785$$

Substituindo valores no modelo parametrizado, chega-se a figura abaixo:

DRE - EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO		PERÍODO DO CONTRATO POR PONTO - MESES						
		0	1	2	3	10	11	12
RECEITA BRUTA	(=) RB		R\$ 13,02					
IMPOSTOS	(-) μ.RB		R\$ 1,86					
RECEITA LÍQUIDA	(=) RL		R\$ 11,16					
CUSTOS (OPEX)	(-) g.RL		R\$ 0,68					
DEPRECIÇÃO	(-) d.h.RL		R\$ 0,66					
EBIT	(=) EBIT		R\$ 9,83					
IMPOSTOS	(-) t.EBIT		R\$ 3,34					
EBI	(=) EBI		R\$ 6,48					
DEPRECIÇÃO	(+) d.h.RL		R\$ 0,66					
VALOR AD. BRUTO	(=) V		R\$ 7,14					
MODICIDADE TARIFÁRIA	(-) m.RL		R\$ 5,58					
INVESTIMENTO	(-) B	R\$ 3.000,00						
VALOR RESIDUAL	(+) VR	R\$ 2.657,09						
VALOR AD. LÍQUIDO	(=) VL	R\$ 18,05	R\$ 1,56					
<b>INDICADORES</b>								
VN		R\$ 18,05						
VPL		-R\$ 0,00						
TIR		0,585722%						

Figura 6-11-Fluxo de Caixa da Empresa Elétrica no Aluguel de um ponto do poste com (m = 0,5)

Portanto o valor do aluguel a que deve ser pago pela operadora acessante 1 é:

$$Preço do Aluguel = \frac{G}{g^* \cdot (1 - \mu)} = \frac{0,6785}{0,060785 \cdot (1 - 0,143)} = 13,02 \text{ R\$}$$

Desta forma, o gráfico de participação de cada agente no pagamento do poste mais o aluguel dos pontos do mesmo é representado pela tabela 6-10:

Tabela 6-10 - Proposta 1 (m = 0,5) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel

<b>Participação mensal de cada Agente no Pagamento do Poste mais Aluguel</b>		
RB da empresa elétrica	R\$ 188,69	100%
Aluguel das Operadoras Acessantes por Poste	R\$ 65,10	34,5%
Consumidores EE por Poste	R\$ 123,59	65,5%

Pode se verificar a mesma proporção no pagamento dos agentes com a diferença que o estado está recebendo mais em impostos.

A seguir, a figura ilustra a participação dos agentes através do gráfico de pizza.

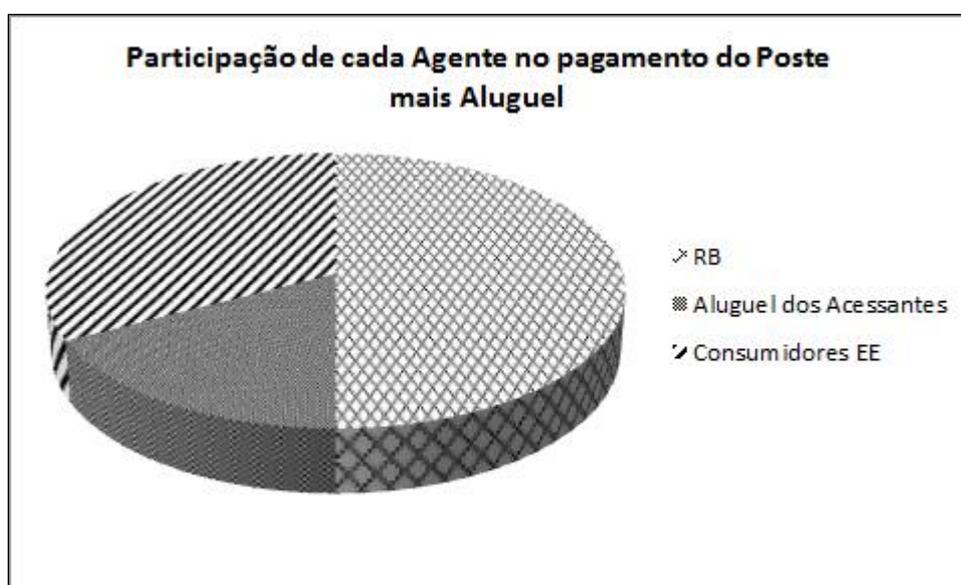


Figura 6-12 - Proposta 1 ( $m = 0,5$ ) - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel.

### 6.2.2.3 Combinações de $m$ e $g$ para garantia do equilíbrio econômico e financeiro da E.D

Deixando  $m$  em função de  $g$  ótimo na equação (5-7), tem-se:

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09]}{0,6785 \times (1 - 0,34 - m) \times [(1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34 - m)} + \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 - m)} \right\}^{-1}$$

Simplificando, chega-se a equação abaixo que representa as combinações de  $m$  e  $g$  para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da empresa elétrica:

$$g^* = 0,017220678 - 0,026091936.m$$

Representando graficamente, chega-se a figura 6-13:

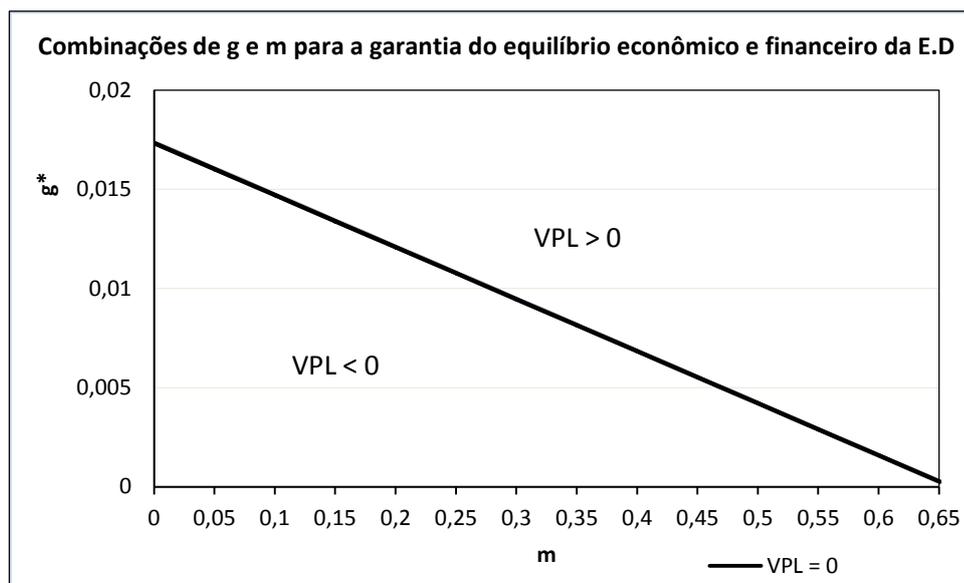


Figura 6-13 - Combinações de  $m$  e  $g$  para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da E.D.

Onde a reta preta indica os pontos de equilíbrio financeiro da empresa elétrica. Os pontos em cima da reta indicam pontos de VPL positivo para a empresa elétrica, enquanto os pontos abaixo da reta indicam situações de VPL negativo.

A partir da figura 6-14 é possível verificar a relação do preço do aluguel com a modicidade tarifária. A relação é crescente até um determinado ponto que já não é mais possível a empresa se equilibrar financeiramente.

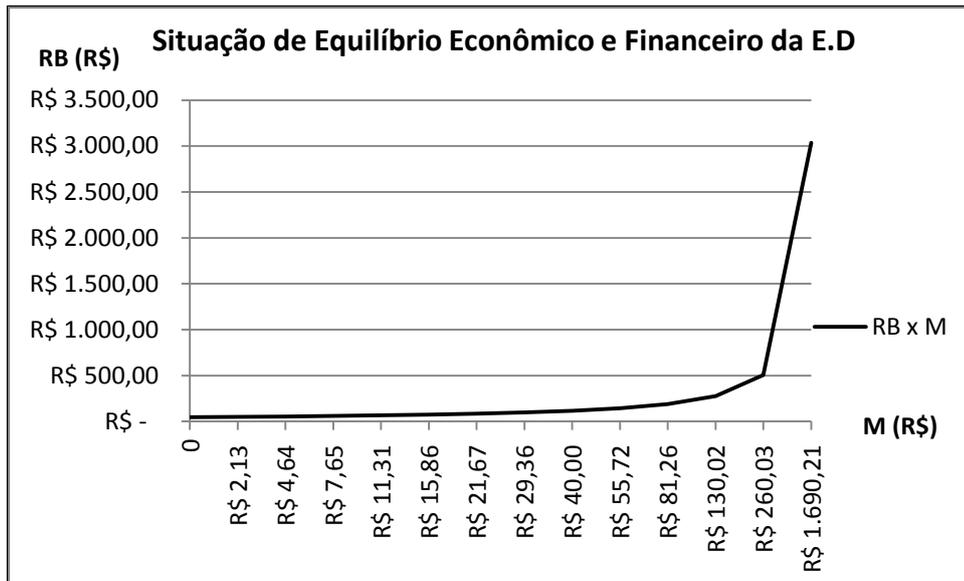


Figura 6-14-Combinações de M e RB para a garantia do equilíbrio econômico e financeiro da E.D

### 6.2.3. Proposta 2

A proposta 2 tem como característica a transferência de uma tarifa módica aos consumidores apenas se a empresa apresentar valor adicionado positivo ao longo do período do contrato. Com o intuito de se garantir o equilíbrio econômico e financeiro da empresa elétrica, têm-se:

$$g^* = \left\{ \frac{0,5858\% \times [3000 \times 5,263\% \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 2657,09 \times 5,263\%]}{0,6785 \times [(1 - 0,34) \times (1 + 0,5858\%)^{12} - 1]} - \frac{0,41667\% \times 5,263\%^2 \times 3000 \times 0,34}{0,6785 \times (1 - 0,34)} + 1 \right\}^{-1} = 0,25073611$$

Desta forma, chega-se aos mesmos resultados da proposta 1 considerando (m = 0). Portanto é possível representar os valores previstos e reais do valor do aluguel:

ANO	RB Prevista
2014	3,16 R\$

Suponha que a empresa elétrica se empenhou na redução de seus custos diretos e gastou 20% menos que o previsto. Ou seja, a nova receita para a empresa garantir o equilíbrio econômico e financeiro não será mais 3,16 R\$ e sim 3,00 R\$.

ANO	RB Real
2014	3,00 R\$

$$M = \Delta RB_{Aluguel} + \varphi \cdot d = RB_{Prevista} - RB_{Real} + \varphi \cdot d$$

Os consumidores pagam a depreciação total do poste e a operadora de telecomunicação paga a depreciação referente ao espaço usado.

$$M = \Delta RB_{Aluguel} + \varphi \cdot d = 0,16 + 0,66 = 0,82 \frac{R\$}{\text{ponto.mês}}$$

Desta forma, a tabela 6-11 e a figura 6-15 ilustram a participação de cada agente no pagamento do poste mais o aluguel dos pontos do mesmo:

Tabela 6-11 - Proposta 2 - Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel

Participação mensal de cada Agente no Pagamento do Poste mais Aluguel		
RB	R\$ 45,74	100%
Aluguel das Operadoras Acessantes por Poste	R\$ 15,80	34,5%
Consumidores EE por Poste	R\$ 29,94	65,5%

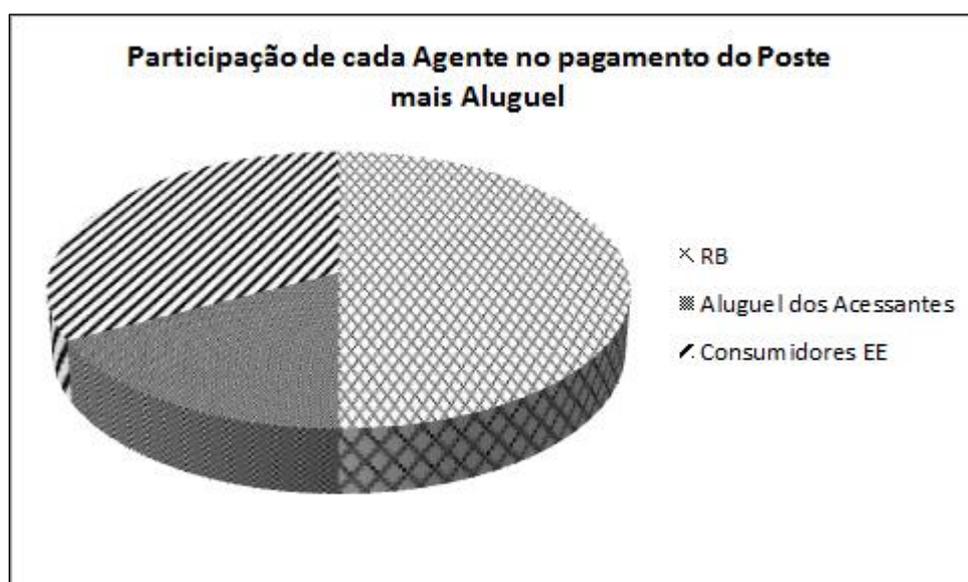


Figura 6-15-Proposta 2-Participação de cada agente no pagamento do poste mais aluguel

#### 6.2.4. Análise Comparativa

A tabela 6-12 mostra uma análise comparativa das propostas apresentadas.

Na proposta 1, sendo a modicidade tarifária um percentual da receita líquida, quanto maior é o percentual destinado a modicidade tarifária, maior será o aluguel do ponto do poste para a garantia do equilíbrio financeiro da empresa elétrica. A tabela 6-12 mostra um aumento do aluguel do ponto para as operadoras ocupantes através da modicidade tarifária. Atualmente, a ANEEL através da nota técnica (ANEEL, 2014) altera o percentual da receita revertido para modicidade tarifária de 90% para 60% da receita líquida com o aluguel dos pontos dos postes. Desta forma, a instituição reguladora busca manter o valor do aluguel num patamar praticado atualmente e tenta com esta medida fazer com que a empresa distribuidora não tenha desequilíbrio financeiro. Porém esta medida não será eficiente se os custos diretos aumentarem consideravelmente ou por alguma razão o montante de imposto pago pela concessionária aumentar.

A proposta 2 não provoca um aumento no aluguel do ponto do poste. A mesma prima por dois conceitos básicos que são o equilíbrio financeiro da distribuidora e o esforço na redução dos custos diretos para incentivo a modicidade tarifária. Assim sendo, e através do sacrifício da empresa elétrica é possível garantir uma tarifa mais justa às operadoras de telecomunicações e ainda diminuir a tarifa dos consumidores de energia elétrica através do valor de modicidade destinado aos mesmos.

Ainda, comparando as tabelas 6-10 e 6-11 que indicam o percentual de participação de cada agente no pagamento do valor do poste mais aluguel, é possível verificar a mesma proporção de participação dos agentes no pagamento tanto na proposta 1 quanto na proposta 2. É fácil inferir que o excedente de dinheiro pago na proposta 1 é transferido ao governo através de valores maiores de impostos pagos pela empresa elétrica.

Tabela 6-12 - Análise Comparativa dos Modelos Propostos

Proposta 1	g* - Empresa	g* - Aluguel	RB p/ equilíbrio (Poste + 1 ponto)	Aluguel / Ponto. Mês	M / Ponto. Mês
(m = 0)	0,01730746	0,25073611	45,74 R\$	3,16 R\$	0
(m = 0,5)	0,00419576	0,06078465	188,69 R\$	13,02 R\$	5,57 R\$
<b>Proposta 2</b>	0,01730746	0,25073611	45,74 R\$	3,16 R\$	0,82 R\$

As tabelas 6-13 e 6-14 mostram as simulações executadas para as duas propostas para períodos maiores de contrato. Foi possível verificar que quanto maior o período de contrato, o preço do aluguel do ponto por mês reduz um pouco pelo fato do investimento estar diluído em um período maior. Assim mesmo, é possível garantir as premissas fundamentais das duas propostas apresentadas: A proposta 1 assegura o equilíbrio financeiro da distribuidora de energia e a modicidade tarifária com o aumento do aluguel do ponto do poste cada vez que o percentual destinado a modicidade tarifária é maior.

Tabela 6-13 – Proposta 1 (m = 0,5) - Preço do Aluguel por ponto do poste para diferentes períodos de Contrato

<b>PROPOSTA 1 – (m = 0,5)</b>			
<b>Duração do Contrato</b>	<b>G (R\$)</b>	<b>RB (R\$/Mês)</b>	<b>Aluguel (R\$/Ponto.Mês)</b>
1 Ano	7,84	188,69	13,02
3 Anos	23,52	182,81	12,93
5 Anos	39,2	177,24	12,87

A proposta 2 assegura o equilíbrio financeiro da empresa elétrica e a modicidade tarifária não pelo aumento do aluguel do ponto do poste mas sim pelo esforço da empresa elétrica em reduzir seus custos diretos como é possível visualizar melhor na tabela 6-12.

Tabela 6-14 – Proposta 2 - Preço do Aluguel por ponto do poste para diferentes períodos de Contrato

<b>PROPOSTA 2</b>			
<b>Duração do Contrato</b>	<b>G (R\$)</b>	<b>RB (R\$/Mês)</b>	<b>Aluguel (R\$/Ponto.Mês)</b>
1 Ano	7,84	45,74	3,16
3 Anos	23,52	44,32	3,14
5 Anos	39,2	42,97	3,12

# CAPÍTULO 7

## CONCLUSÕES

Foi possível verificar ao longo deste trabalho a dificuldade dos órgãos reguladores em se determinar uma metodologia econômica e regulatória do compartilhamento do poste capaz de atender os requisitos de maximização do valor social.

Os interesses divergentes dos diversos agentes do compartilhamento tornam essa tarefa difícil e o Estado através de seus órgãos reguladores devem buscar estratégias no sentido de justiça e equilíbrio coletivo.

O estado da arte no Brasil mostrou a preocupação dos órgãos reguladores em resolver questões técnicas e principalmente questões econômicas relacionadas com a metodologia de precificação do aluguel do ponto do poste, assunto que gera muitos conflitos e a resolução acaba muitas vezes em decisões judiciais.

No estado da arte no exterior é possível verificar as diferenças nas metodologias apresentadas para o compartilhamento, chamando a atenção para uma nova metodologia proposta nos EUA, através da qual a taxa de aluguel é modelada através dos preços de Ramsey.

Os custos e investimentos diretos do compartilhamento existem em função da instalação do ponto da ocupante no poste. Foi possível verificar a incerteza na estimação destes custos em função dos contratos serem projeções do futuro.

Os dados referentes aos custos diretos são valores hipotéticos, mas baseados na nota técnica da Cemig.

A amostra utilizada neste trabalho foi pequena baseada em registros anuais, porém amostras maiores e baseadas em registros mensais podem e devem ser utilizadas como forma de se determinar uma distribuição mais próxima possível da real, reduzindo o erro de previsão.

Foi executado um estudo de risco sobre o histórico dos custos diretos registrados de uma empresa elétrica. Através da Metodologia do *Value at Risk* (VaR) foi possível verificar a proteção da empresa contra altas variações de custo com um significativo nível de confiança. Esta técnica proporciona à empresa a redução do risco financeiro em relação a resultados indesejados.

Na previsão dos custos diretos através de séries temporais o melhor método selecionado foi a Média Móvel Simples (MMS) com um erro inferior aos demais. Esta projeção garante uma maior confiabilidade na previsão dos custos para o contrato.

As propostas de modelagem do compartilhamento apresentadas convergiram para o equilíbrio econômico e financeiro da empresa de distribuição de energia elétrica, requisito que não era cumprido com o modelo atual.

Através dos resultados apresentados, a proposta 1 acarreta num aumento do preço do aluguel para as ocupantes do poste na medida em que se aumenta o valor transferido aos consumidores através da modicidade tarifária.

Na proposta 2 o preço do aluguel do ponto do poste não depende do valor a ser transferido para uma tarifa módica. Ou seja, o valor do aluguel não se altera e a modicidade tarifária só é alcançada caso o espaço no poste pago pela ocupante mais o valor pago pelo aluguel seja superior à receita real com o aluguel. Assim sendo, o esforço da concessionária em reduzir os custos diretos pode ser benéfica para os consumidores no sentido de aumentar o valor repassado através da modicidade tarifária.

## **7.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como continuação e aperfeiçoamento do trabalho proposto são listados a seguir algumas recomendações de trabalhos futuros:

- Testar outros métodos de previsão baseados em redes neurais, algoritmos genéticos entre outros para a estimação e previsão dos custos diretos do contrato e fazer comparações com o método utilizado neste trabalho.
- Utilizar a teoria de jogos e equilíbrio de Nash para desenvolver uma estratégia coletiva de maximização do valor social.
- Desenvolver um modelo econômico e financeiro para as operadoras acessantes do poste.
- Pesquisar mais profundamente métodos de maximização de valor social como o método de Ramsey, Markov, simular resultados e comparar os métodos indicando os pontos fortes e fracos de cada um.
- Flexibilizar os contratos através da utilização de opções financeiras e derivativos.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, V. V. (s.d.). Panorama da Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica: a Adoção do Fator X e da Empresa de Referência.
- Alves, R. d. (2013). Contratos de Compartilhamento de Infraestrutura.
- AMPLA. (2012). Compartilhamento de Infraestrutura de Redes de Distribuição com Redes de Telecomunicações.
- Análise Econômica e Jurídica do Compartilhamento de infraestrutura de Postes - Experiência Internacional e a Situação Brasileira.* (2001). (CELAET) Fonte: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2007/007/contribuicao/aptel\\_dy\\_mitr\\_wajzman\\_e\\_flavio\\_coelho\\_estudo.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2007/007/contribuicao/aptel_dy_mitr_wajzman_e_flavio_coelho_estudo.pdf)
- ANEEL. (2014). Aprimoramentos da Metodologia para Compartilhamento de Outras Receitas. *Nota Técnica número 403/2014-SRE/ANEEL.*
- ANEEL, ANATEL & ANP. (1999). Resolução Conjunta no. 001/99.
- Aragón, C. S., Pamplona, E. d., & Medina, J. R. (12 de 2012). Identification of energy efficiency investments and their risk assessment. *Gestão & Produção.*
- Arango, H., Bonatto, B. D., Pereira, L. C., Lusvarghi, S. A., Silveira, P. M., Filho, J. M., & Abreu, J. P. (2014). An economic market model for the evaluation of sustainable social policies based on smart grids technologies. *CBPE.*
- Bandos, M. F. (2008). *Análise dos conflitos, das negociações e dos contatos gerados pelo compartilhamento de infra - estrutura entre empresas reguladas pelas agências ANEEL, ANATEL E ANP.* Tese, São Paulo.
- Bernstein, P. L. (1997). *Desafio aos Deuses: a fascinante história do risco.* Rio de Janeiro: Campus.
- Brasil, H. G. (2004). *Avaliação Moderna de Investimentos.* Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Bueno, R. d. (2008). *Econometria de Séries Temporais.* São Paulo: Cengage Learning.
- Burger, M., Graeber, B., & Schindlmayr, G. (2014). *Managing Energy Risk - A Practical Guide for Risk Management in Power, Gas and Other Energy Markets.* Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

- CELESC. (2012). Compartilhamento de Postes.
- CELG. (2013). Norma Técnica - Compartilhamento de Infraestrutura com Redes de Telecomunicações e demais Ocupantes.
- CEMIG. (2013). Contribuições Referente à Audiência Pública ANEEL Nº 007/2007. Belo Horizonte.
- COELCE. (2013). Norma Técnica - NT-006 R3 - Compartilhamento de Infraestrutura da Linha de Distribuição Aérea.
- Copeland, T., Koller, T., & Murrin, J. (2002). *Avaliação de Empresas - Valuation: Calculando e gerenciando o valor das empresas*. São Paulo: Pearson Makron Books.
- Damodaran, A. (1997). *Avaliação de Investimentos*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- EDP. (2013). Especificação Técnica - Compartilhamento de Postes de Rede Elétrica para Telecomunicações e demais Ocupantes.
- EES Consulting. (2014). *Pole Attachment Rate Study*. Washington.
- Evans, J. R., & Olson, L. D. (2002). *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Federal, Ad Hoc Group of the 706. (2001). Pole Attachment. *NARUC Summer Meetings*. Seattle, Washington.
- Ford, G. S., Koutsky, T. M., & Spiwak, L. J. (December de 2008). The Pricing of Pole Attachments: Implications and Recommendations. *Phoenix Center Policy Paper Series - Number 34*, p. 24.
- Gardner, R. (2003). *Games for Business and Economics*. Indiana University: John Wiley & Sons, Inc.
- Gastineau, G. L., & Kritzman, M. P. (1996). *Dictionary of Financial Risk Management*. Frank J. Fabiozzi Associates / BM&F Brasil.
- Gitman, L. J. (1984). *Princípios de Administração Financeira*. São Paulo: Harper & Row do Brasil Ltda.
- Jehle, G. A., & Reny, J. P. (2000). *Advanced Microeconomic Theory*. Longman: Addison Wesley.

- Jorion, P. (1997). *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Junior, P. R., Pamplona, E. d., & Salomon, F. L. (2014). Otimização de portfólios: Análise de eficiência. *Revista de Administração de Empresas*.
- Kirschen, D. S., & Strbac, G. (2004). *Fundamentals of Power System Economics*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Kozikoski, S. M. (2005). O compartilhamento de infra-estrutura relacionado à prestação do serviço de telefonia e a questão da remuneração pelo uso dos bens compartilhados.
- Kupfer, D., & Hasenclever, L. (2002). *Industrial Economy*. Campus-Elsevier.
- Lamin, Hugo; Rufato, Adilson Sincotto;. (2013). Nota Técnica nº 0185/2013-SRD/SCT/ANEEL. *Proposta de reabertura da Audiência Pública nº 007/2007 com vistas a estabelecer preço de referência e condições de ocupação de pontos de fixação no compartilhamento de postes entre distribuidoras de energia elétrica e empresas prestadoras de serviços de .*
- Martin, J. D., & Petty, J. W. (2000). *Value Based Management*. Boston: Harvard Business School Press.
- Mauad, L. G. (2010). *Utilização Do Indicador Custo Em Risco, Na Decisão De Apreçamento Em Projetos De Alta Tecnologia, Em Leilões Reversos E Em Concorrências De Menor Preço*. Tese de Doutorado em Administração de Empresas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- Morettin, P. A., & Toloi, C. M. (2006). *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.
- Motta, R. d., & al.], [. (2009). *Engenharia Econômica e Finanças*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Nordcity. (March de 2014). *Pole Attachment Regulation: Canada, U.S., U.K. and Other Jurisdictions* . Fonte: <http://www.nordicity.com>
- Nota Técnica nº 0027/2006-SRD-SRE/ANEEL. (2006).
- Nota Técnica nº 0185/2013-SRD/SCT/ANEEL. (2013).
- Nota Técnica nº 200/2013-SRE/ANEEL. (2013).

- Oliveira, R. J., & Pamplona, E. d. (12 de 2011). The volatility of industrial projects for use in analysis of risk in investments. *Gestão & Produção*.
- Pedrosa, P. J. (2005). Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária. ANEEL, Brasília.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (1981). *Econometric Models and Economic Forecasts*. New York: McGraw Hill.
- Ross, S., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2002). *Administração Financeira: Corporate Finance*. São Paulo: Atlas.
- Securato, J. R. (1996). *Decisões Financeiras em Condições de Risco*. São Paulo: Atlas.
- Shonkwiler, R. W. (2013). *Finance with Monte Carlo*. New York: Springer.
- Silva Neto, L. d. (2010). *Derivativos: definições, emprego e risco*. São Paulo: Atlas S.A.
- Souza, J., & Kliemann, F. J. (2009). O impacto da incorporação da inflação na análise de projetos de investimentos.
- Squire, L., & Tak, H. G. (1975). *Economic Analysis of Projects*. London: The Johns Hopkins University Press.
- Sundfeld, C. A. (2005). Estudo Jurídico sobre o preço de compartilhamento de infra - estrutura de energia elétrica. *REDAE - Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico*.
- Tennessee Advisory Commission on Intergovernmental Relations. (March de 2007). *TACIR Publication Policy*. Fonte: <http://www.state.tn.us/tacir>
- Tolmasquim, M. T. (2011). *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro: Synergia.
- Tolmasquim, M. T., & Szklo, A. S. (2000). *A Matriz energética brasileira na virada do milênio*. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ; ENERGE.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

# ANEXOS

## A1. PROPOSTA 1:

### A.1.1. Otimização do Modelo para a Garantia do Equilíbrio Financeiro da Empresa Distribuidora de Energia Elétrica:

$$VPL = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^j \cdot g}$$

$$0 = -B + \frac{VR}{(r_w + 1)^n} + \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^j \cdot g}$$

$$B - \frac{VR}{(r_w + 1)^n} = \sum_{j=1}^n \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^j \cdot g}$$

Soma dos termos de uma PG:

$$S_n = \frac{a_1 \cdot (q^n - 1)}{q - 1}$$

Substituindo:

$$S_n = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^1 \cdot g} \cdot \frac{((r_w + 1)^{-n} - 1)}{(r_w + 1)^{-1} - 1}$$

$$S_n = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g} - \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^1 \cdot g} \cdot \frac{1}{(r_w + 1)^{-1} - 1}$$

$$S_n = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g} - \frac{(r_w + 1)^n \cdot \left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g}$$

$$(r_w + 1)^{-1} - 1$$

Substituindo:

$$B - \frac{VR}{(r_w + 1)^n} = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g} - \frac{(r_w + 1)^n \cdot \left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g}$$

$$(r_w + 1)^{-1} - 1$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{(r_w + 1)^{n+1}} = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]}{(r_w + 1)^{n+1} \cdot g}$$

$$VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right] \cdot G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]}{g}$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]} = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( 1 - g - \frac{d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right]}{g}$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]} = \frac{\left[ (1-t) \cdot \left( \frac{G - g \cdot G - d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right]}{g}$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]} = \frac{\left[ \left( \frac{G - g \cdot G - d \cdot B \cdot g - t \cdot G + t \cdot g \cdot G + t \cdot d \cdot B \cdot g}{G} \right) + \frac{d \cdot B \cdot g}{G} - m \right]}{g}$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]} = \frac{\left[ \left( \frac{G - g \cdot G - t \cdot G + t \cdot g \cdot G + t \cdot d \cdot B \cdot g}{G} \right) - m \right]}{g}$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n]} = \left( \frac{G - g \cdot G - t \cdot G + t \cdot g \cdot G + t \cdot d \cdot B \cdot g - G \cdot m}{G \cdot g} \right)$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{[1 - (r_w + 1)^n]} = \left[ \frac{G \cdot (1 - t - m) + g \cdot (t \cdot G + t \cdot d \cdot B - G)}{g} \right]$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{[1 - (r_w + 1)^n]} = \left[ \frac{G \cdot (1 - t - m)}{g} + t \cdot G + t \cdot d \cdot B - G \right]$$

$$\frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{[1 - (r_w + 1)^n]} - G \cdot (t - 1) - t \cdot d \cdot B = \left[ \frac{G \cdot (1 - t - m)}{g} \right]$$

$$g = \frac{VR \cdot r_w - B \cdot r_w \cdot (r_w + 1)^n}{G \cdot [1 - (r_w + 1)^n] \cdot [1 - t - m]} - \frac{G \cdot (t - 1)}{G \cdot (1 - t - m)} - \frac{t \cdot d \cdot B}{G \cdot (1 - t - m)}$$

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot (1 + r_w)^n - VR]}{G \cdot (1 - t - m) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t - m)} + \frac{(1 - t)}{(1 - t - m)} \right\}^{-1}$$

### A.1.2. Determinação do aluguel do ponto do poste para uma operadora acessante:

Para o aluguel do ponto do poste a operadora acessante deverá pagar um valor proporcional ao fator de espaço ( $\varphi$ ) utilizado pela mesma. Portanto:

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot \varphi \cdot (1 + r_w)^n - VR \cdot \varphi]}{G \cdot (1 - t - m) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{\varphi^2 \cdot d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t - m)} + \frac{(1 - t)}{(1 - t - m)} \right\}^{-1}$$

E,

$$P = RB = \frac{G}{g^* \cdot (1 - \mu)}$$

## A.2. PROPOSTA 2:

### A.2.1. Otimização do Modelo para a Garantia do Equilíbrio Financeiro da Empresa Distribuidora de Energia Elétrica:

Para a proposta 2 a modicidade tarifária não corresponde a um percentual da Receita líquida. Portanto ( $m = 0$ ). Substituindo na equação (5-7):

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot (1 + r_w)^n - VR]}{G \cdot (1 - t - 0) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t - 0)} + \frac{(1 - t)}{(1 - t - 0)} \right\}^{-1}$$

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot (1 + r_w)^n - VR]}{G \cdot (1 - t) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t)} + 1 \right\}^{-1}$$

### A.2.1. Determinação do aluguel do ponto do poste para uma operadora acessante:

Para o aluguel do ponto do poste a operadora acessante deverá pagar um valor proporcional ao fator de espaço ( $\varphi$ ) utilizado pela mesma. Portanto:

$$g^* = \left\{ \frac{r_w \cdot [B \cdot \varphi \cdot (1 + r_w)^n - VR \cdot \varphi]}{G \cdot (1 - t) \cdot [(1 + r_w)^n - 1]} - \frac{\varphi^2 \cdot d \cdot B \cdot t}{G \cdot (1 - t)} + 1 \right\}^{-1}$$

E,

$$P = RB = \frac{G}{g^* \cdot (1 - \mu)}$$