

# ANÁLISE DO IMPACTO DE VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS E DE POLÍTICAS COERCITIVAS SOBRE A DECISÃO DO INDIVÍDUO EM PRATICAR ATITUDES CRIMINOSAS

KARLOS CRUZ<sup>1</sup>  
FRANCISCO DE SOUSA RAMOS<sup>2</sup>

## Resumo

Neste trabalho, se procurou analisar quais os fatores que influenciam o comportamento criminoso. Como objeto de estudo, foi escolhido o furto de energia elétrica. Foi utilizado um modelo econométrico do tipo *cross-section*, em que os dados utilizados são de bairros da cidade do Recife, para os anos de 2000 a 2003. Os resultados deste modelo indicam que o comportamento criminoso depende da renda do indivíduo, da probabilidade de o infrator ser detectado e da presença do Estado na oferta dos serviços de utilidade pública.

**Palavras chave:** Crime, Furto, Energia Elétrica, Perdas Comerciais.

## Abstract

In this study, we analyzed the factors that influence criminal behavior. As the object of study, was chosen the theft power. We used an econometric model of the type *cross-section*, in which the data used are from neighborhood of the city of Recife, for the years 2000 to 2003. The results of this model indicate that criminal behavior depends on the individual's income, the likelihood of the offender being detected

and the presence of the state in the provision of utilities.

**Keywords:** Crime, Theft Power, Electrical energy, Commercial Loss

**JEL:** Z19

## 1. Introdução

O aumento da violência, tendo como principal instrumento a criminalidade, tem afetado de forma abrupta a sociedade e, como resultado, os tomadores de decisão tem buscado formas de atenuar o comportamento criminoso. Em acréscimo, as políticas voltadas à redução da violência variam muito desde ações de melhoria de bem-es-

tar até mesmo ações estruturais como o aumento do aparato policial e não há um consenso nas ações que podem induzir a uma redução no número de atitudes criminosas.

Por outro lado, partindo-se do princípio econômico de que os recursos são limitados, os agentes, muitas vezes, estão em situações em que eles têm que decidir quais investimentos que o governo deve fazer para atenuar o comportamento criminoso, ou seja, a violência. Desse modo, pode-se optar pelo aumento do efetivo policial, o que impactará diretamente na probabilidade de o indivíduo ser detectado, mas também se pode investir na alteração do código penal, de forma que a penalidade possa ser

<sup>1</sup> Possui graduação em Engenharia Elétrica/Eletrotécnica (2004), mestrado em Economia (2007) e doutorado em Economia (2012) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é engenheiro eletricitista da Companhia Pernambucana de Saneamento. Na área de pesquisas, atua principalmente nos seguintes temas: regulação econômica, análise de investimentos, economia da energia e economia do saneamento.

<sup>2</sup> Doutorado em Economia - Université Catholique de Louvain, Bélgica, em 1992. Atualmente é Pro-Reitor para Assuntos de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal de Pernambuco. Foi secretário-executivo da ANPEC-Associação de Nacional de Centros de Pós-graduação em Economia (biênio 2003-2004), membro do Comitê de Assessoramento de Administração e Economia CNPq CA-AE (triênio 2005-2007). Foi Coordenador-adjunto da área de Economia junto a CAPES (triênio 2004-2006), Coordenador da área na CAPES para o triênio 2007-2010, sendo reconduzido para o triênio 2010-2012, e eleito para o CTC-Conselho Técnico Científico da CAPES para o triênio 2010-2012 (tendo se afastado em maio/2012).

elevada, como também é possível investir em programas de melhorias de renda da população, como o Bolsa Família. Esses são alguns exemplos dos muitos possíveis investimentos que o governo pode fazer para reduzir a criminalidade.

No entanto, para se utilizar melhor o recurso, faz-se necessário não só um trabalho qualitativo, mas também quantitativo, que apresente, por meio de modelos matemáticos, qual o efeito que cada variável tem, efetivamente, sobre a violência, sua intensidade e seu direcionamento.

Becker (1968) foi o pioneiro em utilizar modelos matemáticos para estudar o comportamento do criminoso. Para ele o crime pode ser classificado em dois grandes grupos: econômico e não-econômico. O primeiro engloba todos aqueles crimes cujo objetivo é auferir recursos econômicos, logo se enquadram nisso furto, tráfico de drogas, sonegação de impostos, etc. No outro, estão os crimes cuja motivação é não econômica, como, por exemplo, homicídios, quando não tem fins econômicos, e estupro.

Segundo o mesmo autor, há um custo em se investir em redução do crime, de modo que o investimento deve ser feito de forma inteligente ao ponto que o custo marginal em se investir seja igual ao benefício marginal da redução da criminalidade. Efetivo policial, poder judiciário, estrutura carcerária são exemplo de elementos existentes para o controle do crime que oneram financeiramente a sociedade.

Seguindo tal modelo, Ehlich (1973) analisou a incidência criminosa nos estados norte-americanos, ele considerou a escolha sob incerteza existente pelo criminoso em praticar e não praticar o delito e as consequências para o criminoso em cometer o crime segundo a lei e, as variáveis socioeconômicas que podem influenciar na decisão de cometer o crime. Como resultados, foram encontrados uma forte correlação entre cometer o crime econômico e a

desigualdade de renda e uma relação entre a aplicação da lei associado a sua penalidade e o número de atitudes criminosas.

A motivação para cometer o crime é diversa, mas seguido a classificação citada anteriormente, é natural que seja mais fácil de compreender a motivação dos infratores que cometeram o delito por objetivos econômicos. Para a abordagem deste estudo, escolheu-se o furto de energia elétrica como o ponto focal, isto porque é um crime em que não há dúvidas quanto à motivação econômica do mesmo, pode ser praticado por qualquer cidadão, visto que, a maior parte da população possui energia elétrica em sua residência, e é fácil de mensurá-lo, pois as distribuidoras de energia elétrica, em geral, fiscalizam os consumidores e armazenam dados sobre a fiscalização.

Ademais, Recife é uma das Regiões Metropolitanas que apresenta um dos maiores índices de perdas comerciais, que são perdas ocasionadas pelo consumo de energia sem o seu faturamento e que, segundo a ANEEL (2006b), a maior parcela dessas perdas ocorre por furto de energia elétrica. Cruz (2007) encontrou que há uma correlação entre variáveis socioeconômicas e a ocorrência deste tipo de crime.

Aproveitando-se de estudos anteriores, este trabalho teve como objetivo compreender o efeito de variáveis importantes, como fiscalização e penalidade, sobre o comportamento criminoso. O estudo baseou em alguns modelos econômicos desenvolvidos por Becker (1968) e Ehlich (1973) que trataram do tema relacionado ao comportamento do agente potencialmente infrator. Para então, baseado em estudos abordam o furto de energia elétrica, definir um modelo que possa indicar os fatores que levam o indivíduo praticar esse tipo de delito.

A área de abrangência do estudo terá como ênfase bairros da Região Metropolitana do Recife – RMR, uma região que apresenta indicadores consideráveis de violência associados à grande desigualdade social, que, em conjunto, caracteriza bem a situação nacional e muitas regiões do Nordeste.

Além desta seção o trabalho está sistematizado da seguinte forma. Na seção 2 é feita uma revisão da literatura sobre Economia do Crime e de trabalhos importantes que tratam do tema furto de energia elétrica. Na seção 3 do trabalho, é descrita a metodologia utilizada, os dados e a forma como foram adquiridos. Na seção 4 serão descritos e comentados os resultados obtidos da estimação do modelo. Na conclusão fala-se dos resultados obtidos, bem como, das dificuldades encontradas.

## 2. Revisão da literatura

Nesta seção é descrito alguns trabalhos que utilizam modelos econômicos para entender o comportamento do agente potencialmente infrator. Como também, é descrito os principais fatores socioeconômicos normalmente associados à prática do furto de energia elétrica.

### 2.1. Os Modelos

#### 2.1.1 O Modelo de Becker (1968)

Neste modelo, o número de atitudes criminosas ( $A$ ) está associado à probabilidade de um indivíduo ser detectado ( $p$ ) e a penalidade ( $f$ ) estabelecida para a infração.

$$A = A(p, f, u) \quad (1)$$

Apesar de Becker não colocar no seu modelo características socioeconômicas, como escolaridade e renda, o mesmo afirmou que tais fatores influenciam também, na medida em que, o efeito de uma mesma penalidade entre as pessoas é percebido

<sup>3</sup> Inicialmente o auto não mencionou quais variáveis são, no entanto, apreende-se do texto, que são variáveis que normalmente não são consideradas, como o local onde as pessoas vivem, ou variáveis socioeconômicas.

de forma diferente, como também, a função utilidade individual ( $u$ ) não é a mesma, entre as pessoas. Para o autor, o infrator, ao praticar um crime, visualiza uma Utilidade Esperada (UE) que também depende do lucro da infração, da probabilidade e da penalidade que é demonstrado pela equação 2.

$$UE_i = p_i U_i(Y_i - f_i) + (1 - p_i) U_i(Y_i) \quad (2)$$

Em que  $Y_i$  é a renda auferida pelo o indivíduo  $i$  e  $U_i$  é a sua função de utilidade indireta, as outras variáveis continuam conforme definidas pela equação 1 para o indivíduo  $i$ . O agente cometerá a infração se o seu nível de utilidade em não praticar o crime for menor do que o seu nível de utilidade esperada em praticar. Para reduzir a UE de cometer o crime, fazem-se necessários investimentos que impliquem no aumento da probabilidade do infrator ser detectado ( $p$ ) ou da penalidade ( $f$ ). Diante de tal modelo, Donohue (2007) afirma que, os formuladores de políticas têm duas variáveis em mãos para reduzir o crime: aumento da probabilidade ou aumento da punição.

A decisão ótima para a sociedade deve considerar o custo causado pelo crime, como também o custo para detectar o infrator e para puni-lo, por meio da participação de agentes responsáveis, tais quais juízes, advogados e policiais. Ao considerar esses fatores, a decisão ideal será aquela que minimiza a perda social.

### 2.1.2 O Modelo de Ehlich (1973)

Seguindo o raciocínio de Becker, Ehlich (1973) estabeleceu que a função quantidade de crimes ( $Q_i$ ), numa dada região  $i$ , é dependente da probabilidade de o infrator ser detectado naquela região ( $p_i$ ), da penalidade caso ele seja apreendido ( $F_i$ ), do ganho obtido da atividade ilegal ( $Y_i$ ), do ganho obtido da atividade legal ( $Y_l$ ), da utilidade obtida por praticar atividade legal ( $U$ ) e de algumas variáveis que não foram levadas em consideração<sup>4</sup> ( $\Pi_i$ ). Tal função é descrita na equação 4.

$$Q_i = f(P_i, F_i, Y_i, Y_l, U_i, \Pi_i) \quad (3)$$

Para uma análise econométrica, o autor acreditou que a equação 4 possui elementos físicos que não podem ser mensurados, como a variável  $\Pi_i$ , ou a quantidade de crimes, que tem muito mais sentido quando definido como taxa de crimes. Devido as dificuldades encontradas, o autor transformou a equação 4 na 5. Na qual,  $(Q/N)_i$  é a taxa de crime na região  $i$ ,  $V_i$  é o vetor de variáveis do ambiente em que o indivíduo está inserido e  $Z_i$  representa outras variáveis não quantificadas existentes na região  $i$ .

$$\left(\frac{Q}{N}\right)_i = P_i^{b_{1i}} F_i^{b_{2i}} Y_i^{c_{1i}} Y_l^{c_{2i}} U_i^{d_i} V_i^{c_i} \quad (4)$$

Para o modelo de regressão Ordered Least Square – OLS, o autor utilizou o modelo<sup>4</sup> descrito na equação 6, no qual  $(Q/N)_i$  é o número de crimes *per capita* na região  $i$ ,  $P_i$  é a probabilidade de um indivíduo ser detectado nessa região,  $T$  é o tempo despendido na prisão por infratores,  $R_i$  é a renda média das famílias na região  $i$ ,  $Famab$  é o percentual de famílias abaixo da renda média regional e  $NB_i$  é o percentual de não brancos da população da região  $i$ . As informações utilizadas foram os dados dos crimes ocorridos nos Estados Norte Americanos para os anos de 1940, 1950 e 1960.

$$\ln\left(\frac{Q}{N}\right)_i = a + b_{1i} \ln P_i + b_{2i} \ln T_i + c_{1i} \ln R + c_{2i} \ln Famab + e_{1i} \ln NB + \mu_i \quad (5)$$

Os resultados gerados pelo desenvolvido por Ehlich (1973) revelaram uma correlação positiva entre a renda média das famílias e a taxa de crimes, onde, para o referido autor, esta correlação ocorre em função do fato de que as regiões mais violentas são as grandes cidades e estas, por conseguinte, possuem as maiores rendas médias.

Foi positiva também a elasticidade entre a taxa de crimes e o número de famílias com renda abaixo da média regional, como também, entre o número de não brancos e a taxa de crimes, o que para o autor demonstra a falta de oportunidades que se apresentavam aos não brancos, o que tornava a atividade criminosa mais atrativa para os mesmos.

### 2.2. Perda Comercial

Entende-se por perda comercial toda a energia que foi consumida mais não foi faturada. Neste grupo enquadra-se o furto de energia elétrica, pois o consumidor consome a energia por meio de alguma atitude criminosa e, portanto, a energia não é faturada. Ademais, se sabe que a maior parte da perda comercial é causada pelo furto de energia elétrica (ANEEL 2006a). Desse modo, neste trabalho, ao se falar em Perda Comercial, estar-se-á falando de furto de energia elétrica.

<sup>4</sup> O autor utilizou mais dois modelos para dois tipos de regressões diferentes, que não será analisado no presente artigo.

### 2.3 Variáveis Socioeconômicas Associadas ao Furto de Energia

Para a análise do furto de energia elétrica, objetivo principal desse trabalho, foi utilizado como referência o modelo proposto por Ehlich (1973). No entanto, é necessário considerar que existem variáveis socioeconômicas do ambiente em que o indivíduo se encontra que podem estar associadas à prática do delito já mencionado. Tais variáveis utilizadas no presente artigo serão comentadas nos itens subseqüentes.

#### 2.3.1 Renda

Segundo Cintra (2007), a tarifa de energia elétrica no Brasil supera a de muitos países, inclusive 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 possuir uma forma de energia mais barata, cobra-se mais caro. Uma justificativa para isso refere-se a alta carga tributária brasileira, que chega a corresponder a 34% da tarifa de energia elétrica.

No Brasil, alguns Governos estaduais 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, são aplicadas a isenção total sobre uma determinada classe, como no caso de Pernambuco, onde, os consumidores de baixa renda (que possuem um consumo médio mensal de até 220 kWh) são isentos de ICMS (MOREIRA, 2007).

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 provavelmente uma correlação entre perdas e tarifas. 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.

Fankhauser & 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 impacto da eletricidade no orçamento chega a ser de mais de 10% da renda familiar. O autor acredita que uma política que buscasse adequar as tarifas as diferentes realidades das famílias poderia, inclusive, reduzir a inadimplência.

#### 2.3.2 Violência e a Impunidade

A violência é um dos fatores que está sempre na pauta dos estudos associados 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 determinados bairros, haja vista a presença de facções ou organizações criminosas ali estabelecidas (CALILI, 2005).

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

Com o intuito de corrigir esse problema, muitas empresas de energia têm feito convênios com a Secretaria de Segurança Pública do Estado ao qual pertencem para poderem fiscalizar as regiões violentas por meio da autoridade policial. A Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins - CELTINS, por exemplo, firmou esse convênio, em que a secretaria disponibiliza agentes, escrivães e delegados 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 conduz as autoridades policiais a colocarem o furto de energia elétrica em segundo plano, diante de outros crimes "mais importantes", como homicídios, assaltos à mão armada, seqüestros relâmpagos, etc.

#### 2.3.3 Cultura e Perdas Comerciais

A cultura do consumidor, que se criou pelo fato de muitas concessionárias serem empresas estatais durante muitos anos, está associada, possivelmente, às perdas comerciais. Para combater este fato algumas concessionárias têm feito campanhas educativas tentando conscientizar os clientes a respeito dos malefícios do furto de energia elétrica e criar um canal de comunicação maior com os clientes.

Seguindo raciocínio semelhante, Bassaikhan e outros (2003) afirma que é necessário 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 informação e conscientização.

Vieiralves (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.

#### 2.4 O Modelo de FGV/UFF (2003) - O Caso da Ampla

No documento publicado pela Fundação Getúlio Vargas em Parce-

ria com a Universidade Federal Fluminense - FGV/UFF (2003) - foi analisado o caso da concessionária de energia elétrica 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 distribuídos 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, para o ano base de 2003. O resultado estava acima da média nacional para as distribuidoras, que era de 15%. Das quatro regionais, as que apresentavam maiores índices estavam associadas aos maiores complexidades urbanas e aos altos índices de violência.

Devido à falta de informação suficiente para uma análise individual, e consequentemente, uma definição sobre a correlação entre perdas, valores e costumes da população, o estudo supracitado escolheu 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 de potência das regiões e os dados das variáveis socioeconômicas foram coletados do IBGE. Para o cálculo da regressão, utilizou-se como variável depende o índice de perdas comerciais e como independentes algumas variáveis socioeconômicas, tais como renda, escolaridade e localidade. Os resultados encontrados nesta regressão foram gerados a partir da aplicação do Método de Análise Multivariada OLS e podem ser vistos na Tabela 1.

$$\text{Perda Comercial} = \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{renda} + \beta_3 \cdot \text{escolarida} + \beta_4 \cdot \text{domicilio} + \beta_5 \cdot \text{localidade} + \mu \quad (6)$$

**Tabela 1 – Resultado da Regressão, tendo como variável dependente índice de perdas**

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

R<sup>2</sup> ajustado = 0,236

Fonte: FGV/UFF (2003)

Os resultados revelaram uma correlação significativa entre furto de energia e a localidade, pois o valor encontrado indicava que as regiões do interior influenciavam negativamente o índice de perdas. Os autores Atribuíram a isso os 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 correlação significativa entre furto de energia e a renda domiciliar *per capita*.

### 3. Metodologia e dados

Baseado nos modelos propostos por Becker (1968) e Ehlich (1973), foi possível estabelecer um modelo para o estudo do comportamento do criminoso na prática do furto de energia elétrica. Entretanto, não se pode deixar de lado a literatura existente, que associa alguns fatores socioeconômicos a tal

“

*A taxa de crimes é a primeira variável a ser considerada no modelo, no caso, a incidência de Furto de Energia Elétrica dividido pelo número total de contratos em um dado bairro (PCI), está será a variável dependente.*

”

prática. Portanto, o modelo que será apresentado leva em consideração os modelos anteriores, porém acrescidos de fatores socioeconômicos, seguindo a literatura existente sobre o tema.

#### 3.1 O Modelo

A taxa de crimes é a primeira variável a ser considerada no modelo, no caso, a incidência de Furto de Energia Elétrica dividido pelo número total de contratos em um dado bairro (PCI), está será a variável dependente. Segundo Becker (1968) espera-se uma correlação negativa entre o número de atitudes criminosas e o a probabilidade de o infrator ser detectado (p).

Ehlich (1973) encontrou uma correlação positiva entre a taxa de crimes e a renda média da população (R), ao qual o mesmo considerou ser um viés que ocorre devido ao fato de as regiões mais violentas serem as grandes regiões e estas, por sua vez, são as que têm as maiores rendas médias. O autor também detectou uma correlação entre a taxa de crimes e número de pessoas abaixo da renda média da região (FA), ao qual foi justificado, que a oferta do crime é mais atrativa para os indivíduos que

se encontra na situação descrita por tal indicador. Portanto, as variáveis X e W serão também utilizadas na regressão.

FGV/UFF (2003), ao fazer uma estimação OLS, percebeu que existe uma correlação negativa entre a Escolaridade do chefe do domicílio (ESC) e as perdas comerciais de energia elétrica, como também, detectou que a localidade em que o indivíduo vive influencia no indicador de perdas. Portanto, será considerado no modelo a variável ESC e uma variável que relacione a qualidade do local onde domicílio se encontra que no caso será uma variável que indica a presença do Estado diante da oferta de serviços básicos de utilidade pública. Ou seja, será considerada o indicador Percentual de Domicílios com Oferta de Serviços Básicos – SB.

Ao agregar tais informações por bairro obtém-se a equação 8, onde o subscrito i diz respeito ao bairro em análise.

$$PCI_i = \phi(P_i, R_i, FA_i, SB_i, ESC_i) \quad (8)$$

Estabelecido os fatores que influenciam a variável dependente, pode-se utilizar a mesma estrutura de relacionamento adotada por Ehlich (1973), portanto, a função é descrita na Equação 9. Ao se aplicar logaritmo em ambos os lados da equação e introduzir o erro aleatório ( $\mu$ ) para transformar em um modelo estocástico, é obtido a equação 10. Na Tabela 2, tem-se uma descrição de cada variável utilizada na regressão.

$$PCI_i = kP_i^{\beta_1} \cdot R_i^{\beta_2} \cdot FA_i^{\beta_3} \cdot SB_i^{\beta_4} \cdot ESC_i^{\beta_5} \quad (9)$$

$$\ln PCI_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln R_i + \beta_3 \ln FA_i + \beta_4 \ln SB_i + \beta_5 \ln ESC_i + \mu_i \quad (9)$$

**Tabela 2 – Descrição das Variáveis Utilizadas no modelo**

Variável	Descrição
PCI	Percentual de clientes infratores
P	Probabilidade de um infrator ser detectado
R	Renda média do chefe de domicílio
FA	Percentual de famílias em que o chefe do domicílio possui uma renda abaixo de 1 salário mínimo.
SB	Percentual da população que possui acesso aos serviços públicos básicos.
ESC	Escolaridade média do chefe de domicílio.
I	índice que indica o bairro analisado

Fonte: Elaborado do autor

### 3.2 Os Dados

Os dados referentes às variáveis R, FA e ESC foram obtidos por meio do Atlas de Desenvolvimento Humano do Recife (PNUD, 2005), para o ano de 2000, para os bairros da cidade de Recife.

Para a variável SB não havia a informação, então foi utilizado como uma *proxy* o percentual de domicílios

com Água Encanada - AE, visto que a água encanada é um dos serviços públicos essenciais. Ademais se um domicílio possui água encanada, provavelmente possuía um endereço em que poderá ser faturado, o que permitirá o acesso aos demais serviços público essenciais.

“

*Ao dividir o número de infratores pelo número de clientes fiscalizados obteve-se uma média amostral para o percentual de clientes que furtam energia, na qual, pode-se considerar uma estimativa para a média populacional.*

”

Para os dados referentes à variável Percentual de Clientes Infratores - PCI e à probabilidade -P, obteve-se por meio de Coelho (2005) as informações do número de fiscalizações efetuadas pela Companhia Energética de Pernambuco – CELPE, do número de clientes detectados como infratores dessas fiscalizações e do número total de clientes da empresa. Tais informações são referentes aos anos de 2000 a 2003.

Ao dividir o número de infratores pelo número de clientes fiscalizados obteve-se uma média amostral para o percentual de clientes que furtam energia, na qual, pode-se considerar uma estimativa para a média populacional<sup>5</sup>.

Depois de obtido a informação do percentual de consumidores desonestos, multiplicou-se esta variável pelo número de contratos e foi obtido um valor estimado para o número total de infratores, dividindo-se o número de infratores detectado pelo total de clientes que furtam energia foi obtida a probabilidade de um cliente que furta energia ser detectada. No Quadro 1 é explicado como foi calculada a variável por meio de dados obtidos em Coelho 2004.

**Quadro 1 – Fórmulas que representam como foram calculadas as variáveis PCI e P**

Variável	Fórmula	Inferência
PCI	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Clientes que Furtam Energia}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Clientes}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Clientes Detectados}}{\text{N}^\circ \text{ de Clientes Fiscalizados}}$
P	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Infratores Detectados}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Infratores}}$	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Infratores detectados}}{\text{PCI} * (\text{N}^\circ \text{ total de contratos})}$

### 3.3 Análise Descritiva dos Dados

A amostra é composta por 44 bairros da cidade do Recife. De acordo com os dados representados na Tabela 3, na média 26% dos clientes furtam energia na cidade. O bairro que possui um maior percentual de clientes infratores é o Cajueiro, com 68%, seguido pelo bairro de Brasília Teimosa, com 51,8%. O bairro que apresentou um menor percentual foi o de Aflitos, com 6,7%, seguido de encruzilhada com 7,3% e Espinheiro, com 8,7%.

Quanto ao percentual de domicílios com Água Encanada – AE, que é uma *proxy* para o percentual de domicílios com acesso aos serviços públicos básicos - SB, os bairros com os menores índices são o Pina, com 68,37%, e Brasília Teimosa, com 68,45%. Já os bairros com os maiores indicadores são Aflitos e Santo Antônio, ambos com 100%.

**Tabela 3 – Análise Descritiva da Amostra**

Variável	Unidade	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
FT	(%)	25,31	23,86	68,10	6,74	12,18
AE	(%)	89,33	91,00	100,00	68,38	8,68
ESC	(%)	7,69	7,14	14,14	4,15	2,68
P	Adimensional	0,21	0,19	0,57	0,06	0,10
R	(R\$ de 2000)	947,31	644,36	3970,65	206,26	948,78
FA	(%)	22,12	23,33	42,02	0,84	10,77

Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Eviews 5.1

A variável ESC, que representa a escolaridade média dos chefes de domicílio, apresenta um valor médio baixo -7,7-, no entanto, a média está próxima à mediana, o que indica que a amostra está bem distribuída, ou seja, não existe uma região com escolaridade tão alta que enviesasse a amostra à direita nem tão baixa que a enviesasse à esquerda. O Bairro que apresenta a maior ESC é os Aflitos, com 14,4, e o com menor é Peixinhos com 4,15.

Os bairros que apresentam uma maior probabilidade de detectar o indivíduo infrator são os bairros de Encruzilhada, com 0,57, e São José, com 0,4. Já os bairros com menores probabilidades são Boa Viagem, com 0,02, e Linha do Tiro, com 0,06.

A variável renda média do chefe de domicílio tem um valor médio de R\$ 947,31, porém a mediana está abaixo da média, o que indica que existem valores muito altos que estão enviesando a amostra a direita. O bairro que possui a maior renda média é Casa Forte, com R\$ 3.970,65, seguido de Aflitos, com R\$ 3.630,66. O bairro que possui a menor renda média é Peixinhos com R\$



*Foram feitos os testes de White para heterocedasticidade e estatística de Durbin Watson para detectar autocorrelação, porém não foi encontrado nem autocorrelação nem heterocedasticidade significativas.*



206,26, seguido de Nova Descoberta, com R\$ 242,68, para o ano de 2000.

O Bairro que apresenta o maior percentual de famílias recebendo menos de 1 salário mínimo é o de Peixinhos, com 42,02%, e o com o menor é o das Graças com 0,84%.

É percebido, ao se analisar os dados, que os bairros detentores de maiores rendas média são os que têm menores índices de perdas, e os com um maior acesso aos serviços de utilidade pública são os que apresentam uma maior probabilidade de detectar ao cliente infrator e consequentemente menores índices de perdas. No entanto, a análise econométrica trará informações mais precisas.

### 4. Resultado da estimação

Para estimar o modelo, a estrutura de dados adotada foi a *cross-section*. O resultado da estimação pode ser observado na Tabela 4, com destaque para o R<sup>2</sup> de 0,53, o que indica que 53% das variações são explicadas pelo modelo.

Foram feitos os testes de White para heterocedasticidade e estatística de Durbin Watson para detectar autocorrelação, porém não foi encontrado nem autocorrelação nem heterocedasticidade significativas.

**Tabela 4 – Resultado da estimação com a variável dependente log (PCI)**

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	t-estatístico	Probabilidade
LOG (AE)	-1,3585	0,7550	-1,7993	0,0799
LOG (ESC)	3,5451	1,1066	3,2035	0,0027
LOG(P)	-0,4486	0,1264	-3,5489	0,0010
LOG (FA)	0,2224	0,1399	1,5894	0,1203
LOG(R)	-1,3359	0,4404	-3,0330	0,0043
C	9,4693	3,5736	2,6498	0,0117

Fonte: Elaborado pelo autor por meio do Eviews 5.1

R<sup>2</sup> ajustado = 0,53

D de Durbin-Watson = 1.6

Observa-se, na Tabela 4, que a única variável que não se mostrou significativa foi a FA, ou seja, o percentual de famílias que recebem menos de um salário mínimo. No entanto, a variável R, que representa a renda média da população, mostrou-se significativa e com uma elasticidade de -1,33, o que indica que quanto maior a renda do indivíduo menor o interesse do mesmo em furtar energia.

Apesar de ser plausível esse resultado, ele vai de encontro ao resultado obtido por Ehlich (1973), pois o mesmo encontrou uma elasticidade positiva, e justificou como sendo o efeito da urbanização, ou seja, uma consequência de as regiões mais violentas serem as metrópoles e ao mesmo tempo estas possuírem as maiores rendas.

A elasticidade negativa entre furto de energia elétrica e renda média do chefe de domicílio pode significar que a pessoa sente-se induzida a furtar energia elétrica, com o intuito de economizar renda e assim alocar a parte poupada para a compra de bens necessários a sua família e, ao mesmo tempo, não ficar sem energia.

A variável p tem uma elasticidade de -0,448, o que indica que se a probabilidade de detectar o infrator aumentar em 1% haverá uma redução do percentual de infratores em torno de 0,44%. Esse dado confirma a idéia de Becker (1968), ou seja, uma pessoa, ao furtar energia, visualiza a probabilidade de ser detectado. Portanto, as empresas estão corretas em investir em fiscalização para aumentar tal probabilidade.

A variável Água Encanada – AE, que foi utilizada como uma *proxy* para medir o acesso aos serviços básicos por parte da população, teve uma elasticidade negativa com o furto de energia elétrica, ou seja, a falta de acesso aos serviços básicos influenciam no furto de energia elétrica, esse resultado pode demonstrar que o Estado tem a capacidade de reduzir o furto de energia, caso o mesmo melhore a qualidade e a eficiência dos serviços básicos oferecidos a determinadas regiões.

A elasticidade entre PCI e ESC é positiva, este resultado aparentemente estranho, possivelmente, indica duas coisas: até esta data não se havia feito campanhas educativas eficientes para reduzir o furto de energia elétrica – que provavelmente influenciaria as pessoas mais cultas e com uma maior possibilidade de acesso as informações. Outro dado importante para interpretar tal correlação, é que a grande parcela dos chefes de domicílios em Recife possuem uma escolaridade Baixa, não fazendo uma grande diferença entre 7 e 8 anos de estudos, por exemplo. Apenas 13% dos chefes de domicílios possuem acima de 11 anos de estudo (PNUD, 2005).

“ O modelo de Becker (1968) indica dois fatores que influenciam na decisão de o indivíduo praticar o delito, probabilidade de ser descoberto e penalidade caso isso aconteça. Ehlich (1973) vai mais a frente introduzindo variáveis socioeconômicas ao seu modelo, como renda. ”

Em suma, as variáveis que foram significativas são: R, ESC, AE e P. A variável P possui uma elasticidade em módulo abaixo da unidade, as demais possuem uma elasticidade acima, o que possivelmente pode significar que tais áreas apresentam uma maior oportunidade de investimento ainda não explorada, portanto, deve-se investir mais em campanhas educativas e programas sociais que visem melhorar a qualidade de vida da população e oferecer acesso dos serviços básicos às pessoas.

## 5. Conclusão

O modelo de Becker (1968) indica dois fatores que influenciam na decisão de o indivíduo praticar o delito, probabilidade de ser descoberto e penalidade caso isso aconteça. Ehlich (1973) vai mais a frente introduzindo variáveis socioeconômicas ao seu modelo, como renda. O trabalho da FGV/UFF (2003) apresenta uma análise que tem as perdas comerciais como variável dependente de energia elétrica e descobre haver uma correlação negativa com a escolaridade do cliente na cidade do Rio de



“

*É importante destacar que o furto de energia elétrica é um problema de todos: da população que paga a mais pelos que furtam, da empresa que tem os serviços prejudicados pelas atitudes criminosas e do Estado que perde em arrecadação.*

”

Janeiro, além disso, nele, é indicado que a localidade, onde o domicílio se encontra, pode influenciar no ato criminoso.

Por meio do modelo proposto pelo presente trabalho, foi possível identificar que a elasticidade entre o furto de energia elétrica e a renda média da população é negativa, o que, possivelmente, indica que o indivíduo furta energia para ter maior capacidade de adquirir bens necessários a sua sobrevivência sem perder o uso da energia elétrica.

Foi identificado que a correlação entre a prática criminosa e a probabilidade de ser detectado é negativa, ou seja, o consumidor, ao praticar o delito, considera a probabilidade de que ele seja descoberto, e, portanto, visualiza também a penalidade. O que pode indicar que as empresas estão corretas em investir em fiscalização, porém leis mais rígidas que aumentassem a penalidade talvez influenciassem para reduzir o furto de energia elétrica. Como também, encontrou-se que a Ineficiência do Estado, quando na oferta dos serviços de utilidades públicas, pode

levar o cidadão a furto de energia elétrica, ou seja, se o Estado fosse mais eficiente na oferta dos serviços básicos, em determinadas regiões, poderia influenciar positivamente para a redução dos casos de furto de energia elétrica.

É importante destacar que os dados utilizados foram para os anos de 2000 a 2003 e nesta época a Celpe tinha sido privatizada recentemente<sup>6</sup>, portanto, as informações citadas, não necessariamente refletem a situação atual em Recife, apesar de que, como o modelo tornou claro, muitos fatores determinantes para o furto, não podem ser evitados simplesmente pela empresa concessionária, mas por um trabalho em conjunto com o Estado e a Sociedade que vise educar melhor os cidadãos e melhorar a qualidade de vida da população.

É importante destacar que o furto de energia elétrica é um problema de todos: da população que paga a mais pelos que furtam, da empresa que tem os serviços prejudicados pelas atitudes criminosas e do Estado que perde em arrecadação.

Em trabalhos futuros, pode-se analisar o custo do combate ao furto de energia elétrica mediante fiscalização, campanhas educativas e penalizações. Visto que, há um custo social no combate ao furto, e quanto mais se combate, espera-se que maior seja a receita recuperada. Todavia, a receita marginal recuperada será cada vez menor, à medida que se diminui o percentual de infratores. Portanto, haverá uma situação em que a receita marginal recuperada será igual ao custo marginal do combate.

A partir de tal situação, não é mais interessante aumentar o investimento na luta contra o furto de energia elétrica. Neste ponto, tem-se um percentual de clientes infratores, que se tornara “aceitável”, pois não é mais interessante economicamente

combatê-los. Portanto é possível, para trabalhos posteriores, estabelecer qual o nível aceitável de perdas comerciais por concessionárias.

## 6. Referências bibliográficas

ANEEL. **Por dentro da conta de luz: informações de utilidade pública**. Recife, 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.

BASSAIKHAN, D., et. al. Commercial losses of UB Electric distribution network shareholder company and their reducing. **Proceedings of the 7th Korea-Russia International Symposium**. KORUS, 2003.

BECKER, G. S. 'Crime and Punishment: An Economic Approach', **Journal of Political Economy** v. 76, n. 1, 493-517, 1968.

CALILI, Rodrigo Flora. **Desenvolvimento de sistema para detecção de perdas comerciais em redes de distribuição de energia elétrica**. 2005. 157 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Elétrica - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

CELPE. **A História da Empresa**. Recife, 2007. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br>> . Acesso em: 09 nov. de 2007.

CINTRA, Marcos. Energia e telefonia: tributos e chiados. **Conjuntura Econômica**, v. 61, n. 4. abr. 2007.

COÊLHO, Jorge Luiz Moreira. **Até que ponto as variáveis socioeconômicas, culturais e de impunidade**

<sup>5</sup> Na maior parte dos bairros, a amostra correspondia a mais de 10% dos clientes.

<sup>6</sup> A Celpe foi privatizada em 17 de fevereiro de 2000. (CELPE, 2007)

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.

CRUZ, K. E. A. **análise do impacto das variáveis socioeconômicas sobre as perdas comerciais de energia elétrica.** 2007. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

DONOHUE III, J. J. 'Economic Models of Crime and Punishment'. **Social Research** v. 74, n. 2, p. 379-412, 2007.

EHLICH, I. (1973), 'Participation in Illegitimate Activities: A theoretical and Empirical Investigation', **Journal of Political Economy** 81, 521-565.

FANKHAUSER, Samuel & TEPIC, Sladjana. Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries. **Energy Policy**, v. 35, n. 2. fev. 2007.

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

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

HOUAISS, Antônio e VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa.** Rio de Janeiro, Objetiva, 2007.

LIMA, Davi Antunes. Textos para discurso, 2. **Convergência Tarifária:**

**remédio regulatório para o livre acesso.** Brasília: ANEEL, 2005.

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](http://www.pe.gov.br/gabinete_civil/news1_.asp?idnoticia=818&argumento=icms)> Acesso em: 10 jul. 2007

BORILLI, S. P.; SHIKIDA, P. F. A. Apontamentos acerca das organizações criminosas a partir de um estudo exploratório na Penitenciária Industrial de Guarapuava e Cadeia Pública de Foz do Iguaçu (Paraná). In: ENCONTRO PARANAENSE DE ECONOMIA. Maringá, 2002. **Anais...** Maringá: UEM, 2002 (versão na íntegra em CD ROM).

VIEIRALVES, Eduardo de Xerez. **Proposta de uma metodologia para avaliação das perdas comerciais dos sistemas elétricos.** O caso Manaus. 2005. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.



**UNIFACS**  
UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

## VESTIBULAR AGENDADO

**Encontre o curso que tem tudo a ver com você.  
Uma prova programada para você.**

**www.unifacs.br | Tel.: (71) 3273-8528**