

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

KARLOS EDUARDO ARCANJO DA CRUZ

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS
SOBRE AS PERDAS COMERCIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA**

RECIFE

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

KARLOS EDUARDO ARCANJO DA CRUZ

**ANÁLISE DO IMPACTO DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS
SOBRE AS PERDAS COMERCIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Economia da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Economia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco S. Ramos

RECIFE

2007

Cruz, Karlos Eduardo Arcanjo da

Análise do impacto das variáveis socioeconômicas sobre as perdas comerciais de energia elétrica / Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz. – Recife : O Autor, 2007.

88 folhas : fig. e tabelas.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Economia, 2007.

Inclui bibliografia e apêndice.

1. Sistemas de energia elétrica. 2. Energia elétrica – consumo - Brasil. 3. Serviços de eletricidade – aspectos econômicos - Brasil. 4. Distribuição de energia elétrica. I. Título.

330.16
330

CDU (1997)
CDD (22.ed.)

UFPE
CSA2007-082

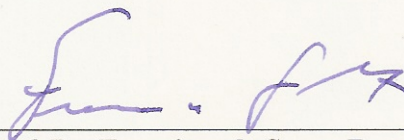
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO ACADÊMICO EM ECONOMIA DE

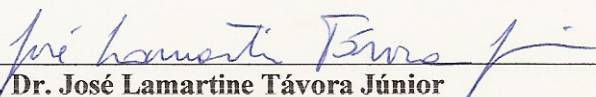
KARLOS EDUARDO ARCANJO DA CRUZ

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o Candidato Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz **APROVADO**.

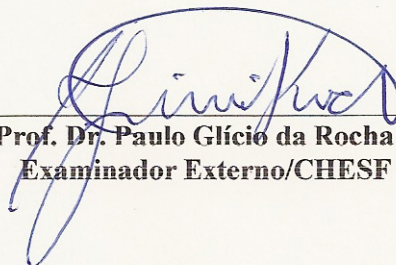
Recife, 30/08/2007.



Prof. Dr. Francisco de Sousa Ramos
Orientador



Prof. Dr. José Lamartine Távora Júnior
Examinador Interno



Prof. Dr. Paulo Glício da Rocha
Examinador Externo/CHESF

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado um sentido de viver.

Agradeço a minha família, pelo amor, apoio e confiança.

Agradeço ao professor Francisco Ramos, por ter me aceitado como orientando, bem como pela paciência e dedicação.

Agradeço a Adriana Farias, Keuler Hissa, Valfrido Luiz, Gabriela Brasil, Gisléia Duarte, Janaína e Cristiane Mesquita, pelo apoio e sugestões.

Agradeço ao PIMES, por ter me aceitado no Programa de Pós-Graduação.

RESUMO

A tarifa de energia elétrica brasileira está entre as mais caras do mundo (CINTRA, 2007), e entre os principais motivos para este fato estão os impostos e os altos índices de perdas de energia. Uma justificativa é que as perdas comerciais de energia influenciam no alto valor da tarifa, sendo o furto de energia, o responsável pela maior parte dessas perdas. A maioria dos estudos a respeito das perdas comerciais faz uma abordagem qualitativa sobre os fatores socioeconômicos relacionados ao furto de energia, tais como violência e renda, não se detendo o suficiente em mensurar quantitativamente o impacto dessas variáveis. Este trabalho desenvolve um modelo para analisar a influência das perdas comerciais entre empresas do Brasil e outro modelo para analisá-las entre países. O primeiro modelo encontrou uma correlação positiva do índice de perdas totais com a violência e uma correlação negativa com o nível de organização da empresa, com a renda per capita e com o percentual de clientes rurais. Por sua vez, o segundo modelo encontrou uma correlação negativa com o percentual de habitantes rurais e com a eficiência do país. Concluiu-se então que as perdas comerciais estão associadas a variáveis socioeconômicas como violência e renda per capita e que, as empresas podem combatê-las tornando-se mais eficientes. O governo é responsável também, pois o modelo apontou que, quanto mais eficiente for o país em aplicar e definir políticas, menores serão as perdas.

Palavras-chave: Perda Comercial, Furto de Energia, Violência, Eficiência.

ABSTRACT

The tariff of the Brazilian electrical power is among the most expensive ones in the world (CINTRA, 2007), and among the main reasons we find the taxes and the big rate of electrical power losses. One justification is that the commercial losses of electrical power influence the high price, and electrical power theft is the major responsible for the biggest piece of these losses. The majority of studies towards commercial losses develop a qualitative approach about socio-economical factors related to electrical power theft, such as violence and income, however they do not tend to analyze the impact coming those in terms of quantity. This work develops a model for analysis of the commercial losses among companies from Brazil and another model for analysis among countries. The first model found a positive correlation of the total losses with the violence and a negative one with the company organization level, with the gains and percentage of rural customers. The second model found a negative correlation with the percentage of rural dwellers and efficiency of the country. It thus became clear that the commercial losses are associated with socio-economical variables such as violence and income per capita and that companies can fight back those and this way they can become more efficient. The government is also responsible because the model showed that the more efficient is a country in terms of applying and defining policies the smaller will be the losses.

Keywords: Commercial Loss, Electrical Power Theft, Violence, Efficiency

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Estrutura de um sistema elétrico.....	16
Figura 2.2 – Estrutura dos Agentes.....	18
Figura 2.3 – Distribuição dos Encargos pagos em 2005.....	26
Figura 2.4 – Evolução da Tarifa Média no Brasil.....	27
Figura 2.5 – Trajetória de perdas das concessionárias.....	30
Figura 3.1 – Diagrama das Perdas por Origem.....	31
Figura 3.2 – Percentual de mandados de cortes não efetuados devido à violência.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Número de concessionárias por Estado, para Estados com mais de uma concessionária.....	20
Tabela 2.2 – Dez empresas com os maiores IASC – 2005.....	24
Tabela 2.3 – 10 Empresas com os Piores Índices IASC – 2005.....	24
Tabela 3.1 – Nível médio de perdas de energia em relação ao total de perdas técnicas...	35
Tabela 3.2 - Tarifa Média por região para o ano de 2007.....	42
Tabela 3.3 - Renda per Capita para o ano de 2004.....	43
Tabela 3.4 – Tarifa Média por Renda per Capita para o ano de 2004.....	43
Tabela 3.5 – Correlação de variáveis socioeconômicas com divida média do cliente.....	45
Tabela 3.6 – Resultado da Regressão tendo como variável dependente índice de perdas	49
Tabela 4.1 – Valores médios das variáveis por continente.....	54
Tabela 4.2 – Análise Descritiva das variáveis.....	55
Tabela 4.3 – Resultado da Estimação por países.....	57
Tabela 5.1 - Associação entre as perdas, as variáveis e suas respectivas proxy.....	64
Tabela 5.2 –Valores Médios das variáveis por Região.....	65
Tabela 5.3 – Análise Descritiva das Variáveis	66
Tabela 5.4 – Resultado da Estimação por Concessionárias.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional de Petróleo

CCC – Conta de Consumo de Combustíveis

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDE - Conta de Desenvolvimento Energético

CID - Custeio de Serviços de Iluminação

CNPE – Conselho Nacional de Políticas Energéticas

CMSE – Conselho de Monitoramento do Setor Elétrico

CONFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

DC – Densidade de Consumo

DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor

DNAE – Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica

ECE – Encargo de Capacidade Emergencial

EF – Eficiência Governamental

EPE – Empresa de Pesquisas Energética

ESC - Escolaridade

ESS – Encargos de Serviços do Sistema

FEC - Frequência de Interrupção por Consumidor

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GR – Grau de Ruralidade

IASC - Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IP – Índice de Perdas Total

MME – Ministério de Minas e Energia

MRT – Monofilar Retorno por Terra

ONS – Operador Nacional de Sistemas Elétricos

PEA - *Provincial Energy Authority of Thailand*

PROCEL – Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

RGR – Reserva Global de Reversão

RPC – Renda per Capita

SIN – Sistema Interligado Nacional

TFSEE – Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica

TH – Taxa de Homicídios

UFF – Universidade Federal Fluminense

WDI – *World Development Indicators*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO.....	14
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	DEFINIÇÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	16
2.2	ESTRUTURA DO MERCADO BRASILEIRO	17
2.2.1	<i>Agentes da Distribuição de Energia Elétrica</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>Clientes</i>	<i>20</i>
2.3	SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN	21
2.4	INDICADORES DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	22
2.4.1	<i>Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor - DEC</i>	<i>22</i>
2.4.2	<i>Frequência de Interrupção por Consumidor - FEC</i>	<i>22</i>
2.4.3	<i>Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor - IASC.....</i>	<i>23</i>
2.4.4	<i>Índice de Perdas Total de Energia Elétrica - IP.....</i>	<i>24</i>
2.5	TARIFA.....	25
2.5.1	<i>Composição da Tarifa.....</i>	<i>25</i>
2.5.2	<i>Revisão Tarifária</i>	<i>28</i>
2.5.3	<i>Tratamento Regulatório das Perdas de Energia Elétrica.....</i>	<i>29</i>
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	31
3.1	CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS NO SISTEMA ELÉTRICO	31
3.2	PERDAS TÉCNICAS	32
3.3	PERDAS COMERCIAIS	33
3.3.1	<i>Perdas por ação do consumidor:.....</i>	<i>33</i>
3.3.2	<i>Perdas por deficiência da concessionária</i>	<i>34</i>
3.4	O COMBATE ÀS PERDAS TÉCNICAS	35
3.5	A INFLUÊNCIA DAS PERDAS COMERCIAIS NAS PERDAS TÉCNICAS	36
3.6	COMBATE ÀS PERDAS COMERCIAIS.....	36
3.6.1	<i>Panorama Mundial</i>	<i>36</i>
3.6.2	<i>No Brasil.....</i>	<i>38</i>
3.7	AS PERDAS COMERCIAIS E AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS	40
3.7.1	<i>Violência e Perdas Comerciais.....</i>	<i>40</i>
3.7.2	<i>Cultura e Perdas Comerciais.....</i>	<i>41</i>
3.7.3	<i>Renda, Tarifa e as Perdas Comerciais.....</i>	<i>41</i>
3.8	AS PERDAS COMERCIAIS E A ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA	44
3.9	AS PERDAS COMERCIAIS E A INADIMPLÊNCIA.....	44
3.10	MODELOS QUE ANALISAM O IMPACTO SOCIOECONÔMICO NO FURTO DE ENERGIA	45
3.10.1	<i>O modelo de Gümüşdere (2004) – O caso da Turquia</i>	<i>45</i>
3.10.2	<i>O Modelo de FGV/UFF (2003) – O caso da Ampla</i>	<i>48</i>

4	O MODELO PARA OS PAÍSES.....	50
4.1	VARIÁVEL DEPENDENTE IP	50
4.2	VARIÁVEIS INDEPENDENTES UTILIZADAS	51
4.2.1	<i>Densidade de Consumo - DC.....</i>	<i>51</i>
4.2.2	<i>Grau de Ruralidade - GR.....</i>	<i>51</i>
4.2.3	<i>Eficiência Governamental – EF.....</i>	<i>51</i>
4.2.4	<i>Violência - TH.....</i>	<i>52</i>
4.2.5	<i>Renda per capita - RPC</i>	<i>53</i>
4.3	OS DADOS	53
4.3.1	<i>Origem</i>	<i>53</i>
4.3.2	<i>Análise descritiva dos dados.....</i>	<i>53</i>
4.4	A REGRESSÃO.....	56
4.4.1	<i>O modelo de regressão</i>	<i>56</i>
4.4.2	<i>Análise de Resultados</i>	<i>56</i>
5	O MODELO PARA AS EMPRESAS.....	60
5.1	VARIÁVEL DEPENDENTE IP	61
5.2	VARIÁVEIS INDEPENDENTES UTILIZADAS	61
5.2.1	<i>Densidade de Consumo - DC.....</i>	<i>61</i>
5.2.2	<i>Grau de Ruralidade - GR.....</i>	<i>61</i>
5.2.3	<i>Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor - IASC.....</i>	<i>61</i>
5.2.4	<i>Índice de Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor – DEC.....</i>	<i>62</i>
5.2.5	<i>Violência - TH.....</i>	<i>62</i>
5.2.6	<i>Anos de Escolaridade para a população acima de 25 anos - ESC.....</i>	<i>62</i>
5.2.7	<i>Renda per capita - RPC</i>	<i>63</i>
4.3	OS DADOS	64
4.3.1	<i>Origem</i>	<i>64</i>
5.3.2	<i>Análise descritiva dos dados</i>	<i>65</i>
5.5	A REGRESSÃO.....	67
5.5.1	<i>O modelo de regressão</i>	<i>67</i>
5.5.2	<i>Análise dos Resultados</i>	<i>68</i>
6	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
	APÊNDICE	81

1 INTRODUÇÃO

“Brasileiro paga mais pela energia - tarifa de energia elétrica para clientes residenciais está entre as mais altas do mundo. Supera até a dos Estados Unidos, Espanha e França ” (Jornal do Comércio, 07 de julho de 2007).

A manchete acima foi publicada no Jornal do Comércio em 7 de julho de 2007. Segundo a reportagem, o principal motivo do alto valor da tarifa de energia brasileira se deve aos fortes reajustes ocorridos na última década, que levou a tarifa de energia a ter um aumento de 386,2% de dezembro de 1995 para o final de 2006¹.

Outro autor, Cintra (2007), comentando o alto valor da tarifa brasileira, acredita que um fator preponderante é a alta carga tributária incidente sobre a tarifa. Enquanto na Espanha, no Japão e na Holanda a carga tributária está abaixo de 10%, no Brasil ela está próxima de 36%.

Segundo a ANEEL (2006c), a tarifa de energia elétrica deve ser justa aos consumidores, cobrir o custo dos serviços com qualidade, remunerar os investimentos e estimular o aumento da eficiência e a qualidade do serviço.

No processo de reajuste tarifário, diversos fatores são considerados para compor a nova tarifa, entre os quais pode-se citar: a quantidade de energia a ser comprada e o salário de funcionários. Adiciona-se ainda ao valor da tarifa uma série de encargos, como a Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica – TFSEE². Após serem contabilizados os encargos, são adicionados os impostos que podem ocorrer na esfera federal, estadual e municipal.

Um dos motivos da alta tarifa de energia elétrica brasileira, evidentemente, são os encargos e os tributos, porém, há outros fatores que devem ser levados em consideração. Sabe-se que a quantidade de energia que será comprada quando associada ao seu valor de compra determina uma parte da tarifa, mas nem toda energia comprada é utilizada. Uma parcela da energia adquirida é perdida.

¹ O uso da tarifa de energia elétrica como um instrumento de política anti-inflacionária levou a um forte declínio dos seus valores reais, portanto o preço real da energia elétrica em 1995 estava ainda deteriorado em relação ao valor que deveria ser efetivamente praticado (Pires e Piccinini, 1998).

² A ANEEL (2006c) estima que a arrecadação de encargos no Brasil superou os R\$ 10 bilhões em 2005.

Segundo dados do *World Development Indicators* – WDI, o Brasil perdeu 16,85% da energia que comprou no ano de 2004, um valor muito acima da média mundial, que é de aproximadamente 8,83% para o mesmo ano (WORLD BANK, 2004). No entanto, a energia pode ter sido perdida de várias formas.

A perda de energia é calculada pela diferença entre a energia que foi injetada no sistema e a energia que foi faturada. Uma parcela das perdas de energia elétrica ocorre devido a interações físicas da corrente elétrica com os materiais e é conhecida como perdas técnicas. Outra parcela é a energia que foi consumida por alguns domicílios, mas não foi faturada. Estas são conhecidas como perdas comerciais de energia ou perdas não-técnicas.

As perdas comerciais de energia podem ocorrer devido a erros de medição, fraudes nos medidores, ligações clandestinas, problemas administrativos das concessionárias, entre outros. No entanto, a ANEEL (2006c) e Lima (2005) afirmam que a maior parcela das perdas comerciais ocorre devido ao furto de energia elétrica.

Lima (2005) afirma que em apenas um ano, as perdas comerciais de energia chegam ao patamar de 4,5% do mercado de energia elétrica (282,26 TWh/ano em 2004). Essa quantidade daria para suprir o Distrito Federal por três anos (Lima, 2005). A ANEEL (2006c) afirma que as perdas comerciais de energia elétrica foram de aproximadamente R\$ 5 bilhões para o ano de 2004, total esse já incluindo os impostos.

O furto de energia não é um problema encontrado apenas no Brasil, mas em muitos outros países. Nesbit (2000) estima que as empresas americanas perderam aproximadamente entre US\$ 1 bilhão e US\$ 10 bilhões com o furto de energia no ano de 1998. Power (1999) estima que o Paquistão perdeu aproximadamente US\$ 500 milhões com o mesmo problema para o ano de 1999.

Se a quantidade de energia perdida for reduzida, será necessário comprar menos energia, o que conseqüentemente reduzirá o valor da tarifa de energia elétrica (ANEEL, 2006b). A redução das perdas técnicas é uma questão de engenharia e de relação custo-benefício. No entanto, a redução das perdas comerciais envolve fatores socioeconômicos e organizacionais.

Os trabalhos que têm como objeto de estudo as perdas comerciais, normalmente propõem modelos para aumentar a fiscalização, ou melhorá-la, com o uso de novas tecnologias para direcionar os agentes fiscalizadores. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de Patrício (2005), que tenta detectar clientes infratores pelo uso de técnicas computacionais.

As técnicas coercitivas são importantes, porém, trazem dois problemas associados a elas: o problema da reincidência do delito (Reis, 2005) e o problema da inadimplência, pois muitos clientes detectados não conseguem pagar a energia que consomem.

Quase todos os trabalhos nessa área costumam fazer uma análise qualitativa sobre fatores socioeconômicos que estão associados ao furto de energia, no entanto, poucos trabalhos fazem uma análise quantitativa sobre o impacto de tais fatores sobre as perdas. Uma exceção é o trabalho de Gümüşdere (2004) que apresenta uma análise do impacto de variáveis socioeconômicas sobre o percentual de energia perdida na Turquia.

No Brasil, A ANEEL repassa a responsabilidade no combate às perdas comerciais para as concessionárias, definindo uma meta de redução do percentual de perdas que a concessionária deve atingir. Caso as perdas não sejam reduzidas até a meta, a empresa arca com o excedente de perdas. Porém, existem problemas socioeconômicos que não são gerenciáveis pela concessionária, como a violência, mas existem problemas que podem ser combatidos pela concessionária, um exemplo é a conscientização dos clientes quanto ao furto de energia.

Então, o ideal é definir quais fatores socioeconômicos estão associados ao problema das perdas comerciais, pois dessa forma os gerentes e políticos podem definir qual a melhor política para redução de perdas e quais os agentes serão responsáveis por aplicá-las. À medida que o nível de perdas for reduzido, as tarifas serão reduzidas a valores mais condizentes com a realidade financeira da população brasileira.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo para analisar o impacto das variáveis socioeconômicas nas perdas comerciais de energia elétrica que sirva como instrumento de apoio à decisão aos formuladores de políticas para reduzir o furto de energia elétrica.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 faz uma introdução ao problema das altas tarifas e disserta a respeito das justificativas e propõe soluções que serão definidas ao longo do trabalho.

O Capítulo 2 realiza um estudo do sistema elétrico brasileiro, com enfoque nos principais agentes do setor e na estrutura do sistema. Apresenta-se ainda no capítulo, a tarifa

da energia elétrica brasileira, como a mesma está estruturada e como é feita a revisão tarifária.

O Capítulo 3 faz uma revisão da literatura a respeito das perdas de energia elétrica, mostrando como tais perdas são subdivididas, as formas de combatê-las, as principais associações entre perdas de energia e as variáveis socioeconômicas e os modelos usados para analisar o efeito das variáveis socioeconômicas nas perdas de energia.

O Capítulo 4 descreve o modelo utilizado para analisar o efeito das variáveis socioeconômicas sobre as perdas de energia baseado nas diferenças entre os países. Já o modelo apresentado no capítulo 5, baseia-se na diferença entre as concessionárias.

O Capítulo 6 apresenta uma conclusão a respeito dos resultados encontrados e sugestões.

O trabalho traz como complemento: o Apêndice A, com os dados por concessionária, o Apêndice B, com os dados por países utilizados, e finalmente, o Apêndice C, com o resultado das estimações no Eviews 5.1.

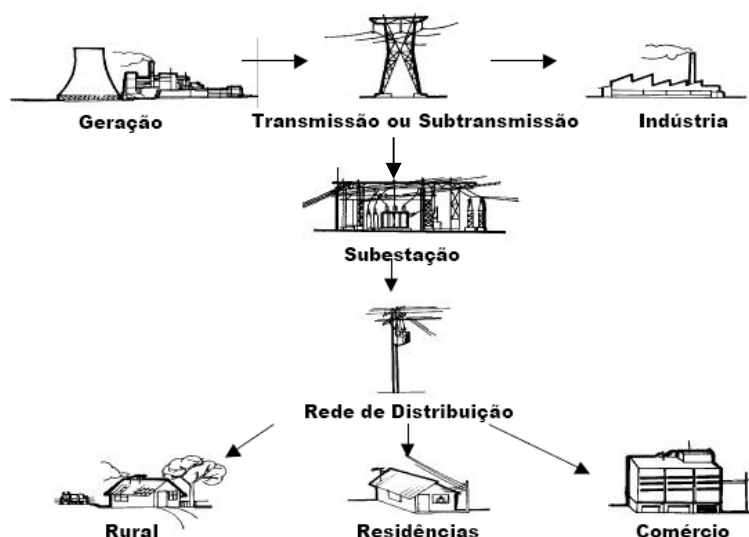
2 DEFINIÇÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

A energia elétrica no Brasil é gerada em sua maior parte por fonte de origem hidráulica³, ou seja, utiliza-se um sistema que aproveita as quedas d'água para gerar energia. Devido a isso, os locais de geração ficam distantes dos centros de carga (consumidores finais) e são utilizados os sistemas de transmissão para levar a energia da fonte geradora até a fonte consumidora.

Uma parcela da energia perdida ocorre em face do efeito *Joule*: a perda de energia elétrica nos condutores é proporcional ao quadrado da corrente elétrica. Logo, quanto maior a corrente elétrica, maiores são as perdas. A potência elétrica é igual ao produto da corrente pela tensão elétrica, então quanto maior a tensão menor será a corrente necessária para se transmitir um determinado nível de potência.

Quando a energia é gerada na fonte, eleva-se a tensão por meio de transformadores com o objetivo de reduzir a corrente elétrica, minimizando assim as perdas de transmissão por efeito *Joule*. Ao se aproximar dos consumidores finais, atinge-se a região chamada de sistema de distribuição. Nesse ponto, a tensão é reduzida para alimentar os consumidores finais. Um esquema desse sistema pode ser observado na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Estrutura de um Sistema Elétrico



Fonte: Moura (2002)

³ 76,3 % da energia elétrica é gerada no Brasil por meio de fontes de origem hidráulica, segundo dados de EPE (2006).

Como se vê, pode-se dividir o sistema elétrico em geração, transmissão e distribuição. É possível um esquema onde há apenas uma empresa detentora dos direitos de geração, transmissão e distribuição. Nesse caso, essa estrutura pode ser chamada de estrutura verticalizada. O exemplo clássico dessa estrutura é o sistema elétrico francês, com a empresa *Electricité de France*. Há também os casos em que as empresas são separadas por segmentos: geração, transmissão e distribuição. Nesse caso, a estrutura do mercado é desverticalizada.

2.2 ESTRUTURA DO MERCADO BRASILEIRO

Durante os anos 90, a estrutura do mercado brasileiro de energia elétrica sofreu uma série de modificações, que tiveram início em 1993 com a Lei nº 8.361. Tal lei procurou estabelecer tarifas diferentes de acordo com as características específicas de cada concessionária, visando garantir a qualidade do fornecimento de energia elétrica. Foi implantado também um projeto de reestruturação do setor elétrico brasileiro.

Após a crise energética ocorrida em 2001, o governo sentiu a necessidade de mudar novamente a estrutura do setor. Nesse sentido, surgiram novos agentes e alguns foram excluídos. A relação estabelecida entre os agentes do setor elétrico pode ser vista na Figura 2.2.

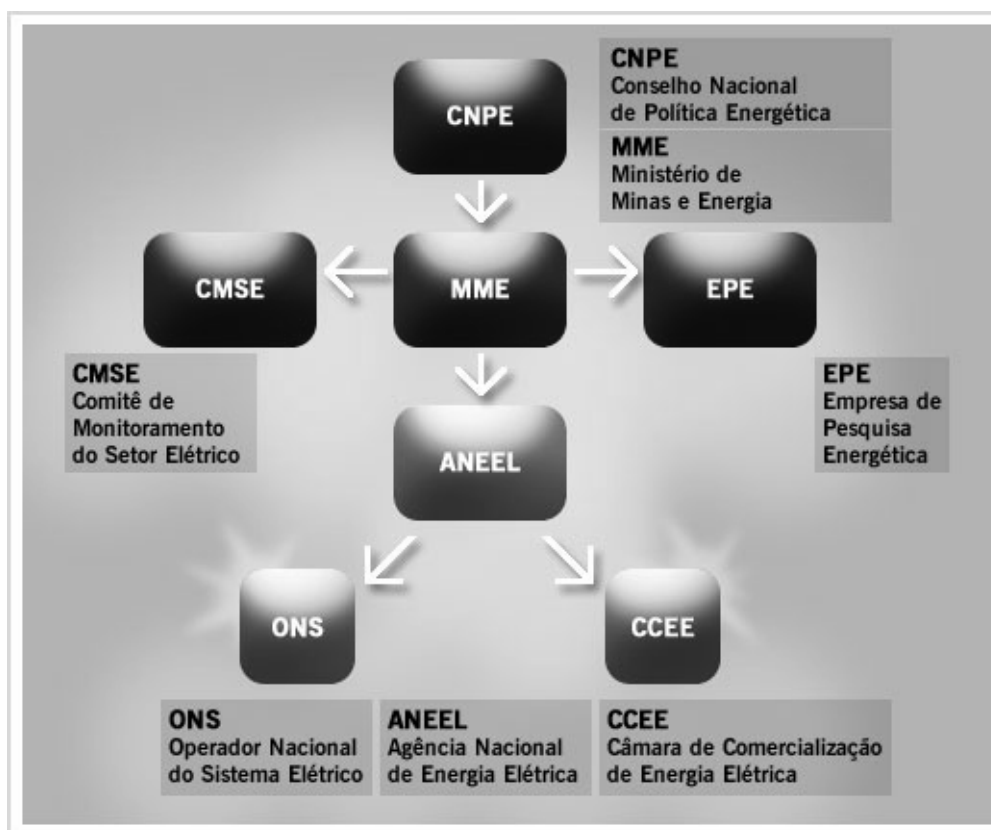
O Conselho Nacional de Políticas Energéticas – CNPE – é um órgão interministerial de assessoramento do presidente da República, e tem como objetivo a formulação de diretrizes e políticas energéticas para o melhor aproveitamento dos recursos energéticos, visando assegurar o suprimento às áreas mais remotas do País. Ele também é responsável por rever as matrizes energéticas periodicamente, considerando as fontes convencionais e não-convencionais, bem como por definir políticas específicas.

Uma vez definidas as políticas energéticas, surge o Ministério das Minas e Energia - MME, que é responsável pela condução dessas políticas no País. Suas principais atribuições são: aplicação e formulação de políticas energéticas baseadas nas diretrizes preestabelecidas pelo CNPE, estabelecer o planejamento do setor energético nacional e monitorar a segurança do suprimento do setor elétrico nacional.

Para que as atribuições do MME no setor energético sejam alcançadas, é imprescindível o papel da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, órgão vinculado ao MME. A EPE é a responsável por realizar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a facilitar o planejamento do setor energético (MME, 2003).

O Conselho de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE, criado em 2004, objetiva assegurar a continuidade e a segurança do fornecimento de energia elétrica e, é formado por quatro representantes do MME e um representante de cada um dos seguintes órgãos: ANEEL, ANP, CCEE, EPE, e ONS. O Conselho pode identificar dificuldades quanto à segurança e continuidade do fornecimento, bem como, pode propor ajustes, soluções e ainda fazer recomendações.

Figura 2.2 – Estrutura dos Agentes



Fonte: ONS

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, criada em 1996 pela Lei nº 9.427, é uma autarquia em regime especial vinculada ao MME. Tem como principais atribuições: regular e fiscalizar os diversos agentes da geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, podendo também mediar conflitos que envolvam os agentes entre si, bem como àqueles que englobem os agentes e os consumidores. Suas metas são: garantir tarifas justas para as partes, qualidade do serviço, exigir investimentos, estimular a competição e assegurar a universalização dos serviços.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS é uma empresa privada sem fins lucrativos, sob a regulação e fiscalização da ANEEL, e tem como função executar as

atividades de coordenação e controle da operação - de geração e de transmissão de energia elétrica - no sistema interligado nacional.

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, também é uma empresa privada sem fins lucrativos, sob a regulação e fiscalização da ANEEL. Foi criada no final de 2004 para garantir a estabilidade e transparência do setor energético, viabilizando assim o investimento no setor. Tem como responsabilidade conduzir as operações de compra e venda de energia elétrica entre os diversos agentes de geração, comercialização, distribuição e consumidores livres, registrando e administrando os contratos firmados entre eles.

Os consumidores, por sua vez, podem ser livres ou cativos. Os ditos cativos estão obrigados a comprar energia da distribuidora da área de concessão onde eles se encontram, enquanto que os livres podem comprar de qualquer empresa que o interesse.

2.2.1 Agentes da Distribuição de Energia Elétrica

No serviço de distribuição de energia elétrica, o que normalmente ocorre é um monopólio natural, portanto, surge a necessidade de um órgão regulador, no caso brasileiro a ANEEL, para garantir uma tarifa justa e uma melhoria contínua do sistema.

O monopólio ocorre porque cada concessionária tem uma área de concessão. Nesta área, apenas ela pode comercializar a energia para os consumidores cativos. No entanto, ela não pode estabelecer o valor da tarifa, que é atribuição da agência reguladora, no caso a ANEEL.

A área de concessão é uma limitação geográfica que pode ser medida em quilômetros quadrados, porém não há uma limitação imposta pelos limites geográficos estaduais. Ou seja, uma concessionária pode estar em dois Estados, como também um Estado pode ter mais de uma concessionária. Contudo, a empresa não pode ultrapassar sua área de concessão, pois estará invadindo a área de concessão de outra, dessa forma, todo o país fica coberto por alguma distribuidora.

Devido ao processo de evolução da geração de energia elétrica, em determinados Estados surgiram mais de uma distribuidora, e em alguns casos, as distribuidoras se uniram formando uma só, já em outros casos, não houve essa fusão. Assim, alguns Estados têm mais de uma distribuidora, como pode ser observado na Tabela 2.1. Dos 26 Estados brasileiros mais o Distrito Federal, doze possuem mais de uma concessionária.

Apesar disso, muitas concessionárias de distribuição têm um número de clientes inferior a 30.000. Em um total de 64 concessionárias de distribuição, apenas 38 possuem

mais de 30.000 clientes conectados a ela. Esse universo de distribuidoras de energia elétrica é constituído por 24 empresas privadas, 21 privatizadas, 4 municipais, 8 estaduais e 7 federais (ANEEL, 2005b).

Tabela 2.1 – Número de concessionárias por Estado, para Estados com mais de uma concessionária

Estado	Nº de Concessionárias
São Paulo	14
Rio Grande do Sul	8
Santa Catarina	5
Paraná	4
Rio de Janeiro	3
Amazonas	2
Espírito Santo	2
Minas Gerais	2
Paraíba	2
Roraima	2
Sergipe	2
Goiás	2

Fonte: Elaborado pelo autor; dados extraídos de ANEEL (2005b)

2.2.2 Clientes

Entende-se por consumidor, pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato e de direito que solicitar à concessionária o fornecimento de energia elétrica assumindo o pagamento pela fatura (ANEEL, 2000a).

Os clientes podem ser classificados segundo a tensão de fornecimento e carga instalada ou de acordo com a demanda contratada da seguinte forma:

Clientes do Grupo A: são os clientes faturados com tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou com tensão inferior, desde que atendidos com o sistema subterrâneo de distribuição e que optem por serem faturados nesse grupo. O Grupo A, por sua vez, divide-se em:

- a. Subgrupo A1: Tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b. Subgrupo A2: Tensão de fornecimento de 88kV a 138kV
- c. Subgrupo A3: Tensão de fornecimento de 69 kV
- d. Subgrupo A3a: Tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV
- e. Subgrupo A4: Tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25kV
- f. Subgrupo A5: Tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV

Cientes do Grupo B: são os clientes que têm tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, ou com tensão superior, desde que optem por serem faturados nesse grupo. O grupo B divide-se em:

- a. Subgrupo B1 – Residencial;
- b. Subgrupo B1 – Residencial baixa renda;
- c. Subgrupo B2 – Rural;
- d. Subgrupo B2 – Cooperativa de eletrificação rural;
- e. Subgrupo B2 – Serviços públicos de irrigação;
- f. Subgrupo B3 – Demais classes;
- g. Subgrupo B4 – Iluminação pública.

Cientes Livres: os consumidores livres são aqueles que podem optar pelo seu fornecedor, desde que, antes de optar, caso estejam sendo cativos a uma concessionária, devem avisá-la com uma antecedência mínima preestabelecida, sua intenção de tornarem-se livres (MME, 2003).

Cientes Cativos: todo aquele consumidor que não é livre e que solicitar a concessionária o fornecimento é considerado cativo, não podendo comprar energia de outra distribuidora. Evidentemente, caso ele mude de área de concessão, a concessionária distribuidora também será mudada.

2.3 SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN

O sistema elétrico brasileiro pode ser dividido em duas partes: interligado e isolado. Isso porque uma parcela do setor está interligada por meio de linhas de transmissão, porém a outra parcela das usinas geradoras encontra-se isolada.

O Sistema Interligado Nacional – SIN é composto por empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte. Como nesse sistema as Usinas estão interconectadas, e a maior parte da energia elétrica gerada é de fonte hidráulica, pode-se reduzir o efeito de longos períodos de escassez, através da “exportação” de energia de outras regiões, além da possibilidade de redução de “*blackout*” devido à saída de alguma usina.

Há usinas que não estão conectadas ao SIN. Estas, em sua maior parte, concentram-se no Norte e, no geral, são quase todas térmicas. Porém, não chegam a representar 3% da capacidade instalada de geração de energia do Brasil (ANEEL, 2005b).

2.4 INDICADORES DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

2.4.1 Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor - DEC

Segundo o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica – DNAEE (1978)⁴, a Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor – DEC explicita o espaço de tempo em que, em média, cada consumidor de um dado conjunto considerado ficou privado de fornecimento de energia elétrica em um período determinado de tempo. O DEC pode ser calculado através da equação 2.1.

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i) \cdot t(i)}{Cs} \quad (2.1)$$

Sendo:

DEC = duração (em horas)

i = número de interrupções variando de 1 a n

Ca(i) = número de consumidores, do conjunto considerado, atingidos nas interrupções (i);

t(i) = tempo de duração das interrupções (i), em horas;

Cs = número total de consumidores do conjunto considerado.

2.4.2 Frequência de Interrupção por Consumidor - FEC

Segundo DNAEE (1978), a Frequência de Interrupção por Consumidor – FEC ilustra o número de interrupções que, em média, cada consumidor do conjunto sofreu no período considerado. Para estimar o FEC, deve ser utilizada a equação 2.2.

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i)}{Cs} \quad (2.2)$$

⁴ ANEEL (2000b) define também o DEC e o FEC, porém não muda a fórmula do cálculo estabelecido por DNAEE (1978)

2.4.3 Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor - IASC

A ANEEL criou no ano de 2000 o Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor – IASC, que tem como finalidade principal a análise da qualidade da concessionária utilizando a opinião do consumidor como parâmetro básico. O critério utilizado para a pesquisa foi a seleção aleatória de 300 consumidores por concessionária. Os clientes selecionados são visitados e é feita uma série de perguntas visando avaliar:

1. **Qualidade percebida:** visa analisar a qualidade que o consumidor vê no sistema;
2. **Valor percebido:** analisa o valor que o cliente dá ao serviço de energia que a ele é prestado, numa escala que pode variar de muito barato a muito caro;
3. **Satisfação global:** esse item pode ser dividido em três subitens: o primeiro é a satisfação global do cliente, o segundo é a distância que a empresa está do ideal e o terceiro é a desconformidade global.
4. **Confiança no fornecedor:** objetiva analisar a percepção de confiança que o cliente tem em relação à fornecedora do serviço de energia elétrica.
5. **Fidelidade:** tem a finalidade de medir o interesse que o cliente teria de mudar de concessionária, caso houvesse oportunidade.

Feita a pesquisa, o IASC é calculado através de uma média ponderada entre os índices que se encontram no item satisfação global. Esse índice pode direcionar a ANEEL em suas políticas e ações estratégicas, além de ser utilizado na composição da tarifa no chamado fator X (será visto mais adiante, no subitem 2.5.2).

Com base nos dados da ANEEL para o ano de 2005, das 10 empresas que tiveram os maiores IASC, nota-se que a maioria dessas empresas é de pequeno porte (ver Tabela 2.2), cabendo salientar também que nesse ranking existe apenas uma representante da região Nordeste (SULGIPE). É interessante notar que empresas como a CELPE e a CEMAR, que têm altos índices de perdas, estão entre as de menores IASC conforme pode ser visto na Tabela 2.3.

Tabela 2.2 – Dez empresas com os maiores IASC – 2005

Concessionária	IASC
Companhia Jaguarí de Energia – CJE	77,61
Companhia Paraense de Energia – COPEL	74,44
Marin & Ltda. – MUXFELDT	74,24
Empresa Força e Luz Urussunga Ltda – EFLUL	72,41
Depto. Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas – DMEPC	71,63
Companhia Paulista de Energia Elétrica – CPEE	71,41
Centrais Elétricas de Carazinho S/A – ELETROCAR	68,76
Companhia Piratininga de Força e Luz - CPFL PIRATININGA	68,45
Companhia Sul Sergipana de Eletricidade – SULGIPE	68,41
Empresa Elétrica Bragantina – EEB	68,11

Fonte: ANEEL (2006a)

Tabela 2.3 – 10 Empresas com os Piores Índices IASC – 2005

Concessionária	IASC
Companhia Energética de Roraima – CER	44,10
Companhia Energética do Piauí – CEPISA	44,76
Companhia Energética do Maranhão – CEMAR	48,52
Manaus Energia S/A – MANAUS	48,67
Boa Vista Energia S/A – BOVESA	50,88
Centrais Elétricas do Pará S/A – CELPA	51,75
Companhia de Eletricidade do Acre – ELETROACRE	52,76
Centrais Elétricas Matogrossenses S/A – CEMAT	54,49
Companhia Energética do Amazonas – CEAM	54,63
Companhia Energética de Pernambuco – CELPE	55,63

Fonte: ANEEL (2006a)

2.4.4 Índice de Perdas Total de Energia Elétrica - IP

Segundo a Celpe (2005), o índice de perdas que a ANEEL considera é determinado pela relação entre as perdas de energia elétrica e a energia elétrica entregue ao consumidor cativo, segundo pode ser observado na equação 2.3. Contudo, algumas concessionárias, antes da ANEEL estabelecer tal índice, calculavam seu próprio índice baseando-se na relação entre as perdas de energia elétrica e o *quantum* de energia elétrica comprada, que nada mais é que a energia entregue aos consumidores cativos somada às perdas.

$$IP = \frac{\text{Perdas de Energia Elétrica}}{\text{Energia entregue ao consumidor cativo}} \quad (2.3)$$

2.5 TARIFA

2.5.1 Composição da Tarifa

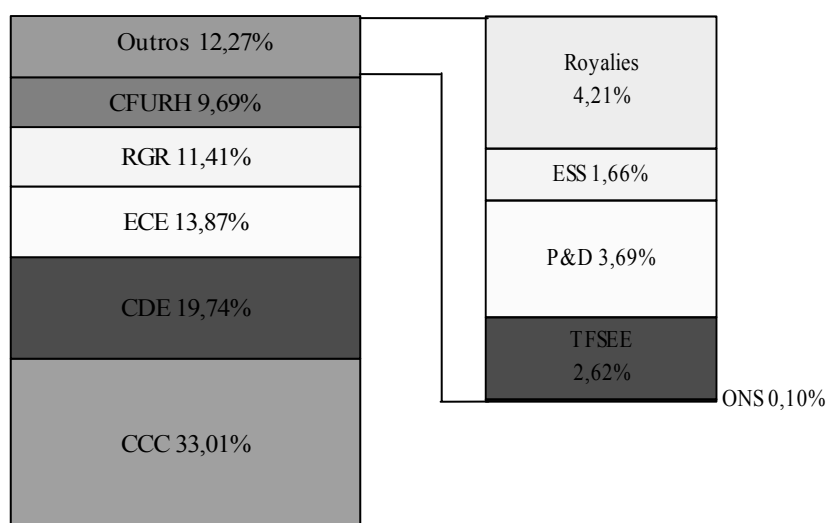
A tarifa de energia elétrica brasileira é uma das tarifas mais elevadas do mundo, principalmente devido aos tributos, uma vez que a carga tributária brasileira que incide sobre a tarifa de energia elétrica é também uma das maiores cargas mundiais (Cintra, 2007).

É possível separar a tarifa de energia elétrica em quatro partes: custos de geração, custos de distribuição, custos de transmissão e encargos mais tributos. Os encargos por sua vez, são divididos em:

1. Conta de Consumo de Combustíveis - CCC: tem o objetivo de subsidiar a geração térmica na Região Norte do País (sistemas isolados);
2. Conta de Desenvolvimento Energético - CDE: objetiva incentivar o desenvolvimento energético a partir das fontes alternativas: promover a universalização do serviço de energia e subsidiar as tarifas da subclasse residências – baixa renda;
3. Encargo de Capacidade Emergencial - ECE: serviu para pagar as usinas térmicas emergenciais que foram contratadas por ocasião do racionamento no ano de 2001;
4. Encargos de Serviços do Sistema - ESS: são utilizados para subsidiar a manutenção da confiabilidade e estabilidade do SIN;
5. Operador Nacional de Sistema - ONS: tem o objetivo de prover recursos para o funcionamento do ONS;
6. Pesquisa e Desenvolvimento em Eficiência Energética – P&D: tem como meta promover pesquisas científicas e tecnológicas relacionadas à eletricidade e ao uso de recursos naturais de forma sustentável;
7. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas - PROINFA: criado para subsidiar as fontes alternativas de energia;
8. Reserva Global de Reversão - RGR: tem o objetivo de indenizar ativos vinculados à concessão e fomentar a expansão do setor elétrico;
9. Royalties de Itaipu: serve para pagar a energia gerada de acordo com o tratado Brasil/Paraguai.
10. Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica - TFSEE: serve para prover recursos para o funcionamento da ANEEL;

A Figura 2.3 mostra a distribuição dos encargos para o ano de 2005. Percebe-se na figura que o encargo com maior participação na composição da tarifa foi o CCC, seguido do CDE. O PROINFA não contribuiu para o ano de 2005, e para o ONS, apesar de não ser visível no gráfico, foram destinados R\$ 10 milhões, o que equivale a aproximadamente 0,1% dos encargos. Segundo ANEEL (2006c), estima-se que a arrecadação dos encargos, presentes na tarifa da energia elétrica, foi superior a R\$ 10 bilhões no Brasil no ano de 2005.

Figura 2.3 – Distribuição dos Encargos pagos em 2005



Fonte: Elaborado pelo autor por meio dos dados obtidos em ANEEL (2006c)

Quanto aos impostos, sabe-se que a ANEEL publica o valor da tarifa livre de impostos. Com o valor da tarifa publicada, a concessionária efetua uma correção para passar o valor das tarifas para o valor com os impostos inclusos. Os tributos podem ser originados das três esferas, federal, estadual ou municipal:

1. Tributos federais: são tributos cobrados pela União com o objetivo de atender a programas sociais criados para o trabalhador. São dois os tributos nesse estrato: o Programa de Integração Social – PIS e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – CONFINS. Têm índices de 1,65% e 7,6%, respectivamente, sendo não-cumulativo.
2. Tributos estaduais: Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, que é regulamentado pelo código tributário de cada Estado. Em decorrência disso, as alíquotas variam de Estado para Estado. Em alguns casos, costuma-se isentar desse imposto algumas classes de clientes, tal isenção tem o intuito de reduzir o custo da

energia sobre eles. Tal “subsídio” é comumente concedido para consumidores considerados baixa renda.

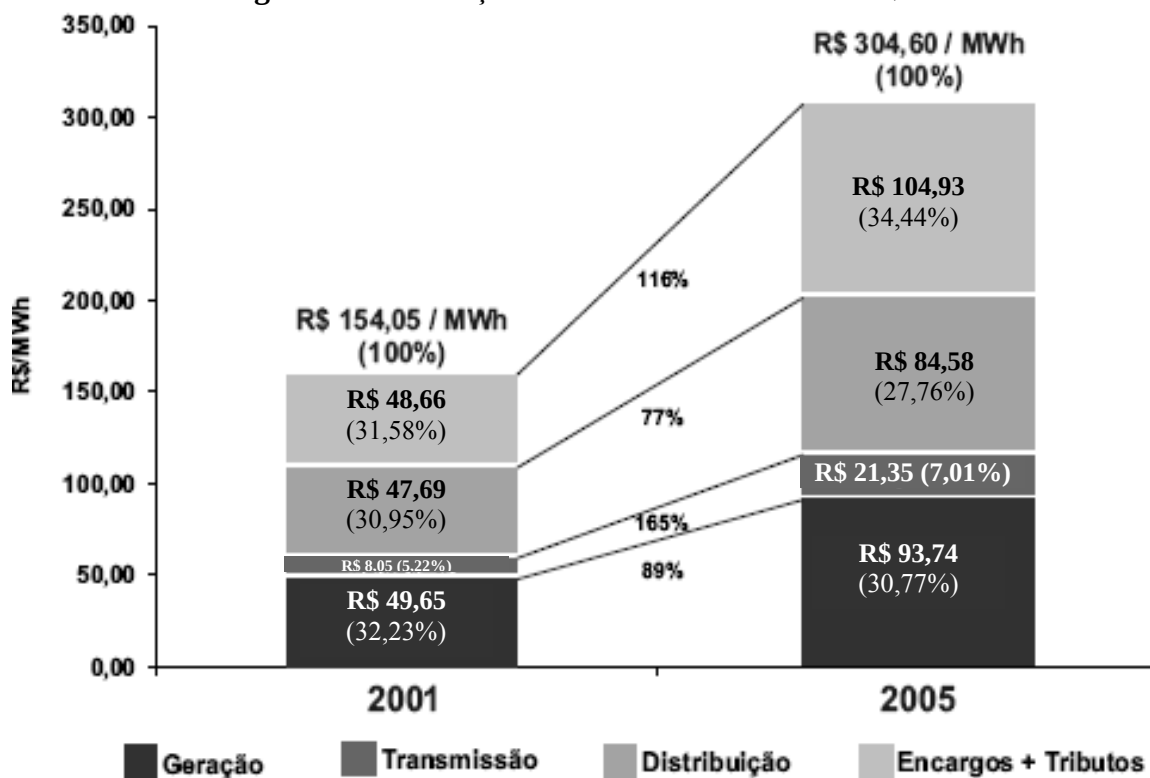
3. Tributos municipais: Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública – CID. De acordo com a Constituição Federal, artigo 149-A, esse é um tributo de competência dos municípios, que podem definir uma taxa de iluminação pública, e a concessionária simplesmente arrecada (ANEEL, 2006a)

Após a tarifa ser publicada, o valor cobrado ao consumidor segue a equação 2.4, cabendo salientar que no valor da tarifa publicada já estão inclusos os encargos.

$$\text{Valor Cobrado} = \frac{\text{Tarifa Publicada Pela ANEEL}}{1-(\text{PIS}+\text{COFINS}+\text{ICMS})} \quad (2.4)$$

Na Figura 2.4, observa-se que a tarifa média do Brasil saiu de um patamar de R\$ 154,05 / MWh em 2001 para um valor de R\$ 304,60 / MWh em 2005. Observa-se que o setor que mais cresceu foi o de transmissão⁵ (165%), seguido pelos encargos e tributos, que passaram a representar 34% da conta de luz. O setor de distribuição também cresceu, porém, nesse caso, o crescimento foi devido ao reajuste tarifário.

Figura 2.4 – Evolução da Tarifa Média no Brasil R\$/MWh



⁵ O aumento excessivo da parcela da tarifa referente à transmissão se deu por causa da forte expansão dos sistemas de transmissão nesse período.

2.5.2 Revisão Tarifária

A revisão tarifária tem a finalidade de tornar justa a tarifa cobrada ao consumidor, mas é imprescindível também que a tarifa permita à empresa operar com a qualidade esperada. Porém, o órgão regulador tem o interesse de incentivar novos investimentos para a melhoria do sistema, a eficiência e a qualidade dos serviços prestados pela concessionária.

Para entender o processo de revisão tarifária, é preciso entender que existem duas parcelas a serem consideradas para se definir a nova tarifa. A parcela “A” representa os custos não-gerenciáveis, ou seja, aqueles custos que independem da ação da concessionária. Nela, estão inclusos os encargos setoriais, a compra de energia e o custo de transmissão, que a empresa simplesmente repassa ao consumidor.

A parcela “B” representa os custos gerenciáveis, que são os custos operacionais, depreciação e os custos do capital.

Há também um fator chamado pela ANEEL de fator X, que tem o objetivo de compartilhar com o consumidor os ganhos de eficiência da empresa e de produtividade originados do crescimento do mercado. O fator X pode ser dividido em:

- X_a : Relativo ao ajuste de custos de materiais e mão-de-obra;
- X_c : desempenho em qualidade (é nesse componente que o IASC afeta o rendimento da empresa);
- X_e : representa o conceito de eficiência econômica e produtividade.

a) Reajuste Tarifário: ocorre todos os anos na data de aniversário da concessão, com exceção dos anos em que é feita a revisão periódica. Tem como finalidade o restabelecimento do poder de compra da receita da concessionária. Nesse reajuste, são atualizados os custos relativos à parcela A. Os custos da parcela B são corrigidos pelo IGP-M⁶ e pelo fator X, de acordo com a equação 2.5.

$$\text{Receita} = \text{Parcela A} + \text{Parcela B (IGPM- Fator X)} \quad (2.5)$$

b) Revisão Tarifária Periódica: Ocorre a cada quatro ou cinco anos e pode ser dividida em duas etapas. A primeira compreende o reajuste das parcelas A e B. A segunda etapa consiste em determinar o fator X que será utilizado para os reajustes anuais.

⁶ Índice Geral de Preços de Mercado, índice divulgado pela Fundação Getúlio Vargas.

Para a definição da parcela A, não há problema, uma vez que as informações dos gastos são públicas. Porém, para a definição da parcela B há uma assimetria de informação, pois a empresa conhece muito mais os custos gerenciáveis dela própria do que a ANEEL conhece. Logo, a empresa vai se mostrar de uma maneira que lhe proporcione uma maior rentabilidade.

Baseado no problema de “principal-agente”, a ANEEL criou uma empresa de referência para cada concessionária. Colocando esta empresa nas condições inerentes à concessionária em questão, o principal (ANEEL no caso do Brasil) terá as informações de que necessita para determinar os custos necessários para a determinação da parcela B. A nova tarifa obedecerá à equação 2.6.

$$\text{Tarifa} = \text{Parcela A} + \text{Parcela B} \quad (2.6)$$

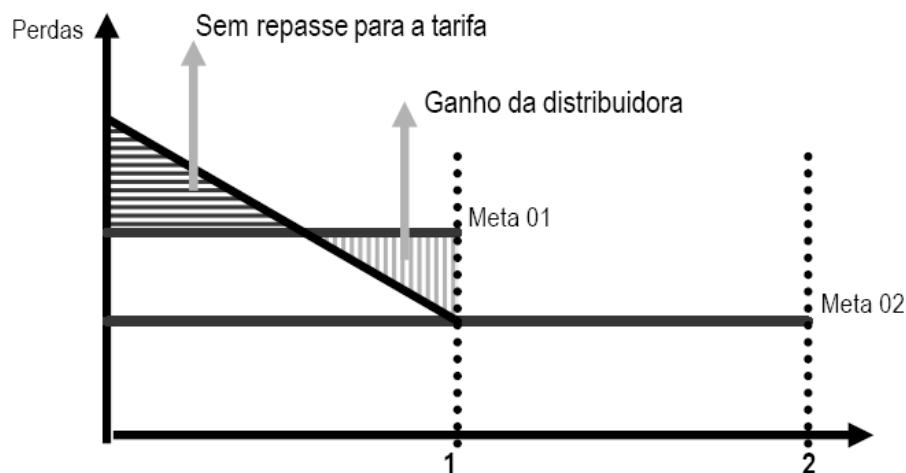
c) Revisão Tarifaria Extraordinária: Como o nome sugere, destina-se a atender casos excepcionais em que seja necessária uma intervenção fora do prazo.

2.5.3 Tratamento Regulatório das Perdas de Energia Elétrica

O valor das perdas comerciais é repassado na parcela A, mais especificamente no item compra de energia, pois uma parte da energia comprada é desperdiçada com as perdas técnicas e comerciais.

Atualmente, a ANEEL, preocupada com a eficiência das distribuidoras de energia elétrica, decidiu definir trajetórias de redução de perdas técnicas e comerciais. Isso porque a agência reguladora entende que as empresas têm capacidade de reduzir tais perdas por meio de programas específicos.

Desse modo, é definida uma trajetória de redução de perdas. Caso a empresa não consiga atingir a meta estabelecida para o ano em questão, ela arca com o que falta para atingir a meta, pois apenas o valor de referência é repassado ao consumidor. Caso a empresa reduza as perdas além da meta, ela é premiada pelo excedente. Desse modo, o cliente sempre vai arcar com a mesma quantidade de perdas, a que foi estabelecida pela ANEEL para aquele ano. A Figura 2.5 mostra graficamente a explicação: no eixo horizontal está a variável ano e no vertical, o nível de perdas.

Figura 2.5 – Trajetória de perdas das concessionárias

Fonte: ANEEL (2006b)

Como pode ser visto na Figura 2.5, caso a empresa chegue ao período 1 com as perdas à cima da meta estabelecida para o período, o excedente não é repassado no reajuste tarifário, e portanto, a concessionária é obrigada a pagar pela ineficiência. Caso a empresa consiga chegar com as perdas abaixo da meta, o consumidor é obrigado a premiar a empresa pela eficiência em excesso.

Dessa forma, apesar de haver uma assimetria de informações, a agência acredita que a empresa tem interesse em reduzir as perdas a patamares iguais à meta, para não arcar com o prejuízo e, na melhor das hipóteses, ela vai desejar reduzi-las além da meta para ser premiada pela eficiência.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é feita uma revisão da literatura sobre perdas de energia elétrica. No entanto, será dada uma ênfase maior às perdas comerciais, uma vez que, serão expostas algumas formas de reduzir as perdas e suas correlações com algumas variáveis socioeconômicas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS NO SISTEMA ELÉTRICO

Existem diversas formas de classificar as perdas de energia no sistema elétrico, Meffe (2001) define as seguintes formas possíveis:

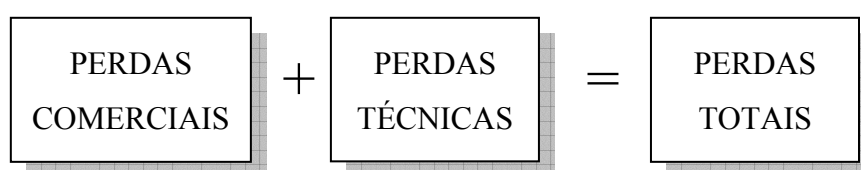
a. Quanto à natureza: essa classificação está associada à forma de se medir a perda em relação ao intervalo de tempo adotado. Pode-se analisar a perda instantânea ou a perda num intervalo de tempo:

- Perda de demanda: essa é a análise da perda num dado instante, que é definida como a diferença entre a demanda de entrada e a demanda de saída do sistema elétrico;
- Perda de energia: essa é a análise da perda num intervalo de tempo, que pode ser definida como a energia de entrada menos a energia de saída do sistema elétrico.

b. Quanto à origem: essa análise está associada ao fato que ocasionou a perda, podendo ocorrer por características técnicas ou não:

- Perdas técnicas: representam a perda de energia causada devido às características físicas e funcionais dos sistemas;
- Perdas não-técnicas (ou perdas comerciais): é a parcela da energia que foi usada pelo consumidor, mas que por algum motivo não foi faturada.
- Perdas totais: é a soma das perdas técnicas e não-técnicas.

Figura 3.1 – Diagrama das Perdas por Origem



FONTE: Elaborado pelo autor

c. Quanto à localização: essa classificação é baseada no estudo por local de ocorrência, podendo ser definida duas regiões:

- Perdas na transmissão: são as perdas que ocorrem na transmissão e geração;
- Perdas na distribuição: são as perdas que ocorrem no setor de distribuição;
- Perdas globais: somatório das perdas de transmissão e das perdas de distribuição.

d. Quanto ao segmento: admitindo que segmento seja o conjunto de componentes que desempenham a mesma função no sistema elétrico, tem-se vários segmentos. Por exemplo, o segmento medidor, que é o de todos os equipamentos utilizados para medição.

Este trabalho dará um enfoque maior à classificação quanto à origem, em decorrência do objeto principal de estudo ter intrínseca relação com as perdas comerciais.

3.2 PERDAS TÉCNICAS

As perdas técnicas ocorrem devido aos efeitos físicos dentro do sistema. Portanto, essas perdas são inerentes ao próprio sistema, à sua qualidade e à forma como ele está sendo usado. Dentre os efeitos físicos que afetam o SE, é possível destacar quatro:

- **Efeito Joule**: ocorre quando a corrente elétrica passa por um material e libera energia sob a forma de calor. Essa energia quando não é desejada, é considerada uma perda e é diretamente proporcional ao quadrado da corrente elétrica e ao comprimento do condutor, no entanto, é inversamente proporcional à área da seção transversal do elemento condutor. É principalmente devido ao efeito joule que as tensões são elevadas, reduzindo assim a corrente, para depois transmiti-la.
- **Perda por Histerese**: a perda de energia devido à histerese é uma característica dos sistemas em corrente alternada (os sistemas de distribuição, por exemplo), e ela ocorre em materiais magnéticos, como o núcleo dos transformadores. Esses materiais têm o que se chama de memória magnética, que é uma oposição em mudar de sentido magnético. Essa oposição ocasiona perdas de energia elétrica.
- **Correntes de Foucault**: é a corrente induzida em um condutor quando o fluxo magnético varia. Em alguns casos, como no transformador, essa corrente é indesejável no seu núcleo, fazendo liberar calor por efeito joule. Para reduzir tal efeito, o núcleo dos transformadores é laminado.
- **Efeito Corona**: ocorre pela formação de descargas em torno de um elemento energizado como consequência de solicitação dielétrica do ar, a gradientes

superiores que um valor máximo. Essas descargas liberam energia sob a forma de calor, luz e som, porém, na prática, tais perdas só são significativas para valores de tensões superiores a 138 kV (Luna, 2006).

3.3 PERDAS COMERCIAIS

As perdas comerciais podem ser definidas como a parcela da energia que foi consumida por determinadas unidades consumidoras, mas não foi faturada (Vieiralves, 2005). Ou seja, quando é subtraído do total de energia injetada no sistema o total de energia faturada têm-se as perdas totais. Assim, calculando-se as perdas técnicas e subtraindo-as das perdas totais, resta uma parcela de perdas que não são explicadas por características técnicas do sistema.

O motivo do surgimento dessas perdas é diverso, contudo só há dois grupos de agentes capazes de ocasioná-las: as concessionárias e os consumidores. Utilizando como referência a classificação feita por Smith (2004) e por Ibrahim (1999), pode-se extrair uma classificação para as formas em que os agentes ocasionam as perdas comerciais.

3.3.1 Perdas por ação do consumidor:

a. Fraude: É quando o consumidor tenta enganar a empresa. Uma maneira de fazer isso é adulterar o medidor com o intuito do mesmo apresentar uma medição abaixo do patamar consumido.

b. Desvio (Furto): Esse tipo de ação ocorre quando o consumidor desvia energia propriamente dita. Isso acontece de várias maneiras, uma delas é utilizar uma ligação que leve a energia para casa sem passar pelo medidor. Há diversas técnicas de desvio de energia elétrica, como por exemplo, algumas pessoas possuem equipamentos que têm um consumo alto e desviam a energia no ramal de ligação, antes do medidor, para alimentar esses equipamentos, enquanto que os demais permanecem alimentados por meio do medidor. Há outros consumidores que em determinados dias alimentam a casa por meio de uma ligação que não faz uso do medidor e nos demais dias, alimentam a residência por intermédio do medidor, reduzindo assim o consumo mensal.

c. Ligação de clandestinos: Ligação clandestina é toda a ligação que não é reconhecida pela concessionária. Um indivíduo pode não ter medição em sua casa por diversos motivos, entre eles, pode ocorrer o caso do domicílio não ter atendido às normas técnicas ou até mesmo, o caso em que na região onde o indivíduo mora não há rede elétrica próxima. Então,

para não ficar sem energia, este faz uma ligação ilegal até a sua casa, o que sai muito mais barato do que a concessionária fazendo, pois ele não se preocupa com os padrões e com a segurança das instalações. Em outros casos, o consumidor pode fazer uma ligação clandestina para atender uma pequena demanda, como uma máquina de caldo de cana, por exemplo.

d. Faturamento incorreto: É um caso de fraude. É caracterizado pelo fato do consumidor induzir o leiturista a se corromper, fazendo uma leitura equivocada da medição com o intuito de reduzir o consumo faturado. É importante lembrar que o leiturista pode cometer um erro de leitura sem a intenção. Nesse caso, é um faturamento incorreto também, porém, não ocorre por ação do consumidor.

3.3.2 Perdas por deficiência da concessionária

a. Problemas de Medição: O medidor pode parar de funcionar da maneira correta, faturando abaixo do esperado, ou durante a medição ele pode vir a falhar, ocasionando assim, perdas na estimativa. Há também os casos dos erros de leitura, já que em muitas das vezes as leituras são visuais, podendo o agente responsável cometer erros na aquisição dos dados.

b. Erros de Cadastro do Cliente: Caso a empresa não tenha os dados do cliente corretos, o leiturista pode não encontrar o domicílio e assim não faturar a conta de energia.

c. Faturamento Incorreto: Por diversos motivos, a fatura pode sair incorreta, desde um erro de leitura até um erro no sistema. Esses casos podem levar a um subfaturamento, reduzindo assim a arrecadação da concessionária.

d. Perdas Administrativas: Causados por erros na administração. Ocorre quando a empresa deixa de faturar algum cliente. Um exemplo disso é quando o responsável pela digitação dos dados de faturamento comete um erro ao passar a informação ou perde dados de alguns clientes, não podendo assim faturá-lo.

O trabalho vai tratar de todas as perdas comerciais devido à ação do consumidor, como furto de energia, e das perdas em face da deficiência da concessionária, como perdas administrativas.

Reis (2005) informa que, segundo a estimativa de algumas fontes, pode-se afirmar, para empresas com alto índice de perdas, que a quantidade de energia perdida pode ser dividida, quanto à origem, em 30% para perdas técnicas, 10% para as perdas administrativas e 60% devido ao furto de energia.

3.4 O COMBATE ÀS PERDAS TÉCNICAS

Neste item serão analisadas as formas de combate às perdas técnicas no âmbito das estratégias, deixando de fora as técnicas construtivas para reduzir tal tipo de perdas.

Strauch (2002) que desenvolveu uma metodologia para o cálculo mais preciso das perdas na distribuição, aplicando como estudo de caso a COELBA. Ele acredita que identificando o ponto onde ocorrem as perdas será mais fácil identificá-las e reduzir o seu nível.

Henriques et. al. (2001) utiliza algoritmos genéticos para reconfiguração ótima da rede de distribuição visando à redução das perdas técnicas, considerando também, o reforço da rede para não sobrecarregá-la por meio de cargas futuras.

Méffé (2001) desenvolve uma metodologia para o cálculo de perdas técnicas por segmento. Tal metodologia visa ter uma melhor informação a respeito das perdas técnicas e, assim, poder definir as melhores políticas para a redução das perdas. No mesmo trabalho, ele define uma faixa percentual de perdas por segmento, que pode ser vista na Tabela 3.1, onde se observa que o transformador de distribuição é um dos segmentos que acarreta mais perdas técnicas ao sistema.

Tabela 3.1 – Nível médio de perdas de energia em relação ao total de perdas técnicas

Segmento	Faixa Esperda (%)
Sistema de alta tensão	16-25
Subestação de distribuição	9-17
Rede primária	15-30
Transformadores de distribuição	15-55
Rede secundária	3-30
Ramais de ligação	0,5-6,0
Medidores de energia	3-7
Outros	5-11

Fonte: Meffé (2001)

De fato, três fatores determinam a quantidade de perdas no sistema elétrico:

a. Topologia: a forma como os transformadores, postes e linhas estão distribuídos ao longo do sistema.

b. Operação do Sistema: quando o sistema opera no nível de carga ideal, tendo como base a sua tensão, as perdas dos equipamentos são mínimas. Contudo, se o sistema trabalha sobrecarregado, a tendência é que ele tenha perdas maiores.

c. Qualidade do Sistema: os equipamentos tendem a ir se deteriorando com o passar do tempo ou até mesmo sendo superados por equipamentos mais novos que normalmente uma têm um rendimento maior, conseqüentemente, equipamentos antigos tendem a ter um rendimento menor.

3.5 A INFLUÊNCIA DAS PERDAS COMERCIAIS NAS PERDAS TÉCNICAS

Quando a empresa realiza o projeto de engenharia para a construção ou ampliação do sistema elétrico, entende-se que ela deve considerar a projeção de crescimento do mercado faturado de energia, tendo como meta principal o atendimento ao consumo presente e futuro. Entende-se que as perdas comerciais não fazem parte do projeto original. Logo, essas perdas podem levar os equipamentos a trabalharem sobrecarregados, o que reduz a eficiência deles e aumenta a quantidade de perdas técnicas (ANEEL, 2006b).

Como uma parcela das perdas técnicas ocorre por razão das perdas comerciais, é possível dividir as perdas técnicas em três categorias:

- Perdas Técnicas por Consumo Regular: são as ocorridas devido ao consumo faturado e, conseqüentemente, previsto;
- Perdas Técnicas por Consumo Irregular: são as ocorridas devido ao sobrecarregamento causado pelas perdas comerciais (não fazem parte do projeto);
- Perdas Técnicas Fio (totais): é o resultado da soma das perdas técnicas por consumo regular mais as perdas técnicas por consumo irregular.

No entanto, nesse trabalho, quando se falar em perdas técnicas, estar-se-á fazendo referência às perdas técnicas fio.

3.6 COMBATE ÀS PERDAS COMERCIAIS

3.6.1 Panorama Mundial

O problema das perdas comerciais é combatido em todo o mundo, uma “guerra” que envolve países independentemente de sua riqueza ou cultura.

As empresas de eletricidade da Inglaterra têm utilizado várias tecnologias para reduzir o furto de energia, como, por exemplo, a substituição dos tradicionais medidores eletromecânicos por eletrônicos. Também têm sido aplicados medidores pré-pagos, cuja utilização se dá por meio de um cartão de crédito ou de uma chave eletrônica de transferência de crédito. Porém, essa técnica apresentou várias formas de tentativa de fraude, como o uso de cartões falsificados, ou até mesmo a colocação de materiais elétricos no lugar da chave eletrônica (DICK e MACEY, 1999).

Tewari e Shah (2003) analisaram a política de implantação de medidores pré-pagos na África do Sul. Segundo os autores, o sistema traz benefícios para a concessionária, pois reduz o custo de leitura, de postagem das faturas e de corte de energia⁷ dos clientes inadimplentes. Para o cliente também é interessante, pois ele tem um maior controle sobre o seu consumo de energia, como também, o valor da tarifa é reduzido e não há o transtorno do corte e religação, caso a conta de energia não seja paga. Porém, segundo administradores da empresa, o custo dos medidores pré-pagos ainda é alto e não reduz de forma significativa o furto de energia.

Ghajar e Khalife (2003) propõem um processo de leitura automática de medição para os grandes consumidores e os considerados problemáticos (aqueles que já foram detectados em casos de furto). Com a análise de projetos de investimento, percebeu-se que para o caso do Líbano, que tem um índice de perdas de 50%, é viável a utilização de processo de leitura automático.

Apesar do surgimento de muitas tecnologias antifurto, muitas empresas usam a fiscalização para reprimir o furto de energia e, associado a ela, alguma técnica para direcionar os agentes de fiscalização.

Na Tailândia, a *Provincial Energy Authority of Thailand* – PEA é a empresa responsável pela transmissão e distribuição de energia para todo o país, com exceção de Bangladesh. Ela estabeleceu um protocolo de fiscalização de acordo com a categoria do cliente: para clientes acima de 69 kV, a propriedade é fiscalizada ao menos uma vez por ano. Para outros clientes, é feita a fiscalização por varredura⁸ ou baseando-se em dados históricos do cliente. Com esses tipos de fiscalização, a empresa conseguiu detectar entre outubro de 2000 e junho de 2001, para clientes abaixo de 12kV e acima ou igual à 12kV,

⁷ Entende-se por corte de energia o procedimento que a concessionária faz para suspender o fornecimento de energia elétrica.

⁸ É quando são investigados todos os estabelecimentos que atendem a um determinado critério, como segmento econômico. É importante observar que nesse tipo de fiscalização não há inicialmente nenhuma indicação de furto para o estabelecimento.

1.167 e 127 casos de infração, respectivamente. Dado que a empresa tinha 11.399.150 clientes, foram detectados cerca de 0,011% dos clientes como infratores, em aproximadamente oito meses (SURIYAMONGKOL, 2002).

No Paquistão, em 1998, o governo empregou 35.000 homens do exército para recuperar a energia e a água perdidas e, assim, frear o furto. Eles foram de casa em casa, sob a orientação da empresa responsável, checando adulteração no medidor, e só em 2003, o exército tinha descoberto 100.993 ocorrências de furto de energia e prendido ou penalizado 1.188 pessoas (Smith, 2004)

Na China, oficiais detectaram aproximadamente 10.000 casos de furto de energia durante uma fiscalização feita no ano de 1998 (World, 1998). A polícia britânica também está investigando os casos de furto de energia não só devido ao furto em si, mas também por acreditar haver uma conexão entre produtores de droga e furto de energia, pois para produzir a droga necessita-se de uma grande quantidade de energia (Energy, 2005).

3.6.2 No Brasil

O governo brasileiro também entrou na briga para combater o furto de energia elétrica por meio de fiscalização. Segundo Brasil (2005), o Rio de Janeiro iria treinar 200 policiais especialmente para fiscalizar o furto de energia, pois, segundo o secretário de Segurança Pública da época, *“quem furta energia não está roubando apenas da concessionária, e sim, da sociedade”* (BRASIL, 2005).

As empresas brasileiras também têm investido no combate ao furto, como é o caso da Escelsa, que investiu fortemente nos últimos anos para reduzir as perdas comerciais, dividindo o ataque em duas partes: (i) melhoria na tecnologia de medição e (ii) fiscalização. Para se ter uma idéia, no ano de 2005 foram feitas 258.573 inspeções do tipo varredura, ou se baseando em dados do cliente ou mediante denúncia. Com isso, conseguiu-se retirar 142.801 ligações clandestinas, reduzindo o índice de perdas comerciais de 5,6% para 5,1% nos meses subsequentes às ações (ESCELSA, 2006).

A Celpe aplicou um pacote de medidas com o intuito de reduzir as perdas comerciais. O pacote inclui: melhoria na tecnologia de medição, colocação de sistemas elétricos mais seguros contra o furto e fiscalização. A empresa, desde a sua privatização (no ano de 2000) realizou 727.505 inspeções, regularizando mais de 200.000 ligações ilegais. Entretanto, apesar de todas essas ações, não foram observadas reduções permanentes nos índices de perdas, principalmente devido à reincidência dos infratores (CELPE, 2005).

Como o custo da fiscalização é alto, uma vez que pessoas utilizadas no processo devem ser capacitadas tecnicamente e ainda devem receber um salário relativamente alto, para evitar a corrupção, é provável que a empresa utilize um processo de inteligência para tornar a fiscalização mais eficiente.

As técnicas para definir o direcionamento das fiscalizações são diversas. Entre elas, pode-se citar: a análise na variação do consumo, clientes com consumo zero, denúncia, varredura, etc. Porém, com a evolução da informática, surgiram métodos computacionais que podem melhorar a eficiência da fiscalização.

Patrício (2005), utilizando-se de informações estáticas ao longo do tempo e dinâmicas (em tempo real) de clientes considerados grandes (consumidores da classe A) para uma concessionária, aplicou a teoria de Rough Sets⁹ para a mineração dos dados, separando os clientes em anormais e normais. Os classificados na primeira categoria são os indicados para a inspeção. Com isso, atingiu-se uma taxa de acerto de 64,7% após a pré-seleção, o que foi considerado pelo autor como satisfatório. A sua justificativa para a aplicação da técnica é que sem um processo de inteligência o trabalho de fiscalização é oneroso e lento.

Calili (2005) partiu da idéia de que os modelos tradicionais de inteligência de fiscalização não são eficientes, pois não incorporam o fator sazonalidade na variação de consumo (o que eles fazem é simplesmente fiscalizar clientes que reduziram o consumo acima de um percentual). Com base nessa hipótese, ele aplicou técnicas de redes neurais a um banco de dados dos clientes da ELEKTRO, na cidade do Guarujá. Com o uso de técnicas de redes neurais, separou os clientes em grupos e por meio de Lógica Fuzzy, tentou detectar quais grupos poderiam ser classificados em adimplentes, inadimplentes ou fraudadores. Com essa técnica, ele conseguiu detectar 68,2% dos fraudulentos nos grupos de maior incidência de fraude.

Empresas brasileiras têm utilizado também tecnologias antifurto para combater as perdas comerciais. Nesse sentido, Reis (2005) faz um estudo de caso sobre a aplicação de um processo de leitura automática, chamado concentrador, em uma determinada região da empresa Ampla. Esse equipamento tem a capacidade de fazer leituras do cliente em tempo real e fazer o corte e religação de energia elétrica através de simples comando do operador.

⁹ A Teoria de Rough Sets foi introduzida por Zdzizlaw Pawlak em 1982, essa teoria possui propriedades que permitem eliminar as variáveis ou os atributos irrelevantes para a tomada de decisão de um conjunto de informações disponíveis em um banco de dados. Além disso, proporciona também uma facilidade na classificação de objetos. Essas características se devem a sua fundamentação matemática que permite a descoberta de padrões ocultos na base de dados (PATRÍCIO, 2005).

Além da instalação do equipamento, a empresa tomou outras ações, como legalizar clientes que estavam clandestinos e mudar a estrutura da rede (elevando as redes de tensões mais baixas para dificultar o acesso dos clientes).

Ele observou uma redução inicial nas perdas comerciais, porém com o passar do tempo as perdas voltaram a crescer. O autor acredita que tal fato ocorreu porque os clientes se acostumaram com a nova tecnologia e descobriram novas formas de furtar energia. Contudo, o autor acredita que a empresa ganhou em dois aspectos: o primeiro é que a empresa conseguiu identificar um conjunto de clientes fraudadores, e o outro é que reduziu o custo do uso de leituristas.

Algumas pessoas discordam quanto ao fato de deixar de usar os leituristas constituir um bom aspecto. De acordo com eles, apesar de o uso destes ocasionar erros de leitura, é possível usá-los para fiscalizar as casas, pois eles passam por todas as casas. Logo, recebendo um treinamento específico, podem olhá-las e averiguar alguma fraude visível.

A Celpe costuma utilizar-se dos leituristas como “fiscalizador”, premiando os que conseguem fornecer indicações com um maior índice de acertos (CELPE, 2005). O processo funciona da seguinte forma: o leiturista, ao ver alguma irregularidade, faz a denúncia à empresa e esta, por sua vez, prioriza a informação dos seus leituristas em relação a outras denúncias, como as anônimas. A equipe de fiscalização vai ao imóvel e, caso encontre a irregularidade, essa informação fica arquivada e, após, a corporação premia os leituristas que fizeram mais denúncias com acerto.

3.7 AS PERDAS COMERCIAIS E AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS

3.7.1 Violência e Perdas Comerciais

A violência é um dos fatores sempre comentados na literatura como associado ao problema das perdas comerciais. Isso porque as cidades que têm os maiores índices de perdas são também aquelas que têm os maiores índices de violência. Em cidades como o Rio de Janeiro, os agentes muitas vezes são impedidos de fiscalizar determinadas regiões pelo crime organizado daquela região (Calili, 2005).

A ANEEL reconhece que existem áreas onde há a impossibilidade de repressão ao furto de energia elétrica e recomenda nessas áreas a aplicação de políticas socioeconômicas para reprimir o furto de energia (ANEEL, 2006b).

Com o intuito de corrigir essa deficiência, muitas empresas de energia têm feito convênios com a Secretaria de Segurança Pública do Estado ao qual pertencem para poder fiscalizar determinadas regiões por meio da autoridade policial. A CELTINS, por exemplo, firmou esse convênio, em que a secretaria disponibiliza agentes, escrivães e delegado para atuarem numa delegacia especializada no combate ao furto de água e energia (Hermínio, 2006).

Outro problema, além da dificuldade de fiscalização, segundo Coelho (2004), é que o alto índice de violência leva as autoridades policiais a relevarem o furto de energia diante de outros crimes “mais importantes”, como homicídios, assaltos à mão armada, seqüestros relâmpagos, etc.

3.7.2 Cultura e Perdas Comerciais

Algumas concessionárias têm feito campanhas educativas tentando conscientizar os clientes a respeito dos malefícios do furto e criar um canal de comunicação maior com os clientes.

Bassaikhan et. al. (2003) afirma que é necessária uma constante comunicação com o público, com o intuito de influenciar o comportamento do consumidor. Uma das formas de se comunicar com o cliente é por meio de propagandas usando meios de informações.

Vieirals (2005) entende que o baixo nível educacional da população influencia na cultura do desperdício e do furto de energia. Isso porque, segundo ele, o nível de consumo médio mensal por habitante da região que ele analisou (cidade de Manaus) é muito alto em relação à média nacional, o que indica um desperdício muito grande de energia por parte da população. Entretanto, como uma parte da população não tem como pagar pelo que consome, alguns indivíduos preferem furtar energia a reduzir o consumo. Esse ciclo vicioso, desperdício, consumo alto e furto, o autor credita principalmente ao baixo nível educacional.

3.7.3 Renda, Tarifa e as Perdas Comercias.

Segundo Cintra (2007), a tarifa de energia elétrica no Brasil supera a de muitos países, inclusive países como Reino Unido, Espanha, França, Suécia e Estados Unidos, cuja maior parte da geração é térmica, diferentemente do Brasil, que é hidráulica. Ou seja, apesar de ter uma forma de energia mais barata, cobra mais caro. Uma justificativa para isso é a alta carga tributária brasileira, que chega a corresponder a 34% da tarifa de energia elétrica (vide Figura 2.4)

Os governos de alguns Estados tentam atenuar o impacto da tarifa no orçamento do consumidor mediante uma política de redução da alíquota de ICMS sobre a tarifa de energia, para algumas classes de consumidores. Em alguns casos, aplicam a isenção total sobre uma determinada classe, como no caso de Pernambuco onde, segundo Moreira (2007), os consumidores de baixa renda (que possuem um consumo médio mensal de até 220 kWh) são isentos de ICMS.

Costa (2005) afirma que os aumentos exagerados das tarifas comerciais e residenciais contribuíram para a elevação do nível de furto de energia e inadimplência, aumentando assim o nível das perdas comerciais, principalmente nas empresas menos eficientes.

Existe uma correlação entre perdas e tarifa, provavelmente. Porém, essa correlação pode não ser por causa da influência da tarifa nas perdas, e sim o contrário, pois na tarifa de energia elétrica normalmente estão incluídos os custos total ou parcial com as perdas, inclusive no Brasil.

Fankhauser e Tepic (2006) analisaram vários países em transição e perceberam que na média o custo da água, energia e aquecimento não ocupam mais do que 4% do orçamento familiar. Contudo, para as famílias consideradas mais pobres, apenas o peso da eletricidade no orçamento chega a ser de mais de 10% da renda familiar. O autor acredita que uma política melhor de tarifa poderia, inclusive, reduzir a inadimplência.

A questão não é o valor da tarifa, e sim o seu impacto na renda. Sabe-se que no Brasil as tarifas de energia variam de Estado para Estado, de acordo com as características das concessionárias e os impostos da região a qual pertencem. No entanto, se for analisada as tarifas médias por região percebe-se que não há uma diferença muito grande entre as regiões brasileiras, conforme pode ser visto na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Tarifa Média por região para o ano de 2007

Região	Tarifa Média R\$/MWh
CO	261,50
NE	249,26
N	263,45
SE	265,55
S	221,64
Brasil	254,08

Fonte: ANEEL (2007)

Ao analisar a renda per capita por região, percebe-se então uma grande diferença de uma região para outra, conforme pode ser visto na Tabela 3.3. Portanto, é interessante analisar a renda per capita na região onde a concessionária está inserida. Observa-se na Tabela 3.4 que se for dividida a tarifa média pelo PIB per capita a heterogeneidade entre as regiões permanece.

Tabela 3.3 - Renda per Capita para o ano de 2004
deflacionado para o ano de 2000

Região	PIB per capita R\$ (mil)
CO	7,06
NE	3,35
N	4,41
SE	8,52
S	8,21

Fonte: IPEA (2004)

A Tabela 3.4 mostra a relação entre a tarifa média no ano de 2007 e o PIB per capita no ano de 2004, é importante destacar que o PIB está deflacionado para valores de 2000 e a tarifa média está com valores de 2007. Percebe-se que a diferença da relação da tarifa média por renda per capita entre o Sudeste e o Nordeste é de mais de 100%, enquanto que do Sudeste com o Sul e de 16,5%. O que mostra que realmente a tarifa média de energia elétrica afeta de forma diferente a renda, entre regiões.

Tabela 3.4 – Tarifa Média por Renda per Capita

Região	Tarifa Média (R\$/MWh) PIB per Capita(R\$ (mil))
CO	37,04
NE	74,41
N	59,74
SE	31,17
S	26,00

Fonte: elaborado pelo autor por meio dos dados obtidos na Tabela 3.2 e na Tabela 3.3

3.8 AS PERDAS COMERCIAIS E A ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA

Ibrahim (1999) considera que é possível a redução das perdas de energia no sistema elétrico por meio de um plano de redução de perdas. Ele estabelece uma classificação para as empresas de acordo com o nível de perdas, onde as empresas com os menores índices de perdas são consideradas corporações com excelente organização, e as empresas com os piores índices são chamadas de empresas com organização deficiente.

Costa (2005) analisou a empresa Ampla e percebeu que a falha nos sistemas de informação da empresa e a falta de alinhamento entre os diversos setores prejudicaram a adoção de estratégias que pudessem combater o furto de energia. Além disso, o autor detectou uma série de dados inconsistentes que impossibilitaram a tomada de decisão. Com isso, ele concluiu que a maturidade do modelo de gestão contribui para a redução das perdas, desde que sejam considerados os fatores socioeconômicos em que a empresa está inserida.

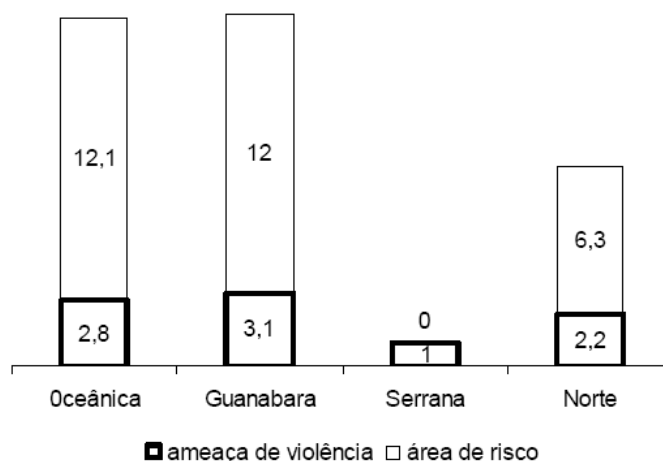
A ANEEL (2006b) acredita que algumas empresas distribuidoras, caso tivessem uma melhor gestão, poderiam reduzir as perdas comerciais. Espera-se, portanto, uma correlação negativa entre o nível de organização da empresa e as perdas comerciais de energia.

3.9 AS PERDAS COMERCIAIS E A INADIMPLÊNCIA

Alguns autores afirmam haver uma correlação entre furto de energia e inadimplência. A CELPE, por exemplo, constatou que com a redução do furto de energia, devido às ações de combate, houve um aumento da inadimplência na sua área de concessão (CELPE, 2005).

A FGV juntamente com a UFF analisou o caso da empresa Ampla no documento FGV/UFF (2003), e constatou haver uma complementaridade entre o furto de energia e a inadimplência. A justificativa para isso é que quando o cliente é flagrado furtando ele tem sua ligação regularizada e recebe uma multa parcelada devido ao furto. Contudo, muitas vezes o mesmo não consegue pagar a energia, tornando-se inadimplente. Logo, a redução do furto de energia pode levar a um aumento da inadimplência.

A instituição acredita que um dos fatores que influenciam as perdas de energia e a inadimplência é a violência: muitas das emissões de cortes de clientes não podem ser feitas devido a impedimentos por ser uma área de risco ou ter sofrido ameaças de violência, como pode ser observado na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Percentual de mandados de cortes não efetuados devido à violência

Fonte: FGV/UFF (2003).

Ela ainda fez uma análise de correlação entre a dívida média dos municípios e as seguintes variáveis socioeconômicas: óbitos por agressão, proporção de domicílios em favelas, taxa de urbanização, proporção de domicílios com rede geral de água e proporção de domicílios com rede geral de esgoto. Conforme pode ser observado na tabela 3.5. Há um nível de significância da variável taxa de homicídio e taxa de urbanização, mostrando que a inadimplência depende também de ações estaduais no intuito de reduzir o nível de violência.

Tabela 3.5 – Correlação de variáveis socioeconômicas com dívida média do cliente

Variáveis	Correlação	Sig.
Óbitos por agressão (100.000 habitantes)	0,52	0,00
Proporção de domicílios em favela	0,11	0,47
Taxa de Urbanização (2000)	0,37	0,00
Proporção de domicílios com rede geral de água	-0,10	0,41
Proporção de domicílios com rede geral de esgoto	-0,09	0,48

Fonte: FGV/UFF (2003)

3.10 MODELOS QUE ANALISAM O IMPACTO SOCIOECONÔMICO NO FURTO DE ENERGIA

3.10.1 O modelo de Gümüşdere (2004) – O caso da Turquia

Gümüşdere (2004) analisou as perdas totais de energia elétrica na Turquia e identificou uma grande heterogeneidade nos índices de perdas entre as províncias. Constatou também que as perdas totais de energia representam 20% do custo da

eletricidade. Então, ele resolveu analisar quais fatores influenciam as perdas e o furto de energia para depois definir uma política de tarifas diferenciadas.

O modelo utilizou a técnica de dados de painel, para o período de 1994-2001, onde os dados foram agregados por províncias no tempo. Como havia variáveis que só existiam para o ano de 2000, o autor fez uma regressão, à parte, utilizando-se de todas as variáveis, incluindo as que só tinham dados para o ano de 2000, com a técnica *Ordered Least Square* - OLS. Portanto, há duas regressões a se analisar.

Como variável dependente, o autor considerou duas possibilidades: perdas per capita ou perdas divididas pelo consumo de energia. Contudo, na análise observou-se que a segunda como variável dependente trazia melhores resultados.

Como variáveis independentes, foram utilizadas 33 variáveis, que podem ser divididas em 5 grupos:

- Variáveis socioeconômicas;
 - Renda per capita;
 - Participação da agricultura no PIB;
 - Percentual do consumo de energia elétrica residencial;
 - Percentual do consumo de energia elétrica industrial;
 - Percentual de depósito bancário: é a relação entre a quantidade de depósito bancário e o PIB da região;
 - Relação entre o número de empregados formais e a população total;
 - Percentual de votos da província no partido que está no poder (Hadeq);
 - Percentual da população rural;
 - Percentual da população com escolaridade técnica em relação à população total;
- Variáveis refletindo a capacidade de arrecadação do Estado e qualidade do Estado e das autoridades:
 - Gasto público per capita;
 - Relação entre a receita dos impostos e a o total de impostos que poderiam ser arrecadados;

- Relação entre a receita dos impostos e o PIB;
- Percentual de ruas asfaltadas;
- Percentual de vilas com água potável;
- Homicídios per capita;
- Casos de ferimentos per capita;
- Seqüestros per capita;
- Casos de roubo per capita;
- Casos de furto em geral per capita;
- Casos de furto de automóvel per capita.
- Variáveis que mostram a qualidade administrativa
 - Investimento por cliente;
 - Despesa média com funcionários;
 - Número de funcionários por clientes;
 - Preço médio cobrado do consumidor;
 - *Dummy*, que informa 0 para empresas privatizadas e 1 para não-privatizadas.
- Variáveis Físicas (*representam as perdas técnicas*):
 - Relação entre a energia média utilizado e a soma da capacidade de todos os transformadores;
 - Relação entre a extensão total das linhas de baixa tensão e a quantidade de clientes.
- Variáveis Dummy:
 - *Dummx*: onde x varia de 1994 a 2001, para representar cada ano;

Como resultado, foi encontrado que a posição política das pessoas da região afeta o furto de energia, ou seja, regiões que têm uma grande oposição tendem a ter um índice de furto maior de energia, isso porque a variável que indicava o percentual de votos no partido que está no poder mostrou-se significativa. O autor também chegou à conclusão de que não é interessante subsidiar programas sociais que visem melhorar a qualidade de vida da

população, pois não foi detectada uma correlação positiva entre pobreza e perdas de energia, pelo contrário, foi detectado que o furto de energia em áreas mais ricas, ou seja, que tem um PIB per capita maior, impactam mais as perdas totais. Outro fator importante detectado é que os percentuais de consumidores residenciais influenciam positivamente as perdas totais, porém o autor não conclui se tal fato ocorre devido ao furto de energia nas regiões residenciais, ou devido às perdas técnicas causadas pelo fato de se ter um sistema elétrico menos denso nas áreas residenciais do que em áreas industriais o que provocaria um índice de perdas maior.

As duas variáveis físicas foram significativas, o que indica que a topologia do sistema e a forma como ele está sendo utilizado influenciam nas perdas técnicas, com isso o autor concluiu que as empresas são responsáveis por uma parcela das perdas de energia elétrica, no entanto, o Estado também é responsável visto que há variáveis socioeconômicas e políticas associadas às perdas de energia elétrica.

Feitas as estimações com a amostra completa, separou-se a amostra em dois grupos: o das empresas com índice de perdas superior a 30% e as com índice de perdas inferior. Ao fazer a regressão com os dois conjuntos em separado, percebeu-se que as regiões que tinham índice de perdas elevado se comportavam de maneira diferenciada em relação às com índice de perdas inferior.

De modo que, no primeiro grupo - alto índice de perdas - os fatores que mais influenciam não são variáveis socioeconômicas e sim a posição política da população e a variável que indica a sobrecarga do sistema. Nesse caso, essa variável indica que o alto índice de perdas comerciais afeta as perdas técnicas visto que o sistema é projetado considerando a energia faturada mais as perdas técnicas, logo uma parcela em excesso de energia furtada pode sobrecarregar o sistema.

Dos modelos testados para aplicar a técnica de dados em painel o que mostrou melhores resultados foi o *Feasibly Generalized Least Square* - FGLS. Destaca-se também que depois de feitos todos os testes, no caso da Turquia, o autor não encontrou significância entre perdas de energia e nível de violência.

3.10.2 O Modelo de FGV/UFF (2003) – O caso da Ampla

No documento FGV/UFF (2003) foi analisado o caso da Ampla que no ano de 2002 tinha uma área de concessão que equivalia a 73,3 % da área do Estado do Rio de Janeiro. Possuía aproximadamente seis milhões de clientes espalhados entre 66 municípios,

divididos em quatro regionais: Oceânica, Guanabara, Serrana e Norte, sendo que 89,3% dos consumidores eram residenciais.

O índice de perdas da Ampla na época era 23%, o que equivalia para a empresa um valor estimado em R\$ 40 milhões de perdas ao ano, em valores da época (ano de 2003). O resultado estava acima da média nacional para as distribuidoras, que era de 15%. Das quatro regionais, as que apresentavam maiores índices eram as de maiores complexidades urbanas e com altos índices de violência.

Como não se tinha informação suficiente para ser feita uma análise individual, para assim, poder definir se há uma correlação entre perdas e os valores e cultura da população, o trabalho procurou escolher duas regiões carentes. Foram escolhidas duas regiões de favelas, uma na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e outra no interior.

Escolhidas as duas regiões, as informações de perdas foram obtidas dos transformadores das regiões e os dados das variáveis socioeconômicas coletados do IBGE. Para o cálculo da regressão, utilizou-se como variável dependente o índice de perdas e como independentes algumas variáveis socioeconômicas. A equação 3.1 foi utilizada para aplicação do Método de Análise Multivariada OLS. Os resultados podem ser visto na Tabela 3.6

$$\text{Perda Comercial} = \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{renda} + \beta_3 \cdot \text{escolaridade} + \beta_4 \cdot \text{domicilio} + \beta_5 \cdot \text{localidade} + \mu \quad (3.1)$$

Tabela 3.6 – Resultado da Regressão, tendo como variável dependente índice de perdas

Variáveis	Correlação	Sig.
Média do rendimento nominal mensal dos chefes de domicílio	0,09	0,29
Média do número de anos de estudo dos chefes de domicílio	-0,44	0,00
Média do número de moradores por domicílio	0,03	0,67
Localidade (Jardim Catarina = 0)	-0,56	0,00

R² ajustado = 0,236
Fonte: FGV/UFF (2003)

A regressão encontrou uma correlação significativa entre furto de energia e localidade e pelo valor indicava que as regiões do interior influenciavam negativamente o índice de perdas. Acredita-se que tal fato se deve aos valores socioculturais intrínsecos de cada região. A outra variável dependente, anos de estudo, que tem uma correlação negativa também com a variável dependente, mostra que, quanto mais anos de estudo, menores os índices de perdas. Não foi encontrada significância entre furto de energia e a renda domiciliar per capita.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou identificar quais fatores socioeconômicos estão associados às perdas comerciais de energia elétrica, para então definir a melhor política de combate às perdas comerciais de energia elétrica e quais agentes são os mais adequados a aplicá-la. Isso porque a tarifa de energia elétrica brasileira está entre as mais caras do mundo e um dos componentes responsáveis pela alta tarifa são as perdas de energia elétrica.

A ANEEL tem se preocupado em garantir a modicidade tarifária, prova disso, é que a agência estabeleceu metas de redução de perdas de energia elétrica para as concessionárias. Muitos países, como a Turquia, Paquistão, Líbano e Inglaterra, também têm se preocupado com o furto de energia – parcela das perdas de energia –. E para reduzir o furto, eles têm utilizado diversas tecnologias como o uso de medidores pré-pagos e processos de leituras automáticas. No entanto, uma das técnicas mais utilizada pelas empresas no combate ao furto de energia, tanto no Brasil quanto no Mundo, é a fiscalização.

Deve-se saber que técnicas coercitivas, como a fiscalização, têm problemas associados a sua aplicação, como a reincidência do delito (Reis, 2005), ou a forte correlação negativa existente entre furto de energia e inadimplência, quando um aumenta o outro diminui (FGF/UFF, 2003).

O uso de novas tecnologias, como estruturas de redes diferenciadas ou processos de leituras automáticas, reduzem o furto de energia em curto prazo. Porém, no longo prazo, o agente infrator se acostuma com a nova tecnologia e descobre novas formas de praticar o delito.

Além das possibilidades técnicas para se inibir o furto de energia, existe ainda a possibilidade de adoção de políticas socioeconômicas com esse intuito. Nesse sentido, foram desenvolvidos dois modelos para analisar as variáveis socioeconômicas associadas às perdas de energia elétrica.

A análise dos resultados mostrou que existe uma correlação entre as perdas de energia e a violência, caracterizada pela taxa de homicídios por grupo de 100.000 habitantes, o que condiz com Coelho (2004). Portanto, as concessionárias estão corretas em afirmar que a violência influencia no furto de energia elétrica, e esse fato pode estar associado ao sentimento de impunidade que surge na população residente em áreas violentas, devido às dificuldades de fiscalização encontradas em tais regiões.

Apesar de existirem apenas dois tipos de agentes capazes de ocasionar as perdas comerciais: clientes e concessionárias, o governo surge como um dos responsáveis pelas perdas, isso porque, na análise entre países constatou-se que a capacidade de um país em definir e aplicar políticas, bem como a qualidade de seus representantes, influencia no índice de perdas totais.

Isso é evidente quando se percebe que uma boa parte da tarifa é destinada a pagar encargos e tributos (aproximadamente 36% no caso do Brasil), logo em toda a energia que é furtada o governo perde em arrecadação, portanto ele tem o interesse em reduzir o furto de energia e só não atinge tal objetivo devido à sua ineficácia ou ao seu descaso.

As empresas também são responsáveis pelas perdas comerciais, conforme foi constatado na análise do modelo entre as empresas, portanto à medida que determinadas empresas aumentem a sua eficiência organizacional, provavelmente, conseguirão reduzir o seu índice perdas de energia elétrica, conforme afirma ANEEL (2006b).

O uso de propagandas para aumentar o custo moral das pessoas com relação ao furto de energia, também pode ser uma política eficiente, porque a análise indicou que a cultura do povo rural inibe o furto, isso possivelmente pode estar associado ao custo moral de ser detectado e sofrer um constrangimento público diante dos vizinhos e amigos.

O fato de repassar o custo das perdas ao consumidor pode ser um agravante para o aumento das perdas de energia elétrica, tendo em vista que, a análise de resultados constatou que a renda per capita influencia no índice de perdas. Isso pode significar que algumas pessoas praticam o ato de furtar a energia para atenuar o peso da fatura de energia no orçamento. Portanto, quando se aumenta a tarifa de energia mais pessoas podem praticar o delito devido a este motivo.

Por outro lado, o fato de o cliente honesto não ter culpa quanto ao furto de energia não o isenta de pagar pelo furto. Isso porque o cliente ao pagar pelo furto, sente-se mais estimulado a denunciar agentes fraudadores com o intuito de reduzir a sua tarifa, conforme afirma Lima (2005).

É possível, então, a redução das perdas comerciais, mediante uma política de estímulo às empresas a se tornarem mais eficientes, o que já é feito no Brasil pela ANEEL, estímulo ao uso de campanhas educativas nas escolas, na mídia e nas comunidades, bem como, subsídio a programas sociais que visem reduzir o nível de violência e melhorar a qualidade de vida da população.

Apesar dos resultados encontrados se mostrarem estatisticamente suficientes para balizar o desenvolvimento de uma política de redução de perdas, algumas considerações devem ser feitas. Primeiro, devido à escassez de dados, faltou analisar melhor a questão de como a penalidade sobre o cliente infrator afeta o furto de energia. Além disso, o fato de não ter conseguido analisar o índice de perdas comerciais isoladamente, levou a dificuldades de análise nas variáveis independentes, como no caso do Grau de Ruralidade, que inicialmente era uma *proxy* para as perdas técnicas, mas após os resultados percebeu-se estar associado também as perdas comerciais, outra variável de difícil análise foi a DEC que está associada ao nível organizacional da empresa, mas também, está associada a qualidade técnica dos equipamentos, isto porque, a DEC depende do número de falhas e do tempo que durou cada falha.

Para uma melhor análise dos impactos das variáveis socioeconômicas sobre as perdas comerciais de energia é importante fazer um estudo menos agregado, talvez uma análise por bairros, para identificar se o nível de renda per capita, o nível de violência da região, a escolaridade e outras variáveis socioeconômicas influenciam o furto de energia, mas para isso ocorrer é necessário uma parceria com as concessionárias distribuidoras de energia elétrica.

Dado que existe um custo para se reduzir o furto de energia elétrica, de modo que é possível definir um nível “aceitável” de furto de energia elétrica – situação em que o custo marginal do investimento no combate ao furto é igual à receita marginal recuperada -, sugere-se para trabalhos posteriores o estudo da aplicação de benefícios e penalidades aos indivíduos, bem como, do investimento em fiscalização, com o intuito de definir qual o nível aceitável de furto de energia elétrica de cada concessionária e assim estabelecer as metas de redução de perdas de energia elétrica, garantindo a modicidade tarifária à população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL. Resolução nº 456, de 29 de novembro de 2000a. *Condições gerais de Fornecimento de Energia Elétrica*.
- _____. Resolução nº 24, de 27 de janeiro de 2000b. *Estabelece as condições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica às distribuidoras*.
- _____. *Agenda de Desafios 2006-2008*. Brasília, 2005.
- _____. *Atlas Nacional de Energia Elétrica*. Brasília, 2005b.
- _____. *Relatório geral IASC – 2005*. Brasília, 2006a.
- _____. Nota técnica 26/2006 de 23 de maio de 2006. *Tratamento regulatório das perdas de energia nas tarifas dos sistemas de distribuição de energia elétrica*. Nota técnica 26/2006 de 23 de maio de 2006b.
- _____. *Por dentro da conta de luz: informações de utilidade pública*. Recife, 2006c.
- _____. *Tarifas médias por classes de consumo regional e Brasil (R\$/MWh)*. Brasília, 2007.
- Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=98>>. Último acesso em: 10 de set. de 2007.
- BALTAGI, H. Badi. *Econometric Analysis of Panel Data*. Ontário: John Wiley & Sons. 2001
- BASSAIKHAN, D., et. al. Commercial losses of UB Electric distribution network shareholdin company and their reducing. *Proceedings of the 7th Korea-Russia International Symposium*. KORUS, 2003.
- BRASIL, Cristina Indio do. Rio treinará policiais para combater furto de energia elétrica. *Agência Brasil*, 17 de julho de 2005. Disponível em: <<http://www.radiobras.gov.br/materia.phtml?materia=232614&editoria=NA>>. Acesso em: 30/07/2007.

- CALILI, Rodrigo Flora. *Desenvolvimento de sistema para detecção de perdas comerciais em redes de distribuição de energia elétrica*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005. 157p.
- CELPE. *Contribuição da CELPE sobre a proposta da ANEEL de revisão tarifária periódica disponibilizada para audiência pública nº 003/2005*. Recife, 2005.
- CERQUEIRA, Daniel e LOBÃO, Waldir Determinantes da criminalidade: arcabouços teóricos e resultados empíricos. *IPEA*, 2004.
- CINTRA, Marcos. Energia e telefonia: tributos e chiados. *Conjuntura Econômica*. V. 61, n.4. Abril, 2007.
- COÊLHO, Jorge Luiz Moreira. *Até que ponto as variáveis socioeconômicas, culturais e de impunidade contribuem, direta ou indiretamente, para a prática de processos irregulares (furto de energia), gerando perdas comerciais de energia elétrica*. Monografia (Especialização em Gestão de Negócios do Programa MBA do Departamento de Administração), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.
- COSTA, Artur Fernando de Souza. *A maturidade do modelo de gestão para redução dos níveis de perdas comerciais: o caso de uma distribuidora de energia elétrica*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em sistemas de gestão), Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2005.
- DICK, A. J. e MACEY, R. Revenue protection in a competitive supply environment. *Marketing and Tariffs for Energy Supply*. IEE, n. 462 Maio, 1999
- DNAEE, Portaria n. 46, 1978.
- Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE. *Balanço Energético Nacional 2006*. Brasília 2006.

_____. *Relatório Analítico – Projeções de mercado 2005-2015*. Brasília, 2005.

ENERGY probe uncovers drug farms. *BBC News*. Londres, 10 de junho de 2005.

Disponível em: < http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/4080602.stm >. Acesso em: 25/06/2007.

ESCELSA. *Relatório de Administração e de Responsabilidade social 2005*. Vitória, 2005.

FANKHAUSER, Samuel and TEPIC, Sladjana. Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries. *Energy Policy*, V. 35, n2. Fev. 2007

FGV/UFF. *O Componente Social das Perdas e a Inadimplência na Área de Concessão da CERJ*. Niterói, 2003.

GHAJAR, Raymond F. e KHALIFE, Joseph. Cost/benefit of an AMR system to reduce electricity theft and maximize revenues for Électricité du Liban. *Applied Energy*. v.76, n. 2003, p. 25-37. Jan. 2003.

GÜMÜSDERE, Eray. *Theft and losses in Turkish Electricity sector – Empirical analysis and implications for tariff design*. Dissertação (Dissertação de mestrado em Economia) – Graduate School of Arts and Social Sciences. Sabanci University, Sabanci, 2004. 142p.

GUJARATI, Damodar N. *Econometria Básica*. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004.

HERMÍNIO, Sheila. SSP celebra convênio com Celtins e Saneatins. *GOVERNO DE TOCANTINS*. 06 de março de 2007. Disponível em: <<http://www.to.gov.br/SSp/noticia.php?id=1539>>. Acesso em 25 de jun. de 2007

HENRIQUES, H. O. et. al. Aplicações de Sistemas Inteligentes e Processamentos Distribuído na Previsão, Localização e Minimização de Perdas em Redes de Distribuição. *Congresso para Inovação Tecnológica*. Salvador, 2001.

IPEA. 2004 *IPEA Data Brasil*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 de set. de 2007.

IBRAHIM, Ernad S. Management of loss reduction projects for power distribution systems. *Electric Power systems Research*. Volume 55, 1999, pages 49-56.

Jornal do Comércio. *Brasileiro paga mais pela energia*. Caderno de Economia. Recife, 7 de jul. 2007.

KAUFFMAN, Daniel, KRAAY, Aart e MASTRUZZI, Massino. *Governance Matters V: Agregate and Individual Governance Indicators for 1996-2005*. Word Bank. Setembro, 2006.

LIMA, Davi Antunes. Textos para discussão, 2. *Convergência Tarifária: remédio regulatório para o livre acesso*. Brasília: ANEEL, 2005.

LOVEI, Lazlo e MEKECHNIE, Alastair. The cost of corruption for the poor – the energy sector. *Energy services for the World's Poor*. Washington, DC, World Bank, 2000.

LUNA, Aelfo Marques. *Materiais de engenharia elétrica*. Recife: do autor, 2006.

MÉFFE, André. *Metodologia para o cálculo de perdas técnicas por segmento de distribuição*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MME. *Modelo Institucional do setor elétrico*. Brasília, 2003.

MOREIRA, Aluísio. *Eduardo baixa a conta de energia de 700 mil famílias*. GOVERNO DE PERNAMBUCO. 08 de maio de 2007. Disponível em: <http://www.pe.gov.br/gabinete_civil/news1_.asp?idnoticia=818&argumento=icms> acessado em: 10/07/2007

MOURA, Ronald Rolim de. *Avaliação da Utilização de Indicadores de Desempenho como suporte ao Gerenciamento Estratégico de uma Empresa: um Estudo de Caso em uma*

Empresa Distribuidora de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

NESBIT, Bil. Thieves lurk – the sizable problem of stolen electricity. *Electrical World T&D*. September/October, 2000.

NORTON, Braian. *Renewable Energy – what is the true cost*. Renewable energy. Power Engineering Journal. February, 1999

PATRÍCIO, Cristian Mara Mazzini Medeiros. *Detecção de Fraude ou erro de medição em grandes consumidores de energia utilizando Rough Sets Baseado em dados históricos e em dados em tempo real*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2005. 138p.

PIRES, José Cláudio Linhares e PICCININI, Maurício Serrão. Mecanismos de Regulação Tarifária do Setor Elétrico: a experiência internacional e o caso brasileiro. *Textos para discussão*. Rio de Janeiro: BNDES. N. 64. 1998.

POWER Theft: an insidious menace. *Power Economics*. Julho, 1999.

REIS, Cláudia Zuccolotto. *Eficácia de soluções tecnológicas para reduzir o furto de energia elétrica em empresas distribuidoras: estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

ROCHA, Kátia e GARCIA, Francisco A. Alcaraz. *Metodologia de Avaliação de Risco de Crédito e revisão tarifária das concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica*. IPEA. Rio de Janeiro, 2005.

- SHRADER, Elisabeth. Methodologies to Measure the Gender Dimensions of Crime and Violence. *Poverty Reduction and Economic Management Latin America and Caribbean Region the World Bank*. World Bank. Julho, 2001.
- SMITH, B. Thomas. Electricity theft: a comparative analysis. *Energy Policy*, v. 32, n.2004, p. 15-21. 2004.
- STRAUCH, Mariana Torres. *Desenvolvimento de metodologia para o cálculo de perdas elétricas em redes de baixa tensão*. Dissertação (Mestrado profissional em engenharia) – Universidade de Salvador. Salvador, 2002.
- SURYANMONGKOL, Dan. *Non-Technical losses in Electrical power systems*. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Ohio University. Ohio, 2002.
- TEWARI, D. D. e SHARH, Tushaar. An assessment of South African prepaid electricity experiment, lessons learned, and their policy implications for developing countries. *Energy Policy*. V. 31 n. 2003 p. 911-927. 2003.
- VIEIRALVES, Eduardo de Xerez. *Proposta de uma metodologia para avaliação das perdas comerciais dos sistemas elétricos. O caso Manaus*. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005
- WATCHDOG to tackle energy thieves. *BBC News*. [S. l.], 17 de abril de 2004. Disponível em: <www.bbc.com.uk>. Acesso em:
- WHO - World Health Organization -. World Health Report 2004. *WHO*. Dezembro, 2004.
- WILSEN, Johan van. Criminal Victimization in Cross-National Perspective. *European Society of Criminology*. London: SAGE Publications, 2004.

WORLD: Asia-Pacific the great volt robbery. *BBC News*. [S. l.], 2 de maio de 2002.

Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/206395.stm>>. Acesso em: 25/06/2007.

World Bank. *2004 World Development Indicators*, Washington, DC, 2004.

APÊNDICE

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS PARA ANÁLISE POR EMPRESAS

SIGLA	ANO	UF	IASC	IP	DEC	GR	DC	TH	ESC	RPC
AESSUL	2000	RS	61,41	6,17	24,45	0,1099	0,0744	19,5402	6,42	8,3015
AESSUL	2001	RS	67,14	5,33	20,42	0,1110	0,0725	20,528	6,33	8,4427
AESSUL	2002	RS	68,57	8,07	19,75	0,1162	0,0742	21,0572	6,5	8,4132
AMPLA	2000	RJ	58,2	19,71	16,67	0,0266	0,2412	51,3965	7,24	9,5128
AMPLA	2001	RJ	59,09	18,95	17,95	0,0283	0,2080	51,0038	7,22	9,3924
AMPLA	2002	RJ	59,39	23,63	24,3	0,0289	0,2127	57,0105	7,36	9,6809
BANDEIRANTE	2000	SP	67,16	7,75	9,63	0,0130	1,3202	44,5647	6,85	9,9191
BANDEIRANTE	2001	SP	63,55	5,94	10,89	0,0086	1,0775	43,8396	6,94	9,8158
BANDEIRANTE	2002	SP	62,52	7,53	12,4	0,0083	1,0542	39,7902	7,15	9,5911
BOA VISTA	2000	RR	60,99	17,28	25,02	0,0076	0,0462	40,8432	5,68	3,3702
BOA VISTA	2001	RR	65,15	19,21	22,66	0,0108	0,0485	34,7881	5,3	3,3064
BOA VISTA	2002	RR	62,3	21,1	12,83	0,0100	0,0527	37,3017	5,54	3,5406
BORBOREMA	2000	PB	63,41	11,21	15,54	0,0333	0,2590	23,8845	4,33	2,6702
BORBOREMA	2001	PB	67,04	10,44	12,85	0,0264	0,2301	23,5268	4,33	2,7422
BORBOREMA	2002	PB	58,68	9,65	10,03	0,0226	0,2450	26,0997	4,44	2,7975
CATAGUAZES	2000	MG	72,6	10,77	8,7	0,1076	0,0614	16,0942	5,62	5,8883
CATAGUAZES	2001	MG	75,05	10,47	10,5	0,1077	0,0556	17,2571	5,66	5,784
CATAGUAZES	2002	MG	65,98	10,63	11,96	0,1094	0,0581	21,3065	5,8	5,7237
CEAL	2000	AL	60,54	23,31	35,09	0,0480	0,0679	27,0106	4,11	2,4706
CEAL	2001	AL	62,33	23,54	27,65	0,0582	0,0615	31,488	3,9	2,4489
CEAL	2002	AL	63,7	26,12	29,88	0,0612	0,0626	36,8647	3,98	2,5443
CEB	2000	DF	65,89	9,64	15,4	0,0249	0,6540	37,54	8,25	14,2228
CEB	2001	DF	66,11	8,48	11,7	0,0253	0,5739	36,8543	8,24	14,4415
CEB	2002	DF	63,91	10,1	12,18	0,0263	0,5985	34,6718	8,54	13,8224
CEEE	2000	RS	68,42	11,3	22,71	0,0563	0,0835	19,5402	6,42	8,3015
CEEE	2001	RS	64,92	14,43	24,76	0,0535	0,0816	20,528	6,33	8,4427
CEEE	2002	RS	66,83	13,9	22,04	0,0550	0,0823	21,0572	6,5	8,4132
CELESC	2000	SC	68,65	7,78	21,95	0,1031	0,1309	10,2411	6,2	7,8439
CELESC	2001	SC	70,3	7,78	20,93	0,1037	0,1350	11,2718	6,36	7,8758
CELESC	2002	SC	73,45	7,73	20,2	0,0978	0,1461	12,8628	6,56	7,8329
CELG	2000	GO	59,23	11,31	21,83	0,0992	0,0193	22,8094	5,66	4,2759
CELG	2001	GO	60,24	11,55	25,97	0,1059	0,0177	23,6395	5,65	4,5042
CELG	2002	GO	56,55	12,97	23,53	0,1125	0,0189	27,63	5,76	5,0026
CELPA	2000	PA	54,11	24,06	28,29	0,0104	0,0031	17,0759	5,01	3,0153
CELPA	2001	PA	53,46	22,11	29,46	0,0115	0,0029	19,5371	5,94	3,1577
CELPA	2002	PA	56,62	21,42	32,84	0,0128	0,0031	23,7731	6,02	3,2935
CELPE	2000	PE	62,2	18,81	16,34	0,0543	0,0723	55,2098	5,05	3,6548
CELPE	2001	PE	62,63	17,74	15,48	0,0610	0,0659	59,6002	5	3,6648
CELPE	2002	PE	65,55	19,42	16,16	0,0600	0,0668	56,3231	5,14	3,7869
CELTINS	2000	TO	61,67	15,31	42,91	0,0322	0,0026	24,9886	4,66	2,0901
CELTINS	2001	TO	60,46	16,27	42,52	0,0389	0,0024	27,249	4,74	2,3809
CELTINS	2002	TO	63,5	17,32	45,66	0,0520	0,0026	20,8932	4,92	2,4447
CEMAR	2000	MA	53,02	26,6	38,67	0,0185	0,0070	10,8203	3,97	1,6158
CEMAR	2001	MA	53,31	23,7	67,54	0,0213	0,0069	15,0218	4,18	1,658
CEMAR	2002	MA	52,62	21,9	66,78	0,0272	0,0072	15,1565	4,14	1,6468

CEMAT	2000	MT	53,69	17,62	29,22	0,0574	0,0035	41,5096	5,5	5,2967
CEMAT	2001	MT	57,32	15,33	22,74	0,0613	0,0033	40,7077	5,45	5,1975
CEMAT	2002	MT	62,16	15,17	22,64	0,0685	0,0036	37,5901	5,96	5,7217
CEMIG	2000	MG	61,82	8,35	10,15	0,0446	0,0662	16,0942	5,62	5,8883
CEMIG	2001	MG	69,74	7,53	11,37	0,0459	0,0604	17,2571	5,66	5,784
CEMIG	2002	MG	71,13	7,34	13,01	0,0489	0,0615	21,3065	5,8	5,7237
CERON	2000	RO	56,28	33,9	77,98	0,0619	0,0036	36,2416	4,86	4,03
CERON	2001	RO	67,5	35,7	56,15	0,0619	0,0046	41,2293	5,58	3,9782
CERON	2002	RO	57,38	35,8	69,4	0,0687	0,0049	43,7575	5,83	4,2419
COELBA	2000	BA	60,8	13,06	24,91	0,0613	0,0172	12,497	4,46	3,6672
COELBA	2001	BA	57,38	14,15	21,69	0,0796	0,0155	16,055	4,36	3,6632
COELBA	2002	BA	64,82	17,09	17,4	0,0802	0,0158	16,9624	4,53	3,9129
COELCE	2000	CE	56,34	13,3	36,03	0,0509	0,0399	18,6202	4,42	2,7735
COELCE	2001	CE	60,85	13,1	24,97	0,0609	0,0367	18,9679	4,43	2,6369
COELCE	2002	CE	66,26	13,8	20,67	0,0731	0,0377	20,4009	4,62	2,6433
COPEL	2000	PR	73,01	6,69	13,76	0,0679	0,0854	21,1035	5,98	6,8464
COPEL	2001	PR	70,95	5,43	13,05	0,0668	0,0873	23,674	6,02	6,9401
COPEL	2002	PR	68,6	5,72	16,32	0,0697	0,0896	25,4743	6,33	6,9624
COSERN	2000	RN	58,58	12,81	13,47	0,0537	0,0524	11,7793	4,95	3,3189
COSERN	2001	RN	66,46	12,82	10,86	0,0718	0,0481	15,0482	5	3,2225
COSERN	2002	RN	65,92	14,03	11,52	0,0792	0,0507	13,905	5,2	3,4121
CPFL	2000	PR	62,64	6,67	6,84	0,0432	0,2253	21,1035	5,98	6,8464
CPFL	2001	PR	67,55	6,27	5,82	0,0424	0,2033	23,674	6,02	6,9401
CPFL	2002	PR	66,69	8,25	6,43	0,0425	0,2011	25,4743	6,33	6,9624
ELEKTRO	2000	SP	68,98	6,33	9,86	0,0621	0,0933	44,5647	6,85	9,9191
ELEKTRO	2001	SP	69,11	6,16	9,56	0,0594	0,0827	43,8396	6,94	9,8158
ELEKTRO	2002	SP	67,71	7,02	11,97	0,0614	0,0851	39,7902	7,15	9,5911
ELETROPAULO	2000	SP	63,55	12,87	11,87	0,0006	8,2687	44,5647	6,85	9,9191
ELETROPAULO	2001	SP	54,44	13,68	8,28	0,0007	7,1774	43,8396	6,94	9,8158
ELETROPAULO	2002	SP	58,04	13,27	14,13	0,0007	7,1699	39,7902	7,15	9,5911
ENERGIPE	2000	SE	56,9	14,34	15,66	0,0358	0,1027	27,4061	4,69	3,2831
ENERGIPE	2001	SE	65,8	12,66	9,16	0,0409	0,0954	32,8901	5,01	4,1593
ENERGIPE	2002	SE	65,7	12,46	12,6	0,0327	0,1000	33,0224	5,25	4,2938
ENERSUL	2000	MS	58,2	15,84	12,87	0,0946	0,0085	32,6146	5,73	5,6556
ENERSUL	2001	MS	61,27	12,73	10,65	0,0948	0,0080	31,1569	5,84	6,0015
ENERSUL	2002	MS	67,54	15,77	14	0,1011	0,0083	33,2982	6,16	5,9915
ESCELSA	2000	ES	63,15	9,59	13,86	0,0522	0,1547	48,6581	5,9	6,8801
ESCELSA	2001	ES	69,77	10,38	12,91	0,0575	0,1399	47,7535	5,97	6,5875
ESCELSA	2002	ES	68,27	11,34	14,53	0,0521	0,1462	53,3575	6,03	6,4471
LIGHT	2000	RJ	62,88	16,47	6,89	0,0017	2,1792	51,3965	7,24	9,5128
LIGHT	2001	RJ	60,87	18,23	7,06	0,0018	1,9111	51,0038	7,22	9,3924
LIGHT	2002	RJ	64,07	21,65	10,05	0,0020	1,7964	57,0105	7,36	9,6809
MANAUS	2000	AM	63,25	27,6	36	0,0020	0,2199	22,9704	5,55	6,6249
MANAUS	2001	AM	59,48	28,41	19,34	0,0023	0,2288	19,465	6,66	6,5952
MANAUS	2002	AM	58,34	30,07	15,82	0,0021	0,2449	19,108	6,84	7,0383
RGE	2000	RS	70,99	8,57	15,95	0,1401	0,0627	19,5402	6,42	8,3015
RGE	2001	RS	68,96	8,56	20,08	0,1370	0,0636	20,528	6,33	8,4427
RGE	2002	RS	67,93	10,04	24,74	0,1374	0,0649	21,0572	6,5	8,4132
SAELPA	2000	PB	64,51	27,36	34,16	0,0318	0,0380	23,8845	4,33	2,6702

SAELPA	2001	PB	65,21	26,25	21,14	0,0379	0,0363	23,5268	4,33	2,7422
SAELPA	2002	PB	62,45	21,09	22,7	0,0374	0,0372	26,0997	4,44	2,7975
SULGIPE	2000	SE	69,45	16,26	24,31	0,0227	0,0278	27,4061	4,69	3,2831
SULGIPE	2001	SE	68,11	17,47	16,19	0,0253	0,0250	32,8901	5,01	4,1593
SULGIPE	2002	SE	70,66	16,69	19,93	0,0235	0,0269	33,0224	5,25	4,2938

APÊNDICE B – DADOS UTILIZADOS PARA PESQUISA POR PAÍSES

Países	IP	DC	GR	EF	TH	RPC
Albânia	35,19	1460,2	56,76	-0,48	5,95	1318,89
Argentina	17,16	2016,65	10,44	-0,4	8,77	6430,98
Armênia	25,62	1229,86	35,3	-0,37	3,65	777,5
Austrália	6,51	10772,97	12,4	1,89	1,45	21801,41
Áustria	5,11	7434,77	34,12	1,89	0,93	24411,48
Azerbaijan	19,52	2102,21	48,86	-0,98	2,94	784,25
Bahrain	7,46	9677,68	4,64	0,7	1,07	12610,28
Bangladesh	12,71	121,56	76,04	-0,63	7,42	386,26
Belarus	12,87	2982,77	29,12	-1,12	13,01	1411,76
Belgium	4,66	8311,72	2,86	1,93	1,67	23021,98
Bolívia	12,99	421,76	37,24	-0,51	3,99	1010,41
Botswana	11,04	1198,19	45,12	0,85	6,17	3873,77
Brazil	16,74	1813,16	17,6	-0,11	32,63	3473,42
Brunei	12,59	6756,39	27,94	0,8	1,39	13087,44
Bulgária	14,66	3838,23	30,66	0	2,98	1748,46
Cameroon	23,12	164,16	48,16	-0,68	10,77	708,66
Canadá	8,21	16955,33	20,32	2,01	1,45	23894,78
Chile	5,93	2712,09	13,42	1,25	5,51	5036,33
China	7,12	1184,22	62,36	0,14	2,98	1105,96
Costa Rica	9,55	1550,18	39,92	0,49	6,45	4048,04
Croatia	17,06	3079,8	44,04	0,24	1,93	4572,29
Cyprus	4,41	5093,62	31,12	1,08	0,23	13687,41
Czech Republic	6,39	5891,87	26,2	0,75	1,33	5805,79
Denmark	5,33	6534,67	14,7	2,03	1,05	30136,64
Dominican Republic	32,61	911,1	35,84	-0,48	10,2	2513,34
Ecuador	29,97	661,58	38,7	-0,9	23,09	1381,85
El Salvador	13	605,67	41,04	-0,48	38,38	2095,73
Estonia	14,74	4838,66	30,72	0,82	15,45	4599,3
Ethiopia	10,02	27,37	84,66	-0,79	20,54	125,95
Finland	3,93	16129,88	38,9	2,08	3,18	23936,85
France	5,58	7571,55	23,84	1,62	0,68	22928,13
Gabon	17,78	907,61	18,5	-0,41	9,31	3829,74
Geórgia	16,65	1425,61	47,5	-0,76	3,8	732,55
Germany	4,51	6739,8	24,86	1,8	0,72	23330,15
Ghana	24,01	292,8	54,48	-0,11	9,21	260,31
Greece	7,44	4868,24	41,12	0,82	1,18	11380,17
Guatemala	22,19	378,45	54,06	-0,57	37,06	1723,53
Haiti	51,01	32,8	63,12	-1,64	10,16	457,17
Honduras	21,97	543,94	54,76	-0,67	13,43	931,66
Hungary	12,17	3545,07	34,72	0,8	2,4	5014,81
Iceland	4,69	27850,7	7,5	1,97	0,63	30771,75
Índia	27,22	416,6	71,9	-0,09	5,47	478,9
Ireland	7,91	6035,91	40,34	1,63	0,98	27558,43
Italy	7,13	5530,19	32,64	0,9	1,1	19610,17
Jamaica	8,91	2412,99	47,68	0,01	0,48	3159,37

Japan	4,7	7960,18	34,56	1,11	0,62	36672,38
Jordan	12,32	1460,97	18,84	0,33	2,94	1848,08
Kazakhstan	16,5	3382,4	43,3	-0,88	19,66	1534,16
Latvia	24,98	2279,73	32,02	0,71	12,63	3854,1
Lithuania	8,25	2827,54	33,16	0,64	10,66	3754,39
Luxembourg	7,05	15594,14	16,6	2,16	1,72	48558
Malaysia	4,1	2968,26	36	0,95	8,69	3936,65
Malta	13,16	4500,57	5,84	1,08	1,53	9955,9
México	14,6	1834,94	24,78	0,25	10,16	5852,99
Morocco	16,12	539,34	43,46	-0,01	1,1	1283,6
Netherlands	4,39	6702,32	21,84	2,15	1,12	24294,25
New Zealand	13,38	8872,08	14,1	1,98	1,22	14547,83
Nicarágua	29,19	373,83	42,08	-0,81	11,37	808,54
Norway	7,12	24617,23	23,38	1,89	1,1	38200,41
Oman	17,32	3427,02	28,44	0,56	2,08	8720,46
Panamá	22,29	1338,3	32,2	-0,1	9,7	3900,87
Paraguay	3,24	875,54	43,42	-1,21	16,86	1295,84
Peru	10,35	736,36	28	-0,38	3,57	2098,34
Poland	10,11	3208,26	38,14	0,64	1,79	4594,71
Portugal	7,67	4292,3	44,32	1,06	1,38	11168,38
România	12,22	2072,87	45,76	-0,32	3,61	1887,9
Saudi Arábia	6,93	6109,9	19,72	-0,11	2,97	8787,53
Serbia and Montenegro	16,98	4136,22	48,16	-0,61	1,81	1165,62
Singapore	6,56	7764,97	0	2,31	0,83	22598,04
Slovenia	5,05	6383,15	49,12	0,87	0,78	10285,54
South África	6,41	4548,42	42,14	0,63	43,18	3123,15
Spain	7,97	5592,42	23,54	1,58	1,02	14943,37
Sweden	8,1	15711,12	15,92	1,93	1,04	27955,34
Switzerland	6,36	7994,57	26,06	2,25	0,93	34232,45
Syrian Arab Republic	24,77	1191,81	49,7	-0,68	2,69	1139,63
Thailand	7,26	1655,91	68,42	0,26	9,4	2109,95
Togo	33,33	84,81	62	-1,25	10,46	243,09
Trinidad and Tobago	7,58	4033,55	88,64	0,52	8,8	7089,71
Tunisia	10,62	1075,87	35,84	0,58	1,94	2120,06
Turkey	18,49	1560,06	34,26	-0,05	3,42	2857,72
Ukraine	19,3	2844,81	32,62	-0,73	15,45	745,04
United Arab Emirates	6,25	11633,72	22,88	0,8	0,97	20830,57
United Kingdom	8,03	6152,71	10,48	2,02	1,06	25368,87
United States	7,17	13125,88	20,22	1,7	5,4	34669,47
Uruguay	16,73	1849,31	8,42	0,55	5,56	5239,66
Uzbekistan	8,82	1775,81	62,94	-1,12	3,7	590,06
Venezuela, RB	24,82	2653,17	7,98	-1,06	35,25	4377,38
Vietnam	14	382,77	74,86	-0,34	4,2	443,66
Yemen, Rep.	24,78	148,47	73,84	-0,89	2,15	537,38
Zâmbia	3,75	636,65	65,12	-0,72	3,66	316,02

APÊNDICE C – SAÍDA DO EVIEWS DAS ESTIMACÕES

C 1 Análise por empresas

Dependent Variable: IP

Method: Panel EGLS (Period SUR)

Date: 06/09/07 Time: 10:43

Sample: 2000 2002

Cross-sections included: 33

Total panel (balanced) observations: 99

Linear estimation after one-step weighting matrix

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RPC	-0.921855	0.516512	-1.784771	0.0777
TH	0.118659	0.052597	2.256010	0.0265
IASC	0.004015	0.073293	0.054775	0.9564
GR	-0.514100	0.202962	-2.532984	0.0131
ESC	0.339372	1.366126	0.248419	0.8044
DEC	0.154030	0.039838	3.866407	0.0002
DC	-0.281474	0.523453	-0.537725	0.5921
C	14.13673	7.630157	1.852745	0.0672

Effects Specification

Period fixed (dummy variables)

Weighted Statistics

R-squared	0.736255	Mean dependent var	1.957545
Adjusted R-squared	0.709584	S.D. dependent var	1.802633
S.E. of regression	0.971443	Sum squared resid	83.98952
Durbin-Watson stat	1.464087		

Unweighted Statistics

R-squared	0.555214	Mean dependent var	14.92455
Sum squared resid	2206.822	Durbin-Watson stat	0.190026

C 2 Análise por países

Dependent Variable: IP

Method: Least Squares

Date: 09/11/07 Time: 11:25

Sample (adjusted): 1 90

Included observations: 90 after adjustments

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TH	-0.010652	0.070533	-0.151024	0.8803
GR	-0.110886	0.042200	-2.627663	0.0102
LOG(DC)	-3.156381	1.254334	-2.516381	0.0138
EF	-4.260861	1.433747	-2.971837	0.0039
PIB	0.000105	0.000111	0.940653	0.3496
C	42.56521	9.635117	4.417716	0.0000
R-squared	0.499570	Mean dependent var	13.38363	
Adjusted R-squared	0.469783	S.D. dependent var	8.775182	
S.E. of regression	6.389738	Akaike info criterion	6.611604	
Sum squared resid	3429.615	Schwarz criterion	6.778258	
Log likelihood	-291.5222	F-statistic	16.77115	
Durbin-Watson stat	1.764092	Prob(F-statistic)	0.000000	