

Impacto de variáveis socioeconômicas sobre as perdas comerciais de energia elétrica

Resumo: A tarifa de energia elétrica brasileira está entre as mais elevadas do mundo. Um dos motivos para isso são perdas de energia elétrica. Elas se subdividem em técnicas e comerciais, que tem como principal causa o furto de energia. Este trabalho desenvolve um modelo para analisar a influência das perdas comerciais entre distribuidoras de energia elétrica do Brasil e outro para analisá-la interpaíses. O modelo para o Brasil encontra uma correlação positiva entre o índice de perdas totais e a violência, e uma correlação negativa entre o nível de organização da empresa, a renda *per capita* e o percentual de clientes rurais. Por sua vez, o modelo interpaíses encontra uma correlação negativa com o percentual de habitantes rurais e com a eficiência do país. Conclui-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.

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, and among the main reasons we find the big rate of electrical power losses, whose main cause is the theft of electricity. 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 that companies can fight back those and this way they can become more efficient.

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

JEL: D00, C2

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz*

Francisco de Sousa Ramos**

* Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: karlosarcanjo@hotmail.com;

** Doutor em Economia pela Université Catholique de Louvain. Professor Associado do Departamento de Economia da UFPE. E-mail: fsr@ufpe.br" fsr@ufpe.br. O autor agradece a bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

1. Introdução

O Brasil tem a tarifa de energia elétrica (EE) entre as mais caras do mundo, e um dos principais motivos para isso, evidentemente, são os encargos e os tributos (CINTRA, 2007). Entretanto, outro fator que também merece ser abordado se refere às perdas. Segundo dados do *World Development Indicators* – WDI, o Brasil perdeu 16,85% da energia adquirida no ano de 2004, em que a média mundial foi de aproximadamente 8,83% (WORLD BANK, 2004). Essas perdas provocam uma elevação da energia adquirida, bem como dos encargos e os tributos, os quais chegam a representar mais de 50% da tarifa de energia (ANEEL, 2006a).

Esta perda é calculada pela diferença entre a energia injetada no sistema e a energia faturada. Uma parcela das perdas de EE ocorre devido a interações físicas da corrente elétrica com os materiais – são as perdas técnicas. Outra parcela é a energia consumida por alguns domicílios, mas não faturada – são as perdas comerciais de energia ou perdas não-técnicas.

As perdas comerciais podem ocorrer devido a erros de medição, fraudes nos medidores, ligações clandestinas, problemas administrativos das concessionárias, entre outros. No entanto, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL-2006a) e Lima (2005) afirmam que a maior parcela das perdas comerciais ocorre devido ao furto de EE. Segundo Lima (2005), em apenas um ano as perdas comerciais de energia chegam ao patamar de 4,5% do mercado de EE (282,26 TWh/ano em 2004). A ANEEL (2006a) estima que as perdas comerciais de EE foram de aproximadamente R\$ 5 bilhões para o ano de 2004.

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

Um raciocínio linear mostra que 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 como Calili (2005) que propõe a adoção de técnicas de redes neurais para direcionar os agentes a quais domicílio fiscalizar. As técnicas coercitivas são importantes, porém, trazem dois problemas: o primeiro é que, em muitos casos, o consumidor identificado voltou a praticar o delito, buscando sempre formas alternativas para não ser detectado (REIS, 2005); e o segundo é a inadiplência, pois muitos clientes detectados não têm condições financeiras de 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, como Vieiralves (2005) ao analisar as causas do furto de energia elétrica na cidade de Manaus, ou Reis (2005) ao analisar as mesmas causas no Estado do Rio de Janeiro. No entanto, poucos trabalhos fazem uma análise quantitativa sobre o impacto de tais fatores sobre as perdas. Uma exceção é o trabalho de Gümüsdere (2004) que apresenta uma análise do impacto de variáveis socioeconômicas sobre o percentual de energia perdida na Turquia.

Uma análise deste tipo de perdas para o Brasil não é simples. A estrutura de distribuição é complexa, contando com 64 concessionárias distribuidoras, sendo 24 privadas, 21 privatizadas, 4 municipais, 8 estaduais e 7 federais (ANEEL, 2005). A ANEEL repassa a responsabilidade no combate às perdas comerciais para as concessionárias, com uma estrutura de incentivos que estabelece uma meta de redução do percentual de perdas que a concessionária deve atingir, sob pena de arcar com o excedente de perdas. Compete então às concessionárias investir em tecnologia e campanhas publicitárias, como a conscientização

dos clientes quanto ao furto de energia. Entretanto, existem problemas socioeconômicos associados que não são gerenciáveis pela concessionária, como a violência. Portanto, o ideal é definir quais fatores socioeconômicos estão associados ao problema das perdas comerciais, pois dessa forma pode-se definir qual a melhor política para redução de perdas e quais agentes serão responsáveis por aplicá-las. À medida que o nível de perdas for reduzido, os ganhos podem ser repassados para as tarifas, trazendo-as a valores mais condizentes com a realidade financeira da população brasileira, criando, assim, um círculo virtuoso.

Este trabalho efetua uma análise tanto entre países como para empresas do mesmo país. Ele está dividido da seguinte maneira: a seção 2 discute as causas das perdas de energia elétrica, a 3 apresenta as formas de combates ao furto de EE no contexto mundial e nacional, a 4 discute a correlação existente entre as perdas comerciais de EE e as variáveis socioeconômicas, a 5 apresenta a metodologia que foi aplicada, na seção 6 encontra-se o desenvolvimento, a aplicação e os resultados do modelo para a análise entre países, enquanto que na seção 7 é feita a mesma discussão para o modelo de análise entre as concessionárias e a seção 8 apresenta os principais resultados e as conclusões.

2. Causas das perdas de energia elétrica

As perdas de EE, conforme visto anteriormente, são classificadas em técnicas e comerciais. As perdas técnicas ocorrem devido aos efeitos físicos do sistema: estão associadas ao próprio sistema, à sua qualidade e à forma como ele está sendo usado. Dentre os efeitos físicos, é possível destacar os quatro seguintes: efeito Joule, perda por histerese, correntes de Foucault e efeito Corona (para uma explicação minuciosa ver Luna (2006)).

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.

2.1. Perdas por ação do consumidor

1. **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.
2. **Desvio (Furto):** Esse tipo de ação ocorre quando o consumidor desvia energia propriamente dita. Uma das maneiras 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.
3. **Ligação de clandestinos:** trata-se de 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 mora não há rede elétrica próxima. Então, para não ficar sem energia, este faz uma ligação ilegal até a sua casa, o que sai 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.

4. **Faturamento incorreto:** caracteriza-se 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.

2.2. Perdas por deficiência da concessionária

1. **Problemas de Medição:** O medidor pode não funcionar corretamente, faturando abaixo do esperado. Há também os casos dos erros de leitura, já que muitas vezes as leituras são visuais, podendo o agente responsável cometer erros na aquisição dos dados.
2. **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.
3. **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.
4. **Perdas Administrativas:** 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.

3. Formas de combate

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 & 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 energia¹ 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.

¹ Entende-se por corte de energia o procedimento que a concessionária faz para suspender o fornecimento de energia elétrica.

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 varredura 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, 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 (SURYANMONGKOL, 2002). Esse valor é relevante, pois considera os grandes consumidores, os quais normalmente são mais fiscalizados, visto que representam uma parte considerável do consumo.

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, 2002). 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).

O governo brasileiro também entrou na briga para combater o furto de energia elétrica por meio de fiscalização. Segundo Brasil, 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, 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. 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. 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.

No que se refere às perdas técnicas, Méffê (2001) desenvolveu uma metodologia para o cálculo 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. Ele define uma faixa percentual de perdas por segmento (Tabela 1) onde se observa que o transformador de distribuição é um dos segmentos que acarreta mais perdas técnicas ao sistema.

Tabela 1. Nível médio de perdas de energia em relação ao total de perdas técnicas

Segmento	Faixa Esperada (%)
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: Méffê (2001)

De fato, três fatores determinam a quantidade de perdas no sistema elétrico: a topologia, a operação do sistema e sua qualidade. 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 trabalhar sobrecarregados, reduzindo a eficiência deles e aumentando 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.

Neste trabalho, ao se falar em perdas técnicas estar-se-á fazendo referência às perdas técnicas fio.

4. Principais variáveis que estão associadas às perdas de energia elétrica

Diversas variáveis socioeconômicas estão associadas às perdas de energia elétrica, entre as quais, pode-se considerar como as mais importantes a violência, a renda, aspectos culturais e a organização da empresa.

4.1. Violência e as perdas comerciais

A violência é um dos fatores sempre comentados na literatura como associado ao problema das perdas comerciais: constata-se que cidades com maiores índices de perdas também apresentam altos índices de violência. Em cidades como o Rio de Janeiro, os agentes muitas vezes são impedidos pelo crime organizado de fiscalizar determinadas regiões (CALILI, 2005). Com o intuito de corrigir essa deficiência, muitas empresas brasileiras de energia têm feito convênios com a respectiva Secretaria de Segurança Pública para poder fiscalizar determinadas regiões por meio da autoridade policial. Entretanto, 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, sequestros relâmpagos, etc. (COELHO, 2004).

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

4.2. Cultura e as 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 (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.

Vieiralves (2005) entende que o baixo nível educacional da população influencia na cultura do desperdício e do furto de energia. Isso porque 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 furto de energia a reduzir o consumo. Esse ciclo vicioso, desperdício + consumo alto + furto, o autor credita principalmente ao baixo nível educacional.

4.3. Renda e as perdas comerciais

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, junto com os encargos, chega a corresponder a 34% da tarifa de energia elétrica (ANEEL, 2006a).

Os governos de alguns Estados brasileiros tentam atenuar o impacto da tarifa no orçamento do consumidor mediante uma política de redução da alíquota de Imposto Cobrado sobre a Circulação de Mercadorias (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 os consumidores de baixa renda (consumo médio mensal de até 220 kWh) são isentos de ICMS (MOREIRA, 2007).

Costa (2005) afirma que os aumentos exagerados² 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.

Essas informações apontam para a existência de uma correlação entre perdas e tarifa, a qual provavelmente deve ocorrer por influência das perdas na tarifa de energia elétrica, visto que na definição desta normalmente se considera os custos total ou parcial com as perdas, inclusive no Brasil.

Fankhauser e Tépice (2007) analisaram vários países do leste europeu 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. Os autores acreditam 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.

4.4. Organização da empresa e as perdas comerciais

Ibrahim (1999) considera que é possível reduzir as 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 concessionária Ampla que se encontra no Estado do Rio de Janeiro 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.

5. Metodologia

Com o objetivo de analisar o impacto das variáveis socioeconômicas sobre as perdas comerciais de energia elétrica, foram desenvolvidos dois modelos: o primeiro procura fazer uma análise macro, ou seja, uma análise entre países com o intuito de detectar a influência da eficiência governamental nas perdas comerciais de energia elétrica; o segundo faz a análise entre as empresas de um mesmo país, no caso, o Brasil.

2 - O autor apresenta de forma gráfica que houve aumento de mais de 100% do valor da tarifa no período de 1995 a 2002.

O modelo utilizado com o intuito de analisar a influência das variáveis socioeconômicas nas perdas comerciais pode ser visto na equação 1, Observa-se que as perdas comerciais dependem da renda, do nível de eficiência governamental do país, da violência e do nível cultural.

$$\text{Perdas Comerciais} = f(\text{Eficiência, Violência, Renda, Cultura}) \quad (1)$$

Smith (2004) afirma que um aumento no nível de eficiência governamental reduz as perdas comerciais, Coelho (2004) considera que um aumento na violência leva a um aumento nas perdas comerciais e Costa (2005) evidencia que os maiores índices de perdas se encontram no segmento de clientes de baixa renda e favelados.

As perdas técnicas podem ser mensuradas pela equação 2. Caso deseje-se medir as perdas totais, basta somar as perdas comerciais com as perdas técnicas, conforme pode ser observado na equação 3.

$$\text{Perdas Técnicas} = f(\text{Topologia, Qualidade, Operação do sistema}) \quad (2)$$

$$\text{Perdas Totais} = \text{Perdas Técnicas} + \text{Perdas Comerciais} \quad (3)$$

Algumas variáveis citadas nos modelos não são fáceis de mensurar. Por isso, foi necessário utilizar *proxies* para essas variáveis.

6. O modelo entre os países

Como variável dependente, optou-se por utilizar o índice de perdas totais, que é o percentual de energia gerada que é perdida desde a fonte geradora até chegar ao consumidor, incluindo o furto de energia. Sabe-se que o objetivo é mensurar as perdas comerciais. No entanto, é difícil a separação entre perdas técnicas e comerciais (STRAUCH, 2002). Devido às dificuldades de cálculos e dificuldade de acesso ao valor das perdas comerciais por países, optou-se pelo Índice de Perdas total (IP), como variável dependente.

As perdas totais são explicadas tanto por variáveis que influem nas perdas técnicas como variáveis que influem nas perdas não-técnicas. Logo, para expressar as perdas totais optou-se por utilizar variáveis associadas aos dois tipos de perdas. Nesse item, serão descritas as variáveis independentes utilizadas.

A variável Densidade de Consumo (DC) é uma *proxy* para a topologia da rede. Ela é calculada pela divisão entre o consumo total no ano pela área de concessão no mesmo ano, na unidade de kWh por km². Gümüsdere (2004) considerou que a quantidade de linha de baixa tensão em quilômetros dividida pela quantidade de consumidores é uma boa forma de medir a topologia da rede. No entanto, tal variável não é fácil de obter devido à dificuldade de acesso aos dados das empresas. Por causa disso, optou-se por utilizar densidade de consumo, pois quanto mais denso o consumo menores serão as perdas percentuais para levar a energia até o consumidor. Logo, espera-se uma correlação negativa entre o IP e a DC.

A Variável Grau de Ruralidade (GR) foi utilizada como *proxy* para mensurar as perdas técnicas. Ela é obtida da relação entre o número de habitantes em áreas rurais e o número de habitantes totais do país. O uso do GR decorre do fato de que quanto maior a proporção de consumidores rurais maiores serão as perdas técnicas com a transmissão e com o uso de sistemas rurais de distribuição elétrica, como o sistema Monofilar de Retorno por Terra (MRT)³, que acarretam perdas maiores ao sistema que os sistemas convencionais. Espera-se, portanto, uma correlação positiva entre o IP e o GR.

3 Sistema Monofilar de Retorno por Terra: sistema de transmissão com um fio, cujo retorno é a própria terra. Esse tipo de transmissão reduz o custo de construção da rede elétrica devido ao uso de menos condutor e estruturas, porém aumenta as perdas de energia por transmissão.

A variável Eficiência Governamental – EF foi utilizada com o intuito de medir a qualidade do serviço público e a sua capacidade em formular políticas e aplicá-las. Essa variável é um indicador calculado por Kauffman, Kraay e Mastruzzi (2006) de um conjunto de indicadores denominado *Governance Matters*. De acordo com o autor, ela mede a qualidade dos serviços públicos, das instituições e das autoridades, o seu grau de independência de pressões políticas e a capacidade de formulação e aplicação de políticas.

Gümüsdere (2004) acredita que a capacidade do governo de arrecadação e o seu poder de aplicar políticas influenciam as perdas comerciais. Visto que o governo perde com arrecadação toda vez que a energia é furtada, é de esperar que ele queira adotar estratégias para não perder essa arrecadação. Espera-se, portanto, uma correlação negativa entre perdas comerciais e Eficiência Governamental.

Optou-se pelo uso da Taxa de Homicídio por grupo de 100.000 habitantes (TH) como uma *proxy* para a violência, devido à dificuldade de se medir por outros métodos. Também em função das diferenças entre subnotificação⁴ e confiabilidade nos dados, e a falta de homogeneidade entre unidades da Federação (CERQUEIRA & LOBÃO, 2004). Espera-se uma correlação positiva entre TH e IP, pois, segundo Coelho (2004), a violência é um dos fatores que influenciam as perdas comerciais de energia, devido à dificuldade de fiscalização em áreas violentas, que acarreta um sentimento de impunidade.

Alguns autores discordam do uso da taxa de homicídio como uma *proxy* para violência, como Shrader (2001), que afirma que nem sempre há uma correlação entre o número de homicídios e a violência que se deseja mensurar. Contudo, Wilsem (2004) encontrou uma correlação evidente entre altas taxas de homicídio e furto para países do leste europeu e da Europa ocidental.

A variável Renda *per Capita* (RPC) será utilizada para mensurar se a opção de furtar energia decorre de problemas financeiros. Como Fankhauser e Tepic (2007) detectaram que muitas vezes o custo da energia chega a valer 10% do orçamento familiar, é possível que o comprometimento com outros bens necessários possa levar o indivíduo a furtar energia. Espera-se uma correlação negativa entre a RPC e o IP, pois quanto maior a RPC menor será o interesse do indivíduo em furtar energia para reduzir o impacto da tarifa no orçamento.

6.1. Os dados

A proveniência dos dados é a seguinte:

- O IP, a DC, o GR e a RPC foram obtidos no *World Development Indicators* para o ano de 2002 (WORLD BANK, 2004);
- A TH foi obtida na Organização Mundial de Saúde para o ano de 2002 por meio do documento (WHO, 2004);
- A variável EF foi obtida no *World Bank* por meio do documento (KAUFFMAN, KRAAY & MASTRUZZI, 2006).

A amostra dos dados é composta por 90 países, abrangendo todos os continentes (Tabela 2). O continente com mais países na amostra é o europeu, com 34 países, seguido pela Ásia, com 21; e os continentes com menos países são a Oceania e a América do Norte⁵, com apenas 2 países para o ano⁶ de 2002.

A América Central é o continente que apresenta o maior IP, com 22,3. Em seguida está a América do Sul, com 15,09. Por sua vez, a América do Norte apresenta o menor IP, de 7,69. É importante observar que apenas dois continentes possuem IP abaixo de 10. Um fato preponderante é a superioridade da densidade de consumo da América do Norte em relação aos demais continentes.

4 Notificação abaixo do valor real dos dados sobre violência

5 Apesar de América do Norte, América do Sul e América Central serem subcontinentes do continente americano, o trabalho os tratará como continente.

6 O ano de 2002 foi um ano de racionamento de energia elétrica no Brasil, fato este ocorrido devido à matriz energética diferenciada do Brasil e às políticas adotadas para o setor elétrico brasileiro. Portanto, as causas do racionamento foram intrínsecas ao País, e como na amostra há 90 países, não haverá problemas em utilizar tal ano.

Tabela 2. Valores médios das variáveis por continente

Continente	QUANT	IP (%)	DC (kWh/km ²)	EF	GR (%)	RPC (US\$)	TH*
América Central	8	22,30	1260,75	-0,32	49,95	3101,56	13,39
América do Norte	2	7,69	15040,61	1,86	20,27	29282,13	3,43
América do Sul	10	15,09	1434,53	-0,33	24,63	3243,99	17,36
África	11	15,01	1080,75	-0,17	49,74	1731,25	10,62
Ásia	21	12,52	3701,02	0,15	41,21	7279,13	4,18
Europa	34	11,26	6862,44	0,95	30,24	14811,71	3,69
Oceania	2	9,95	9822,53	1,94	13,25	18174,62	1,34

Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Eviews 5.1

* a variável TH possui a unidade de número de homicídios por grupo de 100.000 habitantes

**A coluna "quant" refere-se ao número de países analisadas por continentes;

***Os dados foram calculados mediante os dados da amostra

A América do Norte e a Oceania são os continentes com maior eficiência governamental, com 1,86 e 1,94, respectivamente, enquanto o com menor eficiência é a América do Sul, com -0,33. A diferença entre América do Norte e Europa se deve ao fato de que na América do Norte foram considerados na amostra apenas dois países: Estados Unidos e Canadá. O que não ocorre na Europa, que tem vários países e muito deles com baixa eficiência, como a Albânia. Isso reduz o nível de eficiência do continente como um todo.

A América do Sul é o continente com o maior TH, de 17,36, superando a África. Por sua vez, a Oceania é o com menor, com 1,34. É importante informar que a variável TH não considera homicídios devido à guerra, e é provavelmente por isso que a África tem um TH bem abaixo da América do Sul.

A análise descritiva dos dados pode ser observada na Tabela 3, onde se percebe um alto desvio padrão para a variável IP, o que evidencia a grande heterogeneidade das perdas entre os países. No entanto, a média está próxima à mediana, isto denota que os valores estão bem distribuídos. O país que teve o menor IP foi o Paraguai, com 3,24, e o que obteve o maior IP foi o Haiti, com 51,01.

A variável DC tem um desvio padrão muito alto (5,13 MWh por km²) e uma distância entre média e mediana também alta, isso deixa claro que alguns países têm uma densidade de consumo muito alto em relação aos demais. O país com a maior DC foi a Islândia, com 27,8 Mwh *per capita*, e o país com a menor DC foi a Etiópia, com 0,027 Mwh *per capita*.

Tabela 3. Análise descritiva das variáveis

Variável	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
IP	13,38	10,83	51,01	3,24	8,77
DC	4488,23	2836,18	27850,70	27,37	5137,33
EF	0,40	0,41	2,31	-1,64	1,05
GR	36,10	34,64	88,64	0,00	19,25
RPC	9472,23	3918,76	48558,00	125,95	11280,30
TH	6,92	3,30	43,18	0,23	9,01

Fonte: Elaborado pelos autores.

A variável GR tem uma mediana próxima da média, o que indica que não há valores tão grandes ou pequenos que enviesem a amostra. No entanto, o país com o maior GR é Trinidad e Tobago, com 88,64, e o com menor GR é Singapura, com praticamente 0, seguido pela Bélgica, com 2,63.

A variável RPC tem um desvio padrão alto e a média está distante da mediana, o que demonstra que, além de haver uma grande diferença entre os países, há países muito ricos que enviesam a amostra à direita. O país com a menor RPC é a Etiópia.

A variável TH tem um desvio padrão de 9,01 homicídios por grupo de 100.000 habitantes. O país que teve o maior TH em 2002 foi a África do Sul, com 43,18.

O nível de eficiência governamental foi desenvolvido para ter uma média próxima de zero. Os países que têm os piores níveis de eficiência têm um EF negativo, como Haiti, com -1,52. O maior EF foi obtido por Singapura, com 2,3.

Todos os valores altos de desvio padrão entre as variáveis independentes servem para reforçar a idéia de que a grande heterogeneidade nas perdas ocorre, entre outros fatores, devido ao fato de existirem diferenças marcantes entre os países.

6.2. Estimação

A função utilizada segue a forma expressa na equação 4. Percebe-se que há cinco variáveis independentes, sendo que três influenciam o modelo negativamente e as demais, positivamente. Além disso, pode-se dizer que DC e GR estão associados às características técnicas do sistema elétrico do país, enquanto EF está associado às características organizacionais do país, e as demais, RPC e TH, estão relacionadas com as características socioeconômicas do país.

$$IP = f_{(-)}^{(+)}(DC, GR, EF, RPC, TH) \quad (4)$$

Os dados correspondem ao ano de 2002. Percebe-se na equação 5 que todas as variáveis independentes são lineares, com exceção do DC, que foi utilizado o logaritmo de DC. O modelo descrito na equação 5 foi o que obteve o melhor R^2 ajustado, o melhor critério de Akaike e de Schwarz, dentre os modelos testados, que foram os modelos log-linear, o modelo linear e o modelo semi-logarítimo.

$$IP_i = \beta_1 + \beta_2 \log(DC_i) + \beta_3 GR_i + \beta_4 RPC_i + \beta_5 TH_i + \beta_6 EF_i + u_i \quad (5)$$

6.3. Análise dos resultados

Ao utilizar a técnica dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), o valor da estatística de Durbin-Watson foi de 1,76. Isso indica que não se pode rejeitar as hipóteses nulas de ausência de autocorrelação positiva e negativa. No entanto, ao aplicar o teste de White para testar a hipótese nula de homocedasticidade, foi rejeitada tal hipótese, o que tornou necessário a aplicação de uma medida corretiva. Foi aplicada a correção de erros padrão e variância em heterocedasticidade segundo White. O resultado obtido da regressão é observado na Tabela 4. É importante destacar que os resultados obtidos após a correção não alteraram de forma significativa o resultado original, de tal modo que a heterocedasticidade não se mostrou um problema sério no conjunto de dados.

A variável EF foi significativa para um nível de significância de 1%, e o coeficiente, de -4,26, está conforme o esperado, ou seja, quanto mais eficientes os países, menores serão as perdas comerciais. Isso mostra que a capacidade de um país em definir estratégias e fiscalizar influencia no IP, o que está de acordo com (SMITH, 2004).

Tabela 4. Resultado da estimação por países

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão
EF***	-4,2609	1,4337
GR***	-0,1109	0,0422
LOG(DC)**	-3,1564	1,2543
RPC	0,0001	0,0001
TH	-0,0107	0,0705
C***	42,5652	9,6351

R² ajustado = 0,47

Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Eviews 5.1

Nota: * Significativo a 10%, ** significativo a 5%, ***significativo a 1%

O GR foi significativo para um nível de significância de 5%. O coeficiente, de -0,11, foi diferente do esperado, de acordo com a literatura, porém está de acordo com o resultado obtido pela Fundação Getúlio Vargas em um relatório apresentado pela mesma que analisou duas regiões da empresa AMPLA, uma rural e outra urbana e constatou que as pessoas interioranas tinham menos propensão a furtar energia, ao qual foi justificado como um indicativo de que os valores culturais dos habitantes de cidades do interior prevalecem sobre o desejo de furtar a energia inibindo a prática do delito (FGV/UFF, 2003). Ou seja, uma boa parcela de pessoas do interior deixa de furtar energia por questões morais. Todavia, o fato de o coeficiente do GR ter sido negativo não quer dizer que ele não seja uma *proxy* para a topologia da rede, e sim que essa variável está associada a outros valores que influenciam mais no IP do que a topologia.

A variável DC foi significativa para um nível de significância de 1%. e o coeficiente angular de -3,15 apresenta sinal esperado, mostrando que quanto mais denso o consumo menores serão as perdas para se transmitir energia ao consumidor. Esse resultado mostra que quando se comparam duas concessionárias, o simples fato de uma ter uma densidade de consumo superior à outra, pode significar que a empresa com a menor DC vai ter uma dificuldade maior para manter o nível de IP num mesmo patamar que a outra. Isso evidencia que as concessionárias devem ser tratadas de formas diferentes, de acordo com suas características.

A RPC mostrou-se não-significativo, o que pode dar a impressão de que a renda não influencia no IP, no entanto, foi utilizado o PIB *per capita* como *proxy* para a renda do indivíduo e a comparação do PIB entre os países não é algo fácil, visto que a estrutura de preços entre os produtos de uma mesma cesta difere de país para país.

A taxa de homicídio mostrou-se não-significativa na regressão. Isso pode ter ocorrido por três motivos: (i) a taxa de homicídio não é uma boa *proxy* para violência quando se faz uma análise por país, o que contradiz Wilsen (2004); (ii) a violência não está associada ao furto de energia; (iii) o efeito da violência só pode ser detectado numa análise micro, como por exemplo, numa análise por Estados.

O modelo conseguiu explicar 47% das variações do IP, os outros 53% são explicados por variáveis que não foram incluídas, mas que estão associadas ao IP, como, por exemplo, a penalidade imposta ao consumidor que varia de país para país.

Com os resultados obtidos na análise por países foi possível explicar algumas informações que já são comentadas na literatura, como a correlação existente entre eficiência governamental e índice de perdas, porém esses resultados não são o suficiente para análise que o trabalho se propõe a executar. Visto que, o efeito da renda seria analisado melhor num estudo entre as empresas de um mesmo país, além de que, fatores que se sabe variar muito de uma região para outra, como o nível de violência, foram agregados numa análise macro. Portanto, é interessante analisar o furto de energia numa análise menos agregada.

7. O modelo para as empresas

Como variável dependente, optou-se por utilizar o índice de perdas totais que pode ser calculado de duas formas: dividindo-se as perdas totais pela energia total injetada no sistema ou dividindo-se as perdas totais pela energia faturada. A justificativa para o uso do IP é a mesma considerada no modelo para países.

Neste modelo foi utilizada como *proxy* para a eficiência organizacional da empresa as variáveis DEC e IASC, a serem explicadas adiante. A metodologia de cálculo de algumas variáveis mudou do modelo entre países para o entre empresas, o que torna interessante explicá-las novamente.

A variável Densidade de Consumo – DC – é uma *proxy* para a topologia da rede. Ela é calculada pela divisão entre o consumo total no ano pela área de concessão, no mesmo ano, na unidade de GWh por km².

A Variável Grau de Ruralidade – GR – foi utilizada como uma *proxy* para mensurar as perdas técnicas. Ela é obtida da relação entre o número de consumidores rurais e o número de consumidores totais da concessionária. Espera-se uma correlação positiva entre o IP e o GR pelos motivos já comentados anteriormente.

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: a qualidade percebida, o valor percebido, a satisfação global, a confiança no fornecedor e a fidelidade. Feita a pesquisa, o IASC é calculado através de uma média ponderada entre os índices que se encontram no item satisfação global (ANEEL, 2006c). Esse índice pode direcionar a ANEEL em suas políticas e ações estratégicas, além de ser utilizado na composição da tarifa.

Assim sendo, foi utilizada a variável IASC como uma *proxy* para a capacidade organizacional da empresa. Isso porque tal índice influencia no valor da tarifa da empresa, visto que no reajuste tarifário ele é levado em consideração. Portanto, a empresa só não melhora o índice por dois motivos: (1) falta de interesse em aumentar o faturamento, o que é improvável visto o agente ser racional; (2) problemas organizacionais que a impossibilitam de aumentar o IASC. Claramente, a segunda opção mais plausível. Sob outro aspecto, uma empresa que se preocupa em ter um bom índice de satisfação também se preocupa em reduzir as perdas administrativas de energia, pois estas também afetam o faturamento. Logo, espera-se uma correlação negativa entre o IASC e o IP.

Segundo a ANEEL (2010), a Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor (DEC) explicita o espaço de tempo que, em média, cada consumidor de um dado conjunto considerado ficou privado de fornecimento de energia elétrica em um período determinado de tempo (ANEEL, 2010). O DEC pode ser calculado através da equação 6.

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n Ca(i) \cdot t(i)}{Cs} \quad (6)$$

onde:

DEC = duração (em horas)

i = número de interrupções variando de 1 a n

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

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

Cs = número total de consumidores do conjunto considerado.

A DEC foi utilizada como uma *proxy* para a organização da empresa pois, ocorrendo a falta de energia, o tempo para restabelecimento dependerá da organização da empresa

e de sua eficiência em detectar a falha⁷. Logo, quanto maior o DEC, menos organizada a empresa. Espera-se, portanto, uma correlação positiva entre o DEC e o IP. A idéia de que o DEC está associado à organização da empresa também é compartilhada pela CEEE, pois, segundo Moura (2002), a empresa incorporou o índice DEC no seu programa de participação de resultados para os funcionários. E os gerentes da empresa acreditam que o DEC é um dos fatores que mais influenciam no gerenciamento estratégico da empresa.

Quanto à correlação entre o IASC e o DEC, espera-se que seja pequena, pois a metodologia de cálculo é diferente: ambos são uma *proxy* para a organização da empresa, todavia, o primeiro é baseado no sentimento do cliente em relação à empresa – portanto algo difícil de mensurar. O outro é baseado na qualidade do sistema e na capacidade da empresa em responder às falhas, que é mais fácil de mensurar.

Da mesma forma que apresentado no modelo para países, optou-se pelo uso da Taxa de Homicídio por grupo de 100.000 habitantes (TH) como uma *proxy* para a violência. Espera-se uma correlação positiva entre TH e IP, conforme citado anteriormente (COELHO, 2004).

A variável média de anos de escolaridade para pessoas acima de 25 anos (ESC) será utilizada como uma *proxy* do nível cultural da população. Espera-se que quanto mais instruída a população maior a sua consciência quanto ao furto de energia. A idéia de utilizar a escolaridade também foi adotada por FGV/UFF (2003), que encontraram uma correlação negativa entre escolaridade do chefe de família e furto de energia.

A variável Renda *Per Capita* (RPC) será utilizada para mensurar se a opção de furtar energia decorre de problemas financeiros. Como Foi detectado que muitas vezes o custo da energia chega a valer 10% do orçamento familiar, é possível que o comprometimento com outros bens necessários possa levar o indivíduo a furtar energia (FRANKHAUSER & TEPIC, 2007).

É possível utilizar a tarifa média de energia para analisar o seu peso no orçamento, no entanto existem três fatores que levaram a não utilizá-la: (1) no reajuste tarifário, é considerada a energia perdida no ano anterior, ou seja, um aumento nas perdas de energia *ceteris paribus* leva a um aumento na tarifa do ano posterior, podendo assim haver uma autocorrelação entre tarifa e perdas de energia; (2) não se encontrou dados para a tarifa média por concessionária para os anos em análise (2000, 2001, 2002); e (3) conforme já analisado na revisão da literatura, a diferença de renda *per capita* dos Estados consegue detectar o peso da tarifa média no orçamento, visto que as tarifas são muito próximas umas das outras entre regiões. Espera-se uma correlação negativa entre a RPC e o IP, pois quanto maior a RPC menor será o interesse do indivíduo em furtar energia para reduzir o impacto da tarifa no orçamento.

7.1. Os dados

O IP foi obtido em Coelho (2004), que, por sua vez, o obteve junto a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), para os anos 2000, 2001 e 2002. As variáveis DC e GR foram calculadas mediante dados obtidos no site da ABRADEE para os anos de 2000, 2001 e 2002. A variável DEC foi obtida no site da ABRADEE: www.abradee.org.br, para os anos de 2000, 2001 e 2002. O IASC foi obtido em ANEEL (2006c) para os anos de 2000, 2001 e 2002. Já ESC, TH e RPC foram obtidos, para os anos de 2000 a 2002, no IPEA, diretamente no site www.ipea.gov.br.

A amostra dos dados é composta por 33 concessionárias, que compreendem a maioria dos Estados brasileiros, com exceção do Acre, Amapá e Piauí⁸, para o período de 2000 a 2002. A amostra total é composta de 99 unidades individuais no tempo.

A análise descritiva dos dados pode ser observada na Tabela 5, onde se percebe

⁷ É fato que há outros fatores que podem influenciar neste indicador, como a qualidade dos materiais elétricos, a distribuição geográfica da região, etc. No entanto, os dois principais fatores são eficiência e organização.

⁸ Para esses Estados, não foi possível obter a variável IP no período desejado.

um alto desvio padrão para a variável IP, o que evidencia a grande heterogeneidade das perdas entre as concessionárias. Entretanto, a média está próxima à mediana, isso mostra que os valores estão bem distribuídos. A concessionária que obteve o menor IP foi a AESSUL 5,33, e a que obteve o maior foi a CERON 35,80.

Tabela 5 – Análise Descritiva das Variáveis

Variáveis	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
IP	14,925	13,300	35,800	5,330	7,115
DC	0,408	0,066	8,269	0,002	1,327
DEC	21,189	16,670	77,980	5,820	13,842
ESC	5,752	5,764	8,543	3,904	1,044
GR	5,183	5,204	14,009	0,064	3,534
IASC	63,514	63,550	75,050	52,620	5,156
RPC	5,881	5,724	14,442	1,616	2,940
TH	29,650	25,474	59,600	10,241	12,743

Fonte: Elaborado pelos autores

A variável DC tem um desvio padrão muito alto (1,3 GWh por km²) e uma distância entre media e mediana também alto, o que evidencia que algumas concessionárias têm uma densidade de consumo muito alta em relação às demais, como no caso da Eletropaulo, que tem uma DC de 8,269 GWh por km², enquanto a média é 0,408 GWh por km².

A variável DEC tem um desvio padrão alto. A concessionária que tem o maior DEC é a CERON (77,98), e a que tem o menor DEC é a CPFL (5,82). Essa grande diferença entre o maior e o menor valor é possível, pois o DEC anual fornece a quantidade de horas sem energia por consumidor no ano. Logo os consumidores da CERON, em média, ficaram 77,98 horas sem energia no ano. As concessionárias da Região Norte normalmente têm valores altos, como, por exemplo, a ELETROACRE, que não faz parte do conjunto de concessionárias analisado. Ela teve o DEC de 64,08, em 2000, e conseguiu reduzir para 17,63, em 2002. A CEMAR, no Nordeste, teve 67,64, em 2001, e conseguiu reduzir também.

A variável GR tem uma mediana próxima da média. O maior GR da amostra é de apenas 14,01% pertencente à RGR e o menor é de 0,0006 da Eletropaulo.

A variável ESC não demonstra um grande desvio padrão nem uma distância muito grande entre média e mediana.

A variável RPC tem um desvio padrão baixo, no entanto a diferença entre o maior RPC e o menor é muito grande, mostrando que a diferença de renda *per capita* entre alguns Estados ainda é muito grande.

A variável TH tem um desvio padrão alto, o que mostra a heterogeneidade dos dados entre os Estados. Além disso, a mediana está abaixo da média, indicando que alguns Estados estão com o índice de violência muito alto, o que envia a amostra à direita, como são os casos dos Estados de Pernambuco e do Rio de Janeiro.

Todos os valores altos de desvio padrão entre as variáveis independentes servem para reforçar a idéia de que a grande heterogeneidade nas perdas ocorre, entre outros fatores, devido ao fato de existir diferenças socioeconômicas marcantes entre os Estados.

7.2. A regressão

A função utilizada segue a forma expressa na equação 7. Percebe-se que há sete variáveis independentes, sendo que três influenciam o índice de perdas negativamente

e as demais, positivamente. Além disso, pode-se dizer que DC e GR estão associados às características técnicas da empresa, enquanto DEC e IASC estão associados às características organizacionais da empresa, e as demais, ESC, RPC e TH, estão relacionadas com as características socioeconômicas do meio em que as concessionárias estão inseridas.

$$IP = f \left(\underset{(-)}{DC}, \underset{(+)}{DEC}, \underset{(-)}{ESC}, \underset{(+)}{GR}, \underset{(-)}{IASC}, \underset{(-)}{RPC}, \underset{(+)}{TH} \right) \quad (7)$$

O modelo utilizado para a análise empírica foi baseado na técnica de dados de painel balanceado com o objetivo de conseguir menor colinearidade entre as variáveis, mais grau de liberdade e maior eficiência (BALTAGI, 2001). Uma forma de utilizar Dados em Painel é colocando as informações empilhadas, desprezando o ano e fazendo simplesmente uma regressão linear. Normalmente, o resultado fornece um baixo valor da estatística *d* de Durbin-Watson, sugerindo uma autocorrelação ou erro de especificação. Portanto, seria ingênuo utilizar tal regressão (GUJARATI, 2004).

Uma forma de resolver tal problema é considerar que podem ocorrer fatores ao longo do tempo que possam afetar o comportamento dos indivíduos de forma igual entre eles, tais como racionamento de energia ou mudanças na política nacional. Para captar o efeito no tempo, o modelo considera os coeficientes angulares constantes e os interceptos variando no tempo e constante entre os indivíduos. O modelo é conhecido como modelo de efeitos fixos no tempo. A equação é representada pela equação 8.

O modelo de efeitos fixos no tempo será o utilizado para a pesquisa em questão, porque será considerado que os efeitos que ocorreram nos sistemas elétricos afetaram as concessionárias de forma igual, além de este ser o mesmo modelo adotado por Gümüşdere (2004) para analisar o IP entre as províncias para a Turquia.

$$IP_{it} = \beta_{1t} + \beta_1 DC_{it} + \beta_2 DEC_{it} + \beta_3 IASC_{it} + \beta_4 ESC_{it} + \beta_5 GR_{it} + \beta_6 RPC_{it} + \beta_7 TH_{it} + u_{it} \quad (8)$$

7.3. Análise dos resultados

A técnica utilizada para a regressão foi o FGLS (*Feasibly Generalized Least Square*) para fazer a estimação. Como essa técnica permite a utilização de estruturas diferentes para a matriz de variância, optou-se por utilizar a estrutura período SUR (*Period Heterokedasticity and Serial Correlation*), com o intuito de corrigir a correlação serial e heterocedasticidade detectada. Utilizando-se o software *Eviews* 5.1 para fazer a estimação, foi obtido o resultado exposto na Tabela 6.

A variável DC mostrou-se não-significativa para um nível de 10%. Tal fato talvez justifique que as perdas técnicas não explicam a grande heterogeneidade das perdas, ou simplesmente que a DC de consumo não é uma boa *proxy* para a topologia da rede. No entanto, a variável DC pode ter se mostrado não-significativa devido à qualidade da amostra.

Tabela 6. Resultado da estimação por concessionária

Variável	Coefficiente	Desvio-Padrão
DC	-0,2815	0,5235
DEC***	0,1540	0,0398
ESC	0,3394	1,3661
GR**	-0,5141	0,2030
IASC	0,0040	0,0733
RPC*	-0,9219	0,5165
TH**	0,1187	0,0526
C*	14,1367	7,6302

$R^2=0,71$

Fonte: elaborado pelos autores com o uso do software *Eviews* 5.1

Nota: * Significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%

A variável DEC foi significativa, isso evidencia que o nível organizacional da empresa, sua capacidade de administração e de coordenação de manutenção e inspeção influencia no IP. Nesse caso, a sua influencia ocorre, principalmente, nas perdas comerciais. O coeficiente de 0,154 está de acordo com a literatura, ou seja, quanto maior o DEC menor o nível organizacional da empresa e maior será o IP.

A variável ESC foi não-significativa, indicando que a diferença de escolaridade entre regiões pode não influenciar na variação de perdas entre as concessionárias, o que contradiz o estudo da FGV/UFF (2003) e o comentário de Vieirals (2005), em termos de nível cultural. Se for considerada a escolaridade como uma *proxy* para o nível cultural, esse resultado indica que possivelmente a diferença de nível cultural entre regiões pode não influenciar de forma considerável nas perdas comerciais. Esse resultado não era o esperado. Esperava-se que as pessoas mais instruídas tivessem menos interesse em furto, no entanto isso não é verificado pelo modelo.

O GR foi significativo para um nível de significância de 5%. No entanto, o coeficiente de -0,5 foi contrário ao resultado esperado, porém esse mesmo resultado foi encontrado por FGV/UFF (2003) ao qual eles justificaram como um indicativo de que os valores culturais do povo do interior prevalecem impedindo o furto de energia, ou seja, uma boa parcela de pessoas do interior deixa de furto energia por questões morais. Esse resultado também foi encontrado na análise por países⁹.

O IASC foi não-significativo, o que mostra que apesar de o DEC ter sido significativo o mesmo não ocorreu com o IASC, pois talvez haja outros fatores que influenciam no IASC, além do nível organizacional da empresa possivelmente torne não significativa a correlação entre furto de energia e o índice. Como o IASC mede a satisfação do cliente em relação da empresa, pode-se afirmar que não há uma correlação significativa entre insatisfação e furto de energia, ou seja, o indivíduo não furto energia por estar insatisfeito com a empresa. Este resultado é oposto ao obtido por Gümüsder (2004).

O RPC foi significativo a um nível de significância de 10%, e o coeficiente de 0,11 está de acordo com a literatura, isso pode significar que o impacto da tarifa de energia na renda pode influenciar no furto de energia.

A variável TH foi significativa a um nível de significância de 5%. O coeficiente de 0,11 está de acordo com a literatura, logo, possivelmente, a dificuldade de fiscalização em regiões violentas pode influenciar no furto de energia e, conseqüentemente, no IP.

8. 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

⁹ Outro fato que pode justificar a correlação entre GR e IP negativa é que a tarifa praticada para a energia destinada à irrigação é baixa em muitos Estados Brasileiros, o que pode desestimular o indivíduo a furto energia, no entanto, é aplicado tarifas baixas também para os consumidores da classe Baixa Renda na cidade e, nem por isso há uma correlação negativa entre renda *per capita* e furto de energia.

existente entre furto de energia e inadimplência, quando um aumenta o outro diminui (FGV/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, para o caso do modelo entre as empresas, 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 34% 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, visto que foi identificada uma correlação negativa entre o Grau de Ruralidade a ocorrência de perdas de energia, 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, para o modelo entre empresas, constatou que um aumento na renda *per capita* provoca uma redução no índice de perdas, no modelo para as empresas. 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 (2010). *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), Qualidade de Energia*. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília.
- ANEEL (2006a). *Por dentro da conta de luz: informações de utilidade pública*. Recife.
- ANEEL (2006b). 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 2006.
- ANEEL (2006c). *Relatório geral IASC – 2005*. Brasília.
- ANEEL (2005). *Atlas Nacional de Energia Elétrica*. Brasília.
- BALTAGI, H. Badi (2001). *Econometric Analysis of Panel Data*. Ontário: John Wiley & Sons.
- BASSAIKHAN, D., et. al. (2003). Commercial losses of UB Electric distribution network shareholdin company and their reducing. *Proceedings of the 7th Korea-Russia International Symposium*. KORUS.
- BRASIL, C. I. (2005). 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 (2005). *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, 157p.
- CERQUEIRA, Daniel e LOBÃO, Waldir (2004). Determinantes da criminalidade:

arcabouços teóricos e resultados empíricos. *IPEA*.

CINTRA, Marcos (2007). Energia e telefonia: tributos e chiados. *Conjuntura Econômica*. V. 61, n.4. Abril.

COÊLHO, Jorge Luiz Moreira (2004). *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.

COSTA, Artur Fernando de Souza (2005). *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.

DICK, A. J. e MACEY, R (1999). Revenue protection in a competitive supply environment. *Marketing and Tariffs for Energy Supply*. IEE, n. 462 Maio.

DNAEE, Portaria n. 46, 1978.

ENERGY (2005) 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 TEPIĆ, Sladjana (2007). Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries. *Energy Policy*, V. 35, n2. Fev.

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

GHAJAR, Raymond F. e KHALIFE, Joseph (2003). 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.

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

GÜMÜSDERE, Eray (2004). *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. 142p.

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

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

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

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

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

MOREIRA, Aluísio (2007). *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.

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

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

REIS, Cláudia Zuccolotto (2005). *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.

SHRADER, Elisabeth (2001). 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.

SMITH, B. (2004). Thomas. Electricity theft: a comparative analysis. *Energy Policy*, v. 32, n.2004, p. 15-21.

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 (2002). *Non-Technical losses in Electrical power systems*. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Ohio University. Ohio.

TEWARI, D. D. e SHARH, Tushaar (2003). 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.

VIEIRALVES, Eduardo de Xerez (2005). *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.

WILSEN, Johan van (2004). Criminal Victimization in Cross-National Perspective. *European Society of Criminology*. London: SAGE Publications.

WORLD (2002): 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). *2004 World Development Indicators*, Washington, DC.

WHO - World Health Organization (2004). World Health Report 2004. *WHO*. Dezembro.