

## 2 PERDAS DE ENERGIA

### 2.1 INTRODUÇÃO

As perdas de energia elétrica nas concessionárias podem ser divididas em dois tipos: perdas técnicas e perdas comerciais. O primeiro tipo está ligado às perdas que ocorrem no sistema por características físicas dos equipamentos, como perdas por efeito Joule, por exemplo; já o segundo tipo está diretamente ligado ao furto de energia elétrica, à falta de manutenção dos medidores e à falta de manutenção destes equipamentos. O enfoque desta dissertação de mestrado é detecção de perdas comerciais de energia elétrica. O nome, perda comercial, é apenas o termo técnico para qualificar a fraude de energia, popularmente conhecida como “gato”. Além disso, é discutido nesse trabalho o problema da inadimplência, já que este está fortemente ligado ao problema da fraude de energia elétrica.

Para se ter uma noção do problema que se está enfocando neste trabalho, segundo informação da Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE), o total de energia desviada no Brasil daria para abastecer o estado de Santa Catarina, que é um pouco maior que 1,2 mil MWh. O prejuízo total das Empresas pode superar os 20%, considerando ainda as perdas técnicas referentes ao volume de energia comprado pelas concessionárias, mas não totalmente faturado. Estima-se que historicamente as perdas comerciais na rede de distribuição de energia elétrica são responsáveis por uma perda total em torno de 15% da energia

comprada pelas distribuidoras. Para ilustrar a magnitude deste problema, podemos citar duas concessionárias brasileiras: a LIGHT, no Rio de Janeiro, tem registrado perdas totais de 22% - 16% referentes a fraudes e 6% a perdas técnicas - o que, apesar de não oficialmente, a transforma na campeã nacional de perdas; em São Paulo a ELEKTRO apresenta perdas comerciais da ordem de 4% [8]. Na tabela abaixo, pode-se ter uma idéia da dimensão do problema das perdas comerciais no Brasil.

**Tabela 1: Perdas de Energia no Brasil de 1970 a 2001**

<b>Ano</b>	<b>Perdas (%)</b>
1970	16,3
1980	13,0
1990	13,1
2000	15,7
2001	13,9

Fonte: Eletrobrás, Mercado de Energia Elétrica, Relatório Analítico, 2001.

A partir de 1994, o problema das perdas de energia passa a fazer parte do conjunto de itens de controle a serem utilizados pelas empresas associadas à ABRADDEE no acompanhamento do desempenho empresarial. Devido a diferença existente entre mercado, perfil de consumidores, áreas geográficas, extensões de rede e políticas adotadas para recuperação de perdas, torna-se muito difícil a comparação entre os índices de perdas globais das concessionárias de energia elétrica. Visando minimizar essa diferença para tornar possível essa comparação a Associação Brasileira dos Distribuidores criou valores otimizados para esses índices. Para tanto, a ABRADDEE estabeleceu uma resolução (CODI/26), a fim de definir critérios

para a contabilização da perda de energia nos seguintes níveis: sistema global, transmissão e distribuição, permitindo comparações mais precisas entre as empresas. Ao mesmo tempo esta resolução estabeleceu o desenvolvimento de métodos de quantificação de perdas, de acordo com as origens, se técnicas ou comerciais, e segundo as causas de ocorrência [24].

## **2.2 PERDAS TÉCNICAS**

Como citado previamente, as perdas técnicas nada têm a ver com o furto de energia, este é um tipo de perda que está estritamente ligado ao estado de conservação da rede elétrica como um todo e a dissipação por efeito Joule. As perdas técnicas estão relacionadas com as perdas por efeito Joule em cabos e condutores, ao estado de conservação de medidores de energia, aos transformadores de tensão e outros equipamentos, que compõem o complexo sistema que é a rede elétrica.

As perdas comerciais são calculadas como a diferença entre as perdas globais e as perdas técnicas. As perdas globais são calculadas pela soma de toda a energia gerada e toda energia comprada pela empresa distribuidora de energia subtraída de todo o consumo dos clientes desta empresa, incluindo repasses de energia às outras empresas. Já para as perdas técnicas, tem-se o seguinte critério de cálculo adotado pelas grandes empresas:

## **2.2.1 Perdas Técnicas no Sistema de Transmissão**

### **2.2.1.1 Medição**

Faz-se o balanço, considerando a diferença entre a energia injetada no sistema pelas empresas geradoras e a energia entregue às subestações de distribuição mais o repasse para outras empresas.

### **2.2.1.2 Load Flow**

Programa que calcula a perda de potência nas linhas de transmissão, durante os períodos de carga leve, média e pesada. As perdas são calculadas considerando o fluxo de potência médio multiplicado pela duração de cada período.

## **2.2.2 Perdas Técnicas no Sistema de Distribuição**

### **2.2.2.1 Modelos Simplificados**

Consideram-se circuitos tipo, onde o crescimento da perda é avaliado pelo crescimento dos ativos (extensão de rede, número de transformadores, etc.). Entre os modelos existentes, um dos mais usados é o do CODI, adotado por empresas como, por exemplo, CELPE, ELEKTRO E ESCELSA.

### 2.2.2.2 Fluxo de Potência

Esse processo é adotado por empresas que possuem um sistema de gerenciamento de redes georreferenciado consolidado. Calcula-se a perda de potência no pico do sistema e converte-se esse valor em energia através do fator de perdas que é calculado em função do fator de carga da linha de distribuição.

Para se ter uma idéia da ordem de grandeza dessas perdas, na Eletropaulo esse valor é estimado, segundo a ABRADÉE, em 3% na transmissão e 4% na distribuição; na CEMAT 2,5% e 13%, respectivamente.

Tratando-se de perdas técnicas, deve-se frisar que este é um tipo de perda que em nada tem a ver com o cliente, mas sim com a concessionária de energia elétrica, já que este problema está ligado ao estado de conservação de equipamentos, tais como medidores, transformadores, condutores das redes de energia, etc; e também com a dissipação de energia por efeito Joule.

## 2.3 PERDAS COMERCIAIS

### 2.3.1 Introdução

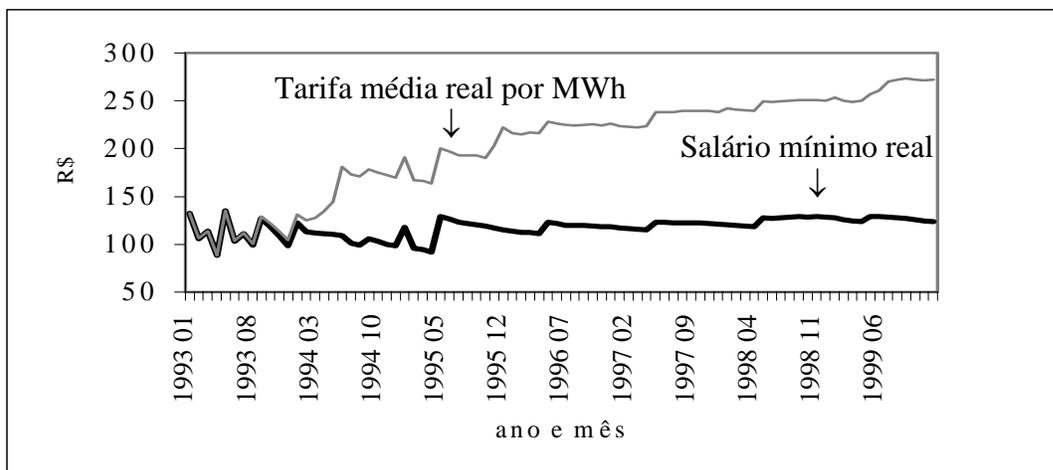
As perdas comerciais estão totalmente relacionadas aos clientes fraudulentos e inadimplentes, daí o fato de se considerar não só o cliente fraudulento numa busca de fraudes, mas também o consumidor inadimplente. Existe uma relação entre perdas de energia e inadimplência, pois o aumento de um pode levar ao aumento do outro. Assim, por exemplo, clientes que têm sua ligação elétrica normalizada em decorrência de furto, podem se tornar inadimplentes, até que seu fornecimento de energia seja cortado. Uma vez sem energia, esses clientes podem voltar a furtar energia. Este é só um exemplo da complexidade do problema que se está tratando.

Na presente dissertação tem-se um foco particular ao problema da inadimplência na consideração da perda comercial. No entanto, são citados nos itens a seguir alguns aspectos relevantes quando o assunto é perda comercial. Assuntos de cunho econômicos como a qualidade de atendimento aos clientes, a economia brasileira e a revisão tarifária. Assuntos de aspectos sociais, como a violência. Esse é um assunto que não pode nunca deixar de ser falado quando se trata da perda comercial, pois as cidades que têm maiores índices de violências são aquelas que também as perdas comerciais têm valores mais significativos. São levados em considerações também assuntos de cunho técnicos como avarias provocadas intencionalmente em medidores com intuito do furto de energia.

E por fim, assuntos relacionados ao tempo também são tratados, já que a energia elétrica, sobretudo a brasileira, depende das condições pluviométricas, portanto faz-se uma análise do racionamento e sua ligação com as perdas comerciais.

### **2.3.2 A Perda Comercial e a Inadimplência**

A perda na capacidade de pagar em dia serviços essenciais, sejam eles públicos ou de concessão, vem se acentuando nos últimos 10 anos no Brasil. No caso da energia elétrica, dados ABRADÉE mostram um crescimento elevado do volume de faturas em atraso superior a dez dias, que cresceu 295% desde 1991. Embora não sejam caracterizados como casos de inadimplência, essas informações são tomadas pela Associação como indicador de perda de poder aquisitivo dos clientes. Com os consecutivos aumentos nas tarifas, a elevação do desemprego e a queda na renda, muitos consumidores se vêem obrigados a pôr em segundo plano o pagamento dessas contas. No caso das tarifas de energia, o aumento médio foi 194,58%, entre 1995 e fevereiro de 2003 (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL). Na Região Sudeste, onde está o maior consumo de eletricidade, o preço do serviço cresceu 212%; no Nordeste, 156%; no Norte, 150%; e no Sul, 194% [24]. O gráfico a seguir ilustra o exposto anteriormente, quando faz uma comparação entre a renda familiar e o preço da tarifa de energia no Brasil nos anos de 1993 a 1999.



**Figura 1: Evolução do preço das tarifas médias de energia e do salário mínimo real**

A figura 1 comprova a análise anterior. Observando as trajetórias descritas pelo salário mínimo e pelas tarifas médias por MWh, deflacionadas pelo IPCA, verifica-se que o salário real descreve um caminho inicialmente de queda e, em seguida, uma trajetória tendendo à constante. Isso significa que os aumentos salariais ocorridos quase compensaram totalmente a inflação [10]. No entanto, as tarifas de energia elétrica tiveram uma trajetória sempre crescente a partir de 1994. Estes dois fatos justificam o decaimento da renda, já que enquanto o salário do consumidor permaneceu basicamente constante, as tarifas de energia aumentaram.

As distribuidoras de energia têm em geral um leque de ações no combate à fraude e à inadimplência. Entre estas ações se destacam as inspeções regulares em busca de furto, o corte e o recorte do fornecimento de energia, cobranças judiciais / extrajudiciais, parcelamento de dívidas, medição da energia no exato local em que os fios saem do poste com destino às residências. Há empresas que, além destas ações promovem

ações sociais, como palestras sobre educação para o consumo de energia. A COELBA, por exemplo, tem um projeto que busca formar dentro das próprias comunidades pessoas que passem o conhecimento de que ligação clandestina é furto de energia e, portanto, podem estar sujeitas às punições do Código Penal. Muitas pessoas que vivem em comunidades carentes acham que ligar a energia do poste que passa na rua em suas casas é como tirar água de um rio para beber.

### **2.3.3 A Perda Comercial e a Qualidade de Atendimento aos Clientes**

O acesso dos clientes clandestinos à rede elétrica, motivado pela condição social da população, leva ao furto de energia e / ou a instalações elétricas precárias não aceitáveis pelas empresas distribuidoras que podem provocar interrupções no fornecimento de energia, com oscilações de tensão, podendo ocasionar riscos de acidentes e queimas de eletrodomésticos, além de causar grandes prejuízos na qualidade de atendimento aos clientes das concessionárias, que é um item de grande preocupação das distribuidoras de energia nos dias de hoje, pois a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), através do IASC (Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor) onera as empresas cuja satisfação do consumidor é baixa.

O IASC é o resultado da pesquisa junto ao consumidor residencial que a Agência realiza todo ano para avaliar o grau de satisfação dos consumidores residenciais com os serviços prestados pelas distribuidoras

de energia elétrica. A pesquisa abrange toda a área de concessão das 64 distribuidoras no País.

Para ilustrar a satisfação dos clientes com a empresa, o gráfico a seguir mostra os resultados encontrados na área de concessão da ELEKTRO para essa variável, na pesquisa de posses e hábitos de consumo (PPH) feita com clientes adimplentes, inadimplentes e fraudadores. Neste gráfico há três índices: a satisfação global, a desconformidade e a distância do ideal. Para os três itens as notas variavam de 1 a 10, onde para a satisfação global, a nota 1 indicava que o entrevistado estava insatisfeito com os serviços de energia elétrica e a nota 10 que este estava muito satisfeito; já para a desconformidade, a nota 1 indicava que o serviço prestado pela empresa (ELEKTRO) estava muito pior que aquele que o entrevistado esperava e a nota máxima indicava que o serviço prestado pela distribuidora era muito melhor que aquele esperado pelo entrevistado; e finalmente para a distância do ideal, a nota 1 indicava que a empresa estava muito longe da ideal e a nota 10 que ela estava muito próxima do ideal.

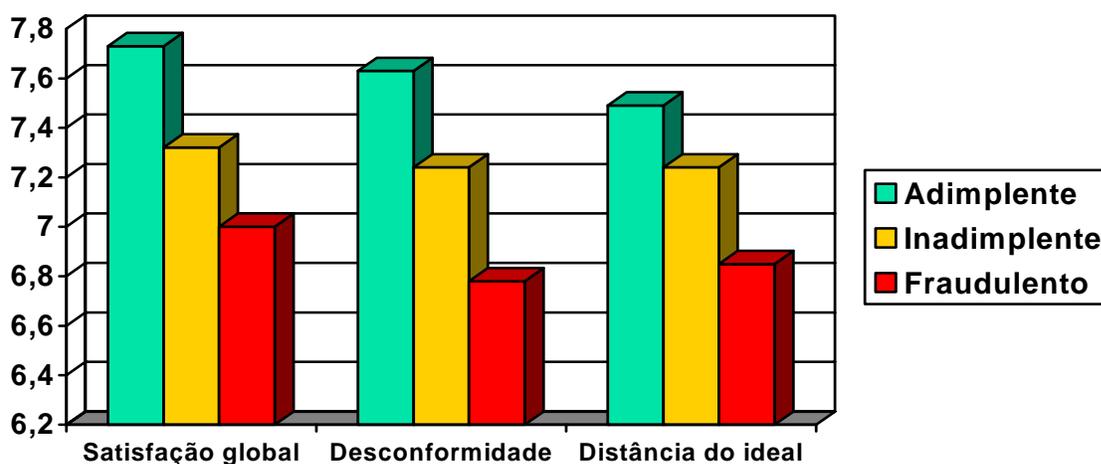


Figura 2: Satisfação dos clientes da ELEKTRO

Vê-se neste gráfico que o consumidor fraudulento é o que dá as menores notas para os três itens. Talvez o fato de não estarem muito satisfeitos com a empresa os levam a vir a furtar.

#### **2.3.4 A Perda Comercial e o Medidor de Energia Elétrica**

Os medidores estão intrinsecamente ligados ao furto, pois eles fazem o *link* entre a empresa fornecedora e o consumidor de energia elétrica. Por isso, muitas vezes o medidor é o caminho para o furto, o que faz este aparelho não só ser considerado causador da perda técnica, devido a avarias neste aparelho, mas também da perda comercial devido ao fato de ser este um dos principais caminhos para o furto da energia.

Faturar um cliente significa ler a medição. Historicamente, a atividade de leitura da medição tem sido um trabalho intensivo e seguido de um ciclo mensal. Inovações da tecnologia de medição podem reduzir este trabalho e a quantidade de equipamentos necessários, com isso a facilidade de leitura reduziria os erros e diminuiriam o ciclo de faturamento. Além disso, novas tecnologias poderiam também detectar influências da medição reduzindo o impacto de furtos [13]. Já que para burlar a medição os fraudadores de energia elétrica utilizam “diversas técnicas”, as quais alguma delas, citadas por Khrishma-Rao e Miller (1999), são listadas nos parágrafos que se seguem.

1. Fazer ligação direta a rede sem medidor.
2. Interromper a conexão do neutro incorporando uma ligação nos circuito deste com um conector terra eficiente.
3. Inserir uma pequena agulha para parar a rotação do disco medidor através de um pequeno buraco na tampa e uso de tinta para camuflar.
4. Fazer um buraco no vidro do medidor e inserir pasta de dentes, alguma folha de polímero ou filme de celulose para obstruir a rotação do disco de medição.
5. Submeter o medidor a choques violentos, com intuito de que um dente na superfície do disco seja formado e que sua rotação seja prejudicada.
6. Manter o medidor em uma posição inclinada para que o disco diminua sua velocidade de rotação ou colocar o medidor na posição horizontal para que a medição seja parada.
7. Queimar o medidor para que um curto seja formado e que este não mais possa ser utilizado para medição.
8. Reverter as conexões entre o ramal de entrada e a carga através dos terminais, pois quando o ramal é trifásico se as fases são invertidas o erro introduzido na medição é de 100% [22].
9. Fazer ligação direta de uma fase ou neutro por trás do medidor, para que a medição seja parada.

Podem também haver perdas comerciais que não estejam diretamente ligadas ao furto pelo cliente da empresa distribuidora de energia e sim relacionadas a erros na conexão dos medidores, a baixa qualidade destes e de erros de leituras ou de faturamentos que sejam intencionais ou não.

### **2.3.5 A Perda Comercial e a Violência**

Tem-se o objetivo neste trabalho de se direcionar bem o electricista na busca de fraude. A inspeção muitas vezes não é feita por falta de tempo, daí a relevância de uma inspeção bem direcionada. No entanto, deve-se atentar a um outro fator que faz com que inspeção e, por conseguinte, o corte de um possível cliente fraudador não seja realizado, a violência.

Muitas vezes, geralmente nas favelas, os electricistas não têm acesso aos locais onde há a ocorrência da fraude de energia. Nesses locais, a ocupação urbana não planejada, que se caracteriza por possuir um número elevado de construções geralmente residenciais próximas umas das outras, com vias de acesso bastante irregulares, tortuosas e estreitas, leva a população a utilizar ligações clandestinas para obter energia elétrica.

Para se ter noção do montante de perdas nas áreas classificadas como favela, há no estado do Rio de Janeiro favelas nas quais os índices de perdas chegam a 70%. Um valor extremamente alto e que precisa, certamente, ser investigado pelas empresas distribuidoras [24].

O problema se agrava quando a ocupação não planejada é combinada às altas incidências de violência, que dificultam os trabalhos de normalização das ligações de energia. Assim, tem-se uma espécie de círculo vicioso no qual, a “ausência” do Estado que deveria levar a uma ocupação planejada do local propicia condições que, impedem, de fato, a entrada do Estado com serviços de infra-estrutura urbana e serviços sociais voltados para a população para regularizar a ocupação. Chama-se a atenção, ainda, a relação que se estabelece entre o crescimento da violência e do “crime organizado”, tendo como local privilegiado de proliferação as favelas e as comunidades carentes. O elevado número de favelas aliado ao problema do “crime organizado” potencializa a dificuldade do Estado em se fazer presente nesses locais. Mesmo organizações locais da sociedade civil só realizam trabalhos e atividades nas favelas pela aceitação do acordo velado de não delação dos traficantes [24].

O crescimento de grupos paraestatais no interior das favelas impôs aos seus moradores regras alheias às leis estabelecidas no Estado de direito. Ao contrário da percepção da favela como um espaço da desordem que prevalecia nos anos 60 e 70, passa-se a conceber a favela como o espaço de uma ordem sobre a qual o poder público não legisla e não tem domínio. De fato, um espaço hostil ao Estado [24]. Hostil pois, o Estado representado pelas polícias militar e civil, sempre se valeu pelo uso abusivo da força e da repressão contra todos os moradores indistintamente. Esta forma de atuação deliberada por estas duas instituições estaria na base de ressentimento que as populações destes locais teriam contra o Estado.

O narcotráfico define regras de convivência e elabora suas próprias “leis”, que devem ser seguidas pelos moradores locais. Tais regras e leis, em muitas situações, ocupam o lugar do poder público e do Estado de direito. Além de se tornarem um problema não apenas para o Estado, mas também para os moradores das favelas e pessoas que, de um modo ou outro, circulam por estes espaços e participam do cotidiano onde estas regras estão inseridas. As “regras” se revelam tanto através de acordo velados de silêncio quanto à presença e atuação dos traficantes, como a aceitação dos horários de recolher ou mesmo a “hospedagem” de traficantes nas casas dos moradores [24].

Ao mesmo tempo, os narcotraficantes estabeleceram suas próprias redes de clientelismo, atuando como “protetores” e suprimindo carências que caberia ao próprio Estado. Sem alternativas junto ao poder público, é com o narcotráfico que muitos moradores encontram saída para seus problemas imediatos. A compra de remédios, o pagamento de enterros ou mesmo um carro para levar uma gestante à maternidade se revelam parte de um sistema de troca no qual se estabelece um compromisso que já foi imposto, mesmo para aqueles que recusam a ajuda do tráfico. Os “favores” concedidos pelo narcotráfico podem ser percebidos então não como “presentes”, mas como uma recompensa justa pela aceitação forçada a estas novas regras. Assim, entre as formas de proteção oferecida pelos traficantes, muitas vezes, se encontra a proibição do corte do fornecimento de luz e água. Há casos inclusive de furto de sinal de TV’s por assinatura. Interessante o contraponto oferecido pelo serviço telefônico, como o seu

corte é remoto, sem necessitar que um funcionário se dirija ao local, este é o único serviço dentro da favela que quem possui paga em dia [24].

Assim, deve-se considerar que as abordagens de equipes em áreas de extremo risco social são difíceis de executar, mesmo por parte do poder público. Há áreas, por exemplo, em que as equipes operacionais das concessionárias de energia não entram mais. São as chamadas “áreas de risco”, onde devido a reiteradas ameaças de violência algumas empresas distribuidoras suspenderam todas as operações de inspeção, corte e cobrança de dívidas. Existem ainda as áreas onde não é incomum que cortes, recortes e inspeções não possam ser realizados devido a ameaças de violência, mesmo não sendo consideradas “de risco”. Uma das estratégias para se enfrentar esta questão seria buscar o apoio do poder público e de outras concessionárias de serviço, como telefonia e abastecimento de água, por exemplo [8].

### **2.3.6 A Perda Comercial e a Economia Brasileira**

Deve-se também chamar a atenção para alguns aspectos econômicos mais amplos da configuração social que podem levar ao furto de energia elétrica. Com a oferta de crédito “popular” – juros altos, mas com parcelas que cabem nos orçamentos mais carentes – e os estímulos da propaganda de massa, mesmo as pessoas mais pobres conseguem comprar os bens de consumo mais sofisticados, como televisores maiores, vídeos cassete, DVD's, ar condicionado, freezer e microondas, etc.

Desse modo, é possível especular que a inserção da população carente em uma sociedade de consumo pode agir como um potente motor para o furto de energia e a inadimplência, uma vez que a compra de novos eletrodomésticos aumenta consideravelmente a conta de luz para um valor que não cabe no orçamento dessas famílias. Quando isto ocorre, muitas vezes as pessoas preferem pagar as prestações do crediário adquirido à conta de luz, já que as concessionárias de energia, por lei, não podem incluir seus devedores no cadastro do Serviço de Proteção ao Crédito (SPC), pois a energia elétrica é considerada um bem de consumo essencial. Dado a importância do crédito entre os mais pobres, o pagamento do crediário de eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos se torna uma decisão mais óbvia.

Um outro aspecto de relevância e que deve ser tratado é que ao contrário do que se possa imaginar, o segmento de baixa renda, situado principalmente nas áreas de favelas, é responsável por apenas um terço (em termos absolutos) das perdas comerciais contabilizadas pela maioria das concessionárias. A maior parte das ligações irregulares é encontrada em outros setores da área de concessão das distribuidoras, como indústria, comércio, iluminação pública e no setor residencial (que não inclui baixa renda), onde são registrados os maiores índices de fraude.

Além disso, pode-se ver na figura a seguir, também resultado da PPH na ELEKTRO, que as pessoas que têm o melhor nível de escolaridade, nem sempre são as que menos furtam. Vê-se neste gráfico, por exemplo, que os analfabetos fraudulentos estão em quase a metade dos adimplentes.

É sabido que a educação é correlacionada positivamente com a renda. Portanto, pode-se especular que a fraude está ligada à índole da pessoa e não ao nível de escolaridade.

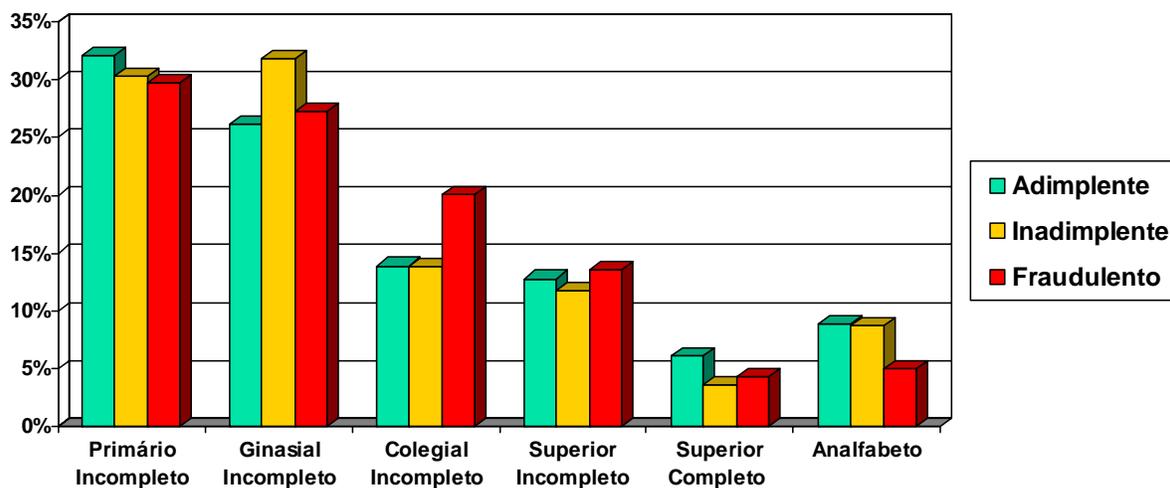


Figura 3: Nível de escolaridade dos clientes da ELEKTRO

### 2.3.7 A Perda Comercial e o Racionamento

Um outro fator que muito está relacionado com o crescimento da incidência de fraudes nas empresas distribuidoras é a crise de energia de 2001 – apesar de ter contribuído para redução das perdas técnicas devido a queda do consumo elétrico – esta tem sido considerada uma das vilãs do aumento das perdas comerciais. Isto porque, para atingir a meta de consumo determinada pelo governo, muitos clientes se aproveitaram de ligações clandestinas para registrar um gasto de energia menor do que o

real. Terminado o racionamento, porém, esses clientes não acabaram com a fraude [29].

### **2.3.8 A Perda Comercial e a Revisão Tarifária**

A revisão tarifária, na opinião das empresas do setor elétrico, poderia ser o caminho para a redução desses números tão significativos de perdas sobre as receitas das companhias. Quanto mais eficiente for a empresa em termos de perdas, menos o consumidor será onerado. Na legislação sobre revisão tarifária existe um incentivo às concessionárias para que reduzam suas perdas. Uma parte desse ganho fica para as companhias e outra para os consumidores, que paga em uma tarifa menor [37].

Assim, a redução das perdas comerciais não é benéfica apenas a concessionária de energia. A diminuição do furto traz também benefícios ao Estado e ao próprio consumidor: para o primeiro isto se deve ao aumento da arrecadação de impostos, já para o segundo à revisão tarifária. No entanto, a maioria dos clientes de energia elétrica não tem consciência de que todos saem perdendo com o furto de energia.