



UNIVERSIDADE SALVADOR - UNIFACS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
MESTRADO EM REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

AVALIAÇÃO DE PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA NÃO-TÉCNICAS
METODOLOGIA APLICADA NO MUNICÍPIO DE SALVADOR/BA

PEDRO ROBERTO PAIVA DANTAS

Salvador

2006

PEDRO ROBERTO PAIVA DANTAS

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA NÃO-TÉCNICAS
METODOLOGIA APLICADA NO MUNICÍPIO DE SALVADOR/BA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Regulação da Indústria de Energia – UNIFACS, como
requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Carvalho Valente

Salvador

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Dantas, Pedro Roberto Paiva.

Avaliação de perdas de energia elétrica não-técnicas metodologia aplicada no município de Salvador-Ba / Pedro Roberto Paiva Dantas. - 2005.

96 f. il. ; 27 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Salvador – UNIFACS.
Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, 2006.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Carvalho Valente

1. Energia elétrica - Brasil. 2. Energia elétrica - Regulação - Brasil. 3. Energia elétrica - Brasil - Aspecto econômico. 4. Energia elétrica - Reestruturação Brasil. 5. Mercado atacadista de energia elétrica - Regulamentação. 6. Energia elétrica – Distribuição. I. Valente, André Luiz Carvalho, orient. II. Título.

CDD: 621.042

Aos meus pais, Pedro e Margarida, aos meus filhos, Tiago e Viviane,
e a minha esposa Hilda, pelo inestimável apoio.

Agradecimentos

Ao meu orientador e amigo André Valente, pela dedicação e competência.

Aos meus amigos Mônica Silveira, Paulo Bastos, Marcos Almeida, Renato Araújo, Mariana Strauch, Ivy Micheli, Danila Silva e Fernanda Araújo, pela parceria no desenvolvimento do *software*.

A Coelba, pelo apoio financeiro, pelo fornecimento de dados e pela realização de trabalhos de campo.

A todos os amigos que deram alguma contribuição e apoio e não estão aqui relacionados.

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma metodologia de estratificação e quantificação das perdas não-técnicas de energia elétrica, também chamadas de comerciais, tratadas como “matriz de perdas”, associando para áreas ou municípios as perdas devido a irregularidades nas medições de consumidores, clientes auto-religados, unidades ligadas clandestinamente e aquelas referentes à iluminação pública. O desenvolvimento da metodologia tem base estatística, e para o dimensionamento das amostras e expansão dos resultados foram consideradas a quantidade de consumidores, classes, faixas de consumo e áreas geográficas, resultando no desenvolvimento de *software* específico. Tal quantificação matricial direciona corretamente as ações de redução de perdas para o verdadeiro foco do problema, permitindo um diagnóstico detalhado e a adoção das medidas em intensidade adequada para o seu saneamento.

Palavras-chave: Energia Elétrica - Distribuição, Energia Elétrica - Regulação, Perdas.

ABSTRACT

This dissertation presents a stratification and quantification methodology of non-technical losses, also referred to as “commercial” ones, treated as a “loss matrix”, associating for areas or districts the losses due to irregularities of the consumers’ consumption measuring controls, self re-connections done by the clients, clandestinely connected units and also those related to public lighting. The development of this methodology is statistically based and, for the dimensioning of the samples and the expansion of the results, the following aspects were taken into consideration: number of consumers, classes, consumption bands and geographical areas, resulting in the development of specific software. Such matricial quantification directs the correct actions for loss reduction to the real focus of the problem, assuring a comprehensive diagnosis and the adoption of adequate intensity of measures for its remedy.

Keywords: Electric Energy – Distribution, Electric Energy – Regulation, Losses.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. APRESENTAÇÃO	8
1.2. DEFINIÇÕES.....	11
1.3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS	12
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	16
2.1. INTRODUÇÃO	16
2.2. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E A REGULAÇÃO.....	18
2.3. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E A SOCIEDADE	22
2.4. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E O MEIO AMBIENTE	25
2.5. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	28
2.5.1. <i>Práticas usuais do setor</i>	28
2.5.2. <i>A Legislação Penal</i>	29
3. MATRIZ DE PERDAS COMERCIAIS	30
3.1. MOTIVAÇÃO	30
3.2. CAUSAS PRINCIPAIS.....	31
4. METODOLOGIA	36
4.1. INTRODUÇÃO	36
4.2. IRREGULARIDADES NA MEDIÇÃO E AUTO-RELIQAÇÕES	36
4.2.1. <i>O embasamento estatístico</i>	36
4.2.2. <i>O software desenvolvido</i>	52
4.3. LIGAÇÕES CLANDESTINAS E ERROS DE FATURAMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA	58
5. ESTUDO DE CASO	62
5.1. INTRODUÇÃO	62
5.2. IRREGULARIDADES NA MEDIÇÃO E AUTO-RELIQAÇÕES.....	65
5.3. LIGAÇÕES CLANDESTINAS E ERROS DE FATURAMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA	81
5.4. A MATRIZ DE PERDAS COMERCIAIS DE SALVADOR.....	83

6. ANÁLISE CRÍTICA.....	86
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
7.1. CONCLUSÕES	88
7.2. RECOMENDAÇÕES	90
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
9. APÊNDICES	95

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

O mercado de energia elétrica do Brasil, ao longo dos últimos 20 anos, tem recebido influência de um conjunto de fatores e tendências associados à economia mundial, que ditam as condições e oportunidades de comércio, fluxo de capitais e inovações tecnológicas. Essas interações diárias são determinantes da oferta e demanda de energia.

Outro fator preponderante das variações desse mercado é a situação econômica e política do país, que pode desencadear expansões ou retrações bruscas do consumo, como a ocorrida em 2001 com o racionamento de energia elétrica imposto pelo Governo Federal.

Em 1980, a população brasileira era de 119 milhões e o consumo global brasileiro, ou seja, o total consumido por todas as atividades desenvolvidas no Brasil, era de 122,7 TWh, o que resulta na razão de 1.031 kWh por habitante por ano. Em 2000, essa razão atingiu 1.955 kWh, o que representa um aumento de 90% ou 4% ao ano, caracterizando o crescimento da atividade econômica e a melhoria das condições de vida do povo brasileiro (IBGE, 2001) (MME, 2002).

Associado a esse crescimento surge também o aumento das perdas de energia elétrica. Somente na década de 80, essas perdas passaram a ter a devida atenção das concessionárias. Isso ocorreu, principalmente, após a elevação dos custos para a prestação do serviço.

Parte dessa perda é de origem técnica (inerente ao sistema elétrico) e parte de origem não-técnica ou comercial causada, principalmente, por fraudes e desvios de energia.

Atualmente, as perdas comerciais são encaradas como um problema mundial (SEGER, 2002). O desvio de energia elétrica ou fraude é um problema internacional que prejudica a sociedade, acarretando aumento na tarifa de fornecimento e injustiça social, além de causar, em alguns casos, acidentes fatais.

Segundo SEGER (2002), pesquisas realizadas estimaram que 10% da energia gerada na América Central é roubada, e na Ásia esse percentual atinge 21%.

Na América do Norte as perdas globais são estimadas em 9,5% e no Leste Europeu atingem 18% (World Bank, relatório 2003).

Segundo Martín e Ramati (1991), os níveis médios desejáveis de perdas globais são da ordem de 10 a 13%, sendo:

- 7 a 9% correspondentes à perda técnica; e,
- 3 a 4% correspondentes à perda não-técnica.

Esses valores de perda global variam de acordo com a matriz energética de cada região. Concessionárias com geração distribuída reduzem a perda de transmissão e podem atingir valores menores que os citados.

Segundo a ABRADÉE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, hoje, no Brasil, 16% de toda energia produzida é perdida. Há dez anos esse percentual era de 12%. Na tabela abaixo estão relacionadas às perdas globais de algumas concessionárias brasileiras:

INDICE DE PERDAS GLOBAIS DE ENERGIA ELÉTRICA (%)

EMPRESA	1999	2000	2001	2002
BANDEIRANTE - BANDEIRANTE ENERGIA S.A.	9,41	7,75	5,94	7,53
CEAL - COMPANHIA ENERGÉTICA DE ALAGOAS	ND	23,31	23,54	26,12
CEB - COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA	8,80	9,64	8,48	10,10
CEEE - COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA	8,54	11,30	14,43	13,90
CELESC - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A.	7,74	7,78	7,78	7,73
CELG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS	11,70	11,31	11,55	12,97
CELPA - CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ S.A.	30,12	24,06	22,11	21,42
CELPE - COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO	20,22	18,81	17,74	19,42
CELTINS - COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DO TOCANTINS	18,40	15,31	16,27	17,32
CEMAR - COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO	27,68	26,60	23,70	21,90
CEMAT - CENTRAIS ELÉTRICAS MATOGROSSENSES S.A.	20,73	17,62	15,33	15,17
CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS	7,97	8,35	7,53	7,34
CEPISA - COMPANHIA ENERGÉTICA DO PIAUÍ	ND	ND	26,30	31,85
CERJ - COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO RIO DE JANEIRO	15,31	19,71	18,95	23,63
COELBA - COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA	14,98	13,06	14,15	16,53
COELCE - COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ	12,30	ND	12,63	13,80
COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA	6,59	6,69	5,43	5,72
COSERN - COMPANHIA ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO NORTE	14,77	12,81	12,82	14,03
CPFL - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ	7,70	6,67	6,27	8,25
ELEKTRO - ELETRICIDADE E SERVIÇOS S.A.	6,36	6,33	6,16	7,02
ELETROPAULO - METROPOLITANA ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S.A.	8,69	12,87	13,68	13,27
ENERGIPE - EMPRESA ENERGÉTICA DE SERGIPE S.A.	12,66	14,34	12,66	12,46
ENERSUL - EMPRESA ENERGÉTICA DE MATO GROSSO DO SUL S.A.	17,15	15,84	12,73	15,77
ESCELSA - ESPÍRITO SANTO CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.	9,13	9,59	10,38	11,34
LIGHT - SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A.	14,90	16,47	18,23	21,65
MANAUS - MANAUS ENERGIA S.A.	28,26	27,60	28,41	30,07
RGE - RIO GRANDE ENERGIA S.A.	9,53	8,57	8,56	10,04
SAELPA - SOCIEDADE ANÔNIMA DE ELETRIFICAÇÃO DA PARAÍBA	ND	27,36	26,25	21,09
BRASIL	16,68	17,06	16,75	16,30

Fonte: ABRADDEE

ND – Dado não disponível

Figura 1 – Índice de Perdas Globais de Energia Elétrica, em 12 meses (%)

Essas grandes variações nos percentuais de perdas entre as concessionárias se justificam pelas características dos mercados e dos sistemas elétricos de

transmissão e distribuição, bem como pela gestão das perdas comerciais, que está condicionada ao equilíbrio entre os custos e os benefícios associados às ações para sua redução.

Otimizar as perdas, sob a ótica da concessionária de distribuição, representa não só dispor de uma parcela maior da energia comprada para ser faturada, mas, também, melhorar a qualidade do produto oferecido aos consumidores. Para o agente regulador e para a sociedade em geral, a redução das perdas representa a garantia de investimento na qualidade do produto, na manutenção do patrimônio da concessão e modicidade tarifária (STRAUCH, 2002).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver metodologia para estratificar as causas das perdas comerciais e quantificá-las de modo a otimizar os recursos disponíveis e direcionar corretamente as ações para o foco do problema, tendo como base o projeto de pesquisa e desenvolvimento da COELBA sobre avaliação das perdas comerciais, coordenado por este autor, e desenvolvido em conjunto com a Universidade Salvador – UNIFACS, no âmbito dos programas de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

1.2. DEFINIÇÕES

Perda de energia é a diferença existente entre a energia requerida pela empresa, composta por compras e/ou geração própria, e a energia vendida aos consumidores e/ou à outras empresas, em um intervalo de tempo.

Considerando a localização no sistema elétrico, as perdas podem ocorrer:

- na transmissão – perdas de energia elétrica existentes, considerando os sistemas de geração e transmissão (STRAUCH, 2002).

- na distribuição - perdas de energia elétrica existentes, considerando apenas o sistema de distribuição (STRAUCH, 2002).

Considerando a origem, as perdas são divididas em:

- Técnicas - inerentes ao processo, ocorrem no transporte, na transformação e noutros equipamentos das redes, e se caracterizam por ocorrer antes do ponto de entrega.
- Não-técnicas ou comerciais - correspondem à energia efetivamente entregue ao consumidor e/ou a outra concessionária, mas não computada nas vendas. Neste trabalho serão utilizadas as duas nomenclaturas, indistintamente.

O índice de perdas (IPE) é calculado pela relação entre a perda de energia e a energia requerida, podendo ser:

- global;
- na transmissão; e,
- na distribuição.

$$\text{IPE \%} = \frac{\text{Perdas Energia X 100}}{\text{Energia Requerida}}$$

1.3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Vários fatores podem provocar perdas comerciais de energia em empresas distribuidoras, os principais são: a situação econômica do país, o desemprego, o

valor das tarifas, a facilidade para execução de ligações clandestinas, a impunidade, a qualidade dos equipamentos de medição, a qualidade do faturamento, deficiências administrativas. Alguns desses fatores podem estimular a execução de fraudes nas medições.

Para o gerenciamento das perdas, as concessionárias de energia elétrica estimam a perda comercial por meio da diferença entre as perdas globais medidas e as perdas técnicas estimadas usando *softwares* baseados em gerência de rede e fluxo de carga.

Esse cálculo permite acompanhar a evolução das perdas não-técnicas. Porém, somente o conhecimento da participação de cada uma das causas dessas perdas é que permite às concessionárias a adoção das medidas em intensidade adequada para o seu saneamento. Como resultado da focalização dos problemas, as ações serão estratificadas em função da obtenção dos melhores resultados, com os menores custos. O diagnóstico das perdas deve ser detalhado e preciso para que as ações sejam corretamente implementadas.

A realização de pesquisa amostral em consumidores regulares e a quantificação das perdas de energia dela extraída constitui-se ferramenta de grande valia para o diagnóstico das perdas não-técnicas e conseqüente definição de ações. Em função de tais observações, poderão ser introduzidas modificações em padrões e procedimentos comerciais nas concessionárias de energia elétrica.

O desenvolvimento de metodologia para estratificação e quantificação das perdas não-técnicas é o objeto desta dissertação.

Essa metodologia, baseada em dados estatísticos, é inovadora, pois estratifica e quantifica exclusivamente a perda comercial, permitindo a verificação das estimativas da perda técnica pela diferença entre perda global e comercial.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em nove capítulos. No primeiro é feita a apresentação e definidos os objetivos e organização da dissertação.

No capítulo 2, é apresentada a caracterização do problema, enfocando os aspectos relevantes que envolvem a regulação, a sociedade e o meio ambiente. Finalizando esse capítulo, são discutidas as práticas usuais do setor elétrico brasileiro e a legislação penal pertinente.

No capítulo 3, são analisadas as origens das perdas comerciais dentro das concessionárias de distribuição, e estratificadas em quatro grandes causas:

- a) Ligações clandestinas: ligações feitas por clientes que nunca foram regulares.
- b) Consumidores auto-religados: ligações feitas por clientes regulares após ação de suspensão do fornecimento de energia.
- c) Iluminação pública: erros de faturamento devido a cadastro desatualizado e defeitos em relés fotoelétricos.
- d) Consumidores cadastrados e regularmente ligados ao sistema: fraudes ou defeitos na medição e erros de faturamento.

No capítulo 4, é apresentada a metodologia que descreve o embasamento estatístico e o *software* desenvolvido para a pesquisa referente às irregularidades nas medições e auto-religações, bem como a metodologia desenvolvida para

estimativa das perdas comerciais devido a erros de faturamento da iluminação pública e a ligações clandestinas.

No capítulo 5, é realizado um estudo de caso real com pesquisas feitas no município de Salvador. São estratificadas e quantificadas as quatro principais causas e montada a matriz de perdas comerciais.

Nos capítulos 6, 7, 8 e 9 são apresentadas a análise crítica, as considerações finais, as referências bibliográficas consultadas e apêndices.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

2.1. INTRODUÇÃO

Não se pode discutir perdas comerciais de energia elétrica sem associá-las à evolução do setor elétrico. Na última década esse setor vem sofrendo grandes transformações, visando incentivar investimentos privados.

A indústria de energia elétrica, em quase todos os países, tem passado por significativas mudanças no que se refere a liberalização e competitividade (FLEURY, 2001).

Os últimos movimentos de reforma da indústria de energia elétrica em diversos países como Inglaterra, Espanha, Noruega, Austrália, Chile, Argentina e nos Estados Unidos têm como forte argumento a busca da eficiência por meio da competição naqueles segmentos da indústria onde isso é possível.

Ao longo desses anos o sistema elétrico brasileiro vem passando por grandes transformações objetivando atender a expansão da demanda do país, pela liberalização do mercado devido a incapacidade do Estado em continuar investindo no setor.

De uma maneira geral, tais mudanças têm como característica básica a criação de um ambiente de competição, por meio de diversos instrumentos de organização, como desverticalização, limites de poder de mercado e privatização.

No Brasil, ao longo do seu processo de industrialização, o Governo foi o provedor dos serviços de infra-estrutura para viabilização da expansão do seu parque

produtivo. Nesse período, o setor elétrico brasileiro, como em outros países, era constituído por concessionárias verticalmente integradas. Normalmente, a geração e a transmissão em longa distância estavam concentradas em companhias estatais federais e a distribuição e comercialização concentradas em companhias estatais estaduais.

Podemos segregar a indústria de energia elétrica brasileira em 3 fases distintas:

1ª) Início do século XX – A indústria era privada, sem regras de regulação e sem coordenação centralizada (verticalizada).

2ª) Segunda metade do século XX – A indústria passa a ser monopólio estatal, na era do Estado Produtor (verticalizada).

3ª) Final do século XX – A indústria é parcialmente privatizada em quatro segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização. Era do Estado Regulador (contratos de concessão), pois o setor elétrico apresenta características de monopólio natural que prejudicam a competitividade entre distribuidoras e justificam a necessidade de regulação.

Atualmente, estão sendo implementadas alterações em alguns pontos desse modelo.

Para regularizar e fiscalizar esse mercado de energia elétrica foi criada, em 1996, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

2.2. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E A REGULAÇÃO

A ANEEL tem como missão proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. (www.aneel.org.br)

Dentre as várias funções técnicas da ANEEL, a regulação do mercado e a normatização serão aqui destacadas.

A função técnica de regulação do mercado, no caso das distribuidoras de energia elétrica, se restringe à regulação do serviço de distribuição que é essencial para incrementar a eficiência das empresas. É importante alertar que perdas elevadas resultam numa maior necessidade de geração de energia elétrica.

A modicidade tarifária é um dos principais objetivos da ANEEL, que na composição da tarifa considera a variação de custos que as distribuidoras tiveram nos últimos 12 meses. O reajuste tarifário é composto por duas parcelas: a parcela A que são os custos não-gerenciáveis, tal como aquisição de energia elétrica, e a parcela B que são os custos gerenciáveis, tal como quadro de pessoal.

Portanto, há necessidade de se definir um tratamento regulatório para as perdas de energia elétrica. É reconhecido que a concessionária distribuidora não possui controle sobre os custos da Parcela A, embora se possa admitir que ela possui certa capacidade para negociar os preços de compra de energia elétrica, dadas as condições e restrições determinadas pela legislação vigente. No entanto, é lícito afirmar que a concessionária possui uma forte capacidade de gestão sobre as perdas de energia elétrica, que influem na quantidade de energia elétrica comprada considerada para o cálculo da Parcela A. Com efeito, essas quantidades correspondem à soma das vendas da distribuidora com as perdas incorridas nas

atividades desenvolvidas para fazer chegar a energia elétrica desde os pontos de produção até os pontos de consumo (ANEEL - NT 052/2003).

Portanto, a eficiência da gestão deve ser incentivada para que o resultado da redução dessas perdas seja repassado como benefício para toda a sociedade.

Assim, com a finalidade de calcular os montantes de energia que a concessionária deve comprar, o Regulador determina, para cada ano de um período tarifário, o nível máximo de perdas admitidas sobre as quantidades de energia elétrica que a concessionária distribuidora prevê vender para atender seu mercado. Essa determinação pode ser feita mediante a fixação de um valor único para todo o período tarifário ou definição de uma “trajetória” ou curva decrescente. Com o valor “regulatório” de perdas determinado dessa forma, calcula-se o montante de energia a ser considerado na Parcela A das tarifas da concessionária. Isso significa valorar as perdas ao preço representativo das compras de energia elétrica da distribuidora. Do exposto, se depreende que a concessionária distribuidora tem forte incentivo para reduzir as perdas a níveis inferiores ao “padrão regulatório”, já que poderá reter como benefício, durante o período tarifário, a diferença entre esse valor e o valor real obtido, valorada ao preço de compra. O incentivo é máximo para reduzir as perdas não-técnicas, já que, neste caso, a empresa distribuidora venderá a energia envolvida pela tarifa regulada (soma da Parcela A e da Parcela B) (ANEEL - NT 052/2003).

Esse padrão regulatório é essencial para evitar a ineficiência do setor e para proteger os consumidores que cumprem com as suas obrigações, pois estes certamente arcarão com o custo do aumento de tarifas em razão das perdas causadas pelos infratores.

A outra função técnica da ANEEL, a normatização, é baseada na Legislação do Setor Elétrico Brasileiro e engloba artigos da Constituição, leis complementares e ordinárias, decretos, portarias interministeriais, portarias do Ministério de Minas e Energia e do extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), resoluções da própria ANEEL e CONAMA.

A principal norma utilizada pelas distribuidoras, no caso específico das perdas comerciais, é a Resolução 456, de 29/11/2000, que estabelece procedimentos e critérios a serem adotados para as compensações de faturamento nos casos de deficiência técnica ou irregularidades detectadas pelas concessionárias nas medições de consumidores.

Nos artigos 71 a 78 estão condensados os seguintes procedimentos:

O artigo 71 estabelece os critérios para faturamento nos casos de deficiência no medidor e demais equipamentos de medição. O cálculo deverá ser baseado na média aritmética dos 3 últimos faturamentos e não poderá ultrapassar 1 ciclo, ou seja, será cobrado do consumidor apenas 1 mês, exceto se a deficiência decorrer de ação comprovadamente atribuível ao consumidor.

O artigo 72 dispõe sobre procedimentos irregulares (fraudes), cuja responsabilidade não seja atribuível à concessionária. Esse artigo estabelece que deverá ser emitido o “Termo de Ocorrência de Irregularidade”, contemplando todas as informações necessárias e providenciada perícia técnica, quando requerida pelo consumidor. Além disso, deverá ser procedida a revisão do faturamento com base nas diferenças entre os valores efetivamente faturados e os valores apurados por meio de um dos seguintes critérios:

a) Aplicação do fator de correção determinado a partir da avaliação técnica do erro de medição causado pelo emprego dos procedimentos irregulares apurados.

b) Na impossibilidade do emprego do critério anterior, identificação do maior valor de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas e reativas excedentes, ocorridos em até 12 (doze) ciclos completos de medição normal imediatamente anteriores ao início da irregularidade.

c) No caso de inviabilidade de utilização de ambos os critérios, determinação dos consumos de energia elétrica e/ou demandas de potência ativas e reativas excedentes por meio de estimativa, com base na carga instalada no momento da constatação da irregularidade, aplicando fatores de carga e de demanda obtidos a partir de outras unidades consumidoras com atividades similares. (Resolução ANEEL 456, 29/11/2000)

O artigo 73 define a cobrança de custo administrativo adicional de até 30% do valor líquido da fatura relativa à diferença entre o valor apurado e o efetivamente faturado, nos casos previstos no artigo 72.

O artigo 74 determina os percentuais a serem cobrados como custo administrativo quando houver auto-religação, após a suspensão do fornecimento, nos casos referidos no artigo 72.

O artigo 75 determina que, para os casos de deficiência em equipamentos de medição decorrentes de aumento de carga à revelia da concessionária e/ou procedimento irregular, o período de duração da irregularidade deverá ser determinado tecnicamente ou pela análise do histórico dos consumos de energia elétrica e/ou demandas de potência.

O artigo 76 estabelece os procedimentos para os casos em que a concessionária tenha faturado valores incorretos ou não tenha efetuado nenhum faturamento por motivo de sua responsabilidade.

O artigo 77 determina as tarifas que deverão ser aplicadas no cálculo das diferenças a cobrar e a devolver.

O artigo 78 dispõe sobre as informações que deverão ser prestadas, por escrito, ao consumidor quando houver diferenças a cobrar ou a receber.

Com base nessa resolução, as distribuidoras efetuam as compensações da energia efetivamente consumida, mas não faturada, buscando reduzir as perdas comerciais.

2.3. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E A SOCIEDADE

A crise econômica ocorrida na América Latina na década de 80, a partir de 1982, gerou o empobrecimento generalizado da população e influenciou fortemente o incremento das perdas comerciais de energia elétrica nesses países (MARTIN, 1991). A queda no poder aquisitivo das classes média e baixa incentivaram a utilização de recursos ilícitos para reduzir os custos com energia elétrica.

A utilização generalizada desses recursos e a impunidade são fatores que influenciam diretamente na moral e ética da população, gerando vários malefícios para a sociedade.

Saliente-se que, pela experiência do autor, esses fatores têm maior influência em grandes cidades, onde pessoas pouco se conhecem e as condições de vida subumanas em favelas obrigam aos moradores a lutar pela sobrevivência, desconsiderando os princípios básicos de vida e cidadania.

Dentre esses malefícios ressalta-se a insegurança, concorrência desleal, aumento tarifário, desperdício de energia, proliferação do roubo de energia elétrica e a não arrecadação de impostos.

Insegurança

Geralmente, as ligações clandestinas são realizadas sem orientação técnica e com condutores e materiais inadequados, colocando a população em permanente risco, provocando, com freqüência, acidentes com lesão corporal e até fatais.

Além disso, essas ligações reduzem o nível de tensão e aumentam o número de interrupções no fornecimento para os clientes normais que são atendidos pela mesma rede, comprometendo a qualidade do suprimento e aumentando os danos aos sistemas elétricos das concessionárias.

Concorrência desleal

O furto de energia permite ao seu executor reduzir ilicitamente os custos de atividades comerciais ou industriais, gerando uma concorrência desleal.

Essas empresas competem desigualmente com empresas honestas, provocando prejuízos e até o fechamento destas, reduzindo a competitividade do mercado.

Aumento tarifário

As distribuidoras de energia elétrica são concessões de serviço público regidas por política tarifária.

Para determinar o percentual de reajuste, a ANEEL considera a variação de custos que as distribuidoras tiveram nos últimos 12 meses.

A fórmula de cálculo inclui custos como pagamento de tributos e encargos, transmissão e compra da energia elétrica. O reajuste tarifário é composto pelas parcelas A (custos não-gerenciáveis) e B (custos gerenciáveis). Na parcela A estão os custos de aquisição de energia, a CCC (conta de combustíveis fósseis), uso da rede básica, entre outros.

Estão incluídos na parcela B a remuneração do capital, a provisão de devedores duvidosos, os custos do serviço, PIS/COFIN, entre outros. Os custos do serviço englobam os custos com geração, operação, transmissão, distribuição e comercialização. As perdas de energia elevam esse custo e, conseqüentemente, impactam na fixação das tarifas.

Dentro dessa política o consumidor honesto irá pagar pelo consumo fraudado por meio da tarifa, o que representa uma grande injustiça social.

Desperdício de energia

Consumidores fraudadores ou ligados clandestinamente não pagam a energia elétrica consumida e, por isso, não têm hábitos de racionalização, o que provoca um grande desperdício de energia. É comum, nesses casos, lâmpadas acesas durante o dia e aparelhos de ar condicionado ligados ininterruptamente. Esses desperdícios exigem uma demanda maior de energia e, conseqüentemente, maior investimento das concessionárias nos sistemas elétricos, contribuindo para o aumento da tarifa.

Proliferação do roubo de energia elétrica

A impunidade leva à proliferação de bandidos que oferecem seus “serviços” de redução de consumo por meio de ações ilícitas, atuando de forma criminosa e, em alguns casos, assegurando ao consumidor que a ação é lícita. A prisão desses criminosos é difícil, pois necessita de ação investigativa, e a prisão só é consumada nos casos de autuação em flagrante. Tal delito é tipificado no Artigo 155 do Código Penal (1940), com pena prevista de 2 a 8 anos de reclusão.

Impostos não arrecadados

A arrecadação de vários impostos é reduzida pela fraude ou ligação clandestina. Dentre eles, o mais importante é o ICMS que é proporcional à venda de energia elétrica.

A redução fraudulenta do consumo gera uma significativa evasão fiscal. Esses recursos não arrecadados pelo Governo deixam de ser aplicados em benefício da própria sociedade.

Tais aspectos atentam contra a moralidade, a justiça social e a cidadania.

2.4. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA E O MEIO AMBIENTE

O clima do mundo está mudando, como vimos na Europa, com verões mais quentes que o normal. Existem espécies que estão migrando para o norte, em busca de temperaturas menores; outras desaparecendo. Mesmo assim, há um movimento, uma coalizão global de organizações não governamentais, que está fazendo a diferença. Especialmente no Brasil, onde o governo criou canais de diálogo com a sociedade civil. O Brasil pode ser um modelo para o mundo. (CAPRA, 2004)

De que maneira a produção e o uso de energia estão envolvidos com os principais problemas ambientais? Como as concessionárias e órgãos governamentais podem ajudar nessa tarefa?

De modo geral problemas como poluição do ar, chuva ácida, diminuição da camada de ozônio, aquecimento por efeito estufa e resíduos tóxicos têm inúmeras causas, porém a forma como a energia é produzida e utilizada está entre as mais significativas.

Segundo Goldemberg (1998), a poluição do ar e a chuva ácida ocorrem, principalmente, em virtude da queima dos combustíveis fósseis e do transporte

urbano. O aquecimento por efeito estufa e as mudanças climáticas são devidos, principalmente, à queima dos combustíveis fósseis. O desmatamento e a degradação do solo são devidos, em parte, ao uso da lenha para cozinhar.

A energia consumida em um país pode ser avaliada em função da renda *per capita*, ou seja, quanto maior a renda *per capita* maior será o consumo de energia.

Shafik (2000) demonstrou que a emissão de dióxido de carbono cresce exponencialmente em função da renda *per capita*, logo países com elevada renda emitem grandes quantidades de dióxido de carbono. Como todos os países buscam seu próprio crescimento, a tendência mundial, se nada for feito para alterar esse paradigma, é a autodestruição.

Para Goldemberg (1998), dentre as fontes de energia existentes, a eletricidade é responsável por um terço do consumo de energia primária mundial e as tendências indicam que ela vai se expandir nas próximas décadas: aproximadamente 2 bilhões de pessoas estão atualmente sem acesso à eletricidade.

A produção de eletricidade a partir dos combustíveis fósseis é uma das principais fontes de óxidos de enxofre e de nitrogênio, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono e particulados. Já as usinas hidrelétricas não produzem nenhum poluente associado aos combustíveis fósseis, mas interferem no meio ambiente pela construção de grandes represas, formação de lagos e interferência sobre o fluxo dos rios. A realocação das populações é um problema social de grande magnitude na maioria dos casos.

Portanto, a matriz energética de cada país é muito importante no controle das emissões. Países com grande número de usinas termoelétricas a partir de combustíveis fósseis são grandes poluidores ambientais.

Segundo a ANEEL, o sistema elétrico brasileiro apresenta como particularidade grandes extensões de linhas de transmissão e um parque produtor de geração predominantemente hidráulico. Essa é a principal característica do nosso sistema, pois 90% da capacidade de geração é originada de usinas hidrelétricas.

A principal solução para os problemas ambientais é a redução do uso de combustíveis fósseis pela utilização de fontes de energia renováveis, o que é uma tarefa muito difícil, pois esses combustíveis representam mais de 90% do consumo mundial de energia. O aumento da eficiência energética e a redução das perdas, podem contribuir, também, para reduzir a poluição ambiental.

A – Organização das Nações Unidas - ONU estabeleceu 8 metas de desenvolvimento para este milênio (www.onu-brasil.org.br):

- 1) Erradicar a pobreza extrema e a fome;
- 2) Atingir o ensino básico universal;
- 3) Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres;
- 4) Reduzir a mortalidade infantil;
- 5) Melhorar a saúde materna;
- 6) Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças;
- 7) Garantir a sustentabilidade ambiental;
- 8) Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

Nesse contexto se insere este trabalho, pois a implementação da sua metodologia irá auxiliar na redução das perdas comerciais reduzindo os requisitos de energia

elétrica, o que mitigará o impacto ambiental e auxiliará o desenvolvimento sustentável do país.

2.5. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

2.5.1. PRÁTICAS USUAIS DO SETOR

O Relatório CODI-08-05 (1998) estabelece que para o cálculo das perdas globais devem ser utilizadas as informações obtidas pelas áreas de faturamento, para obtenção da energia entregue aos consumidores finais e pelas áreas de operação, para obtenção da energia gerada, recebida das supridoras e entregue à área de distribuição nos pontos de transição dos sistemas de transmissão e distribuição. Portanto, as perdas globais são calculadas pelos dados existentes em todas as concessionárias.

Segundo Valente, Correia e Pereira (2002), as perdas técnicas em sistemas elétricos são calculadas em três segmentos: transmissão, média tensão e baixa tensão. As perdas no sistema de transmissão são definidas por diferença de medição nas subestações e no sistema de distribuição de média tensão são calculadas utilizando o fluxo de carga. A metodologia de cálculo para o sistema de baixa tensão varia entre as concessionárias. Porém, na maioria delas, essa metodologia agrega os componentes da rede de distribuição por tipo (transformador, rede secundária, ramais de serviço e medidores) e realiza os cálculos baseados nas curvas de cargas típicas de consumidores de maneira totalmente independente dos dados do faturamento. Segundo Strauch (2002), a avaliação das perdas técnicas num sistema de distribuição torna-se complicada fundamentalmente pela grande quantidade de elementos que constituem o sistema, pela grande quantidade de dados necessários,

pelo caráter aleatório do comportamento das cargas e pelo seu contínuo processo de expansão.

Conhecidas as perdas globais e técnicas, as perdas comerciais são obtidas por diferença. Portanto, os erros advindos desses cálculos e estimativas estão embutidos no valor encontrado para a perda comercial. Essa é a prática usual do setor elétrico brasileiro.

Neste trabalho, a perda comercial será tratada separadamente. Sua estimativa independe da perda técnica e será baseada apenas em dados estatísticos.

2.5.2. A LEGISLAÇÃO PENAL

O principal instrumento para coibir as fraudes e furtos de energia é o Código Penal Brasileiro (1940), que dispõe no seu artigo 155:

Art. 155 - Subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel:

Furto

Pena - reclusão, de 1 (um) a 4 (quatro) anos, e multa.

§ 1º - A pena aumenta-se de um terço, se o crime é praticado durante o repouso noturno.

§ 2º - Se o criminoso é primário, e é de pequeno valor a coisa furtada, o juiz pode substituir a pena de reclusão pela de detenção, diminuí-la de um a dois terços, ou aplicar somente a pena de multa.

§ 3º - Equipara-se à coisa móvel a energia elétrica ou qualquer outra que tenha valor econômico.

Furto qualificado

§ 4º - A pena é de reclusão de 2 (dois) a 8 (oito) anos, e multa, se o crime é cometido:

- I - com destruição ou rompimento de obstáculo à subtração da coisa;
- II - com abuso de confiança, ou mediante fraude, escalada ou destreza;
- III - com emprego de chave falsa;
- IV - mediante concurso de duas ou mais pessoas.

3. MATRIZ DE PERDAS COMERCIAIS

3.1. MOTIVAÇÃO

A metodologia que define a matriz de perdas irá estimar as perdas comerciais, estratificá-las por causa e hierarquizar sua distribuição dentro das diversas classes de consumidores e áreas geográficas.

O estudo otimiza os recursos das concessionárias, auxiliando na quantificação e no direcionamento das ações e aumentando a relação benefício/custo.

A aplicação dessa metodologia desenvolvida impactará diretamente na redução de custos e, conseqüentemente, na redução da tarifa de energia elétrica, beneficiando toda a comunidade.

Este trabalho elabora a matriz de perdas comerciais pela estratificação em quatro grandes causas:

- a) Ligações clandestinas: ligações feitas por clientes que nunca foram regulares.
- b) Consumidores auto-religados: ligações feitas por clientes regulares após ação de suspensão do fornecimento de energia.
- c) Iluminação pública: erros de faturamento devido a cadastro desatualizado e defeitos em relés fotoelétricos.
- d) Consumidores cadastrados e regularmente ligados ao sistema: fraudes ou defeitos na medição e erros de faturamento.

As principais vantagens dessa estratificação são:

- Estabelecer planos de ação para eliminação dessas causas, pelo direcionamento das ações para o foco.

- Otimizar recursos humanos e financeiros, pela estimativa dos recursos necessários para cada causa levantada.
- Elaborar orçamentos de custeio e investimento mais precisos, pela estimativa dos recursos necessários para cada causa levantada.
- Acompanhar o resultado das ações de forma estratificada, ou seja, para cada causa levantada.

3.2. CAUSAS PRINCIPAIS

LIGAÇÕES CLANDESTINAS E CONSUMIDORES AUTO- RELIGADOS

O crescimento desordenado das cidades, especialmente em áreas cuja ocupação vem se dando de forma irregular, e a falta de recursos das concessionárias para investimentos, aliados à passividade dos governos estaduais e municipais, permitiram o crescimento de ligações clandestinas de consumidores.

Mesmo tendo os governos estaduais realizado algumas obras de eletrificação nessas áreas, nem sempre isso ocorreu com a agilidade necessária à ligação e implantação dos consumidores no sistema comercial. Em outros casos, em que não houve construção, pela necessidade do serviço, os próprios usuários improvisaram redes, com total ausência de requisitos técnicos e de segurança. Nas proximidades de áreas com tais problemas, espalhou-se a idéia de que o uso da energia poderia ser gratuito e pessoas que já recebiam regularmente energia passaram a se auto-religar, após terem o fornecimento suspenso pela concessionária, geralmente por falta de pagamento (BASTOS, 2000).

Essas situações não são encontradas apenas em áreas cuja predominância dos usuários seja de baixa-renda. Como numa contaminação, a permissividade com

esses últimos levou o problema a alguns loteamentos de classe média e a em pequenos negócios espalhados por todas as grandes cidades do país.

A identificação de focos de ligações clandestinas e visita sistemática a consumidores desligados constituem ações permanentes, que disparam a adoção de providências pelas áreas de expansão de rede e/ou serviços de ligação e corte.

FRAUDE/FALHAS E DEFEITOS NA MEDIÇÃO

Para a maioria das concessionárias, fraudes, falhas e defeitos na medição são as principais causas das perdas comerciais de energia elétrica.

As ações para identificação das unidades consumidoras que praticam fraude são onerosas e são as mesmas necessárias para a identificação das unidades com problemas na medição. As ferramentas existentes se aplicam a qualquer dos casos. A constatação dessas irregularidades só é possível pela realização de inspeções nas medições dos clientes que são, geralmente, baseadas em atipicidade no consumo de energia.

Dentro do tema fraude, identificou-se que as intervenções praticadas pelos consumidores se caracterizam pela alteração das características dos equipamentos de medição e por desvios antes da medição (BASTOS, 2000).

Além das inspeções, que são ações corretivas, fazem-se necessárias ações preventivas, restringindo as possibilidades de sucesso nas intervenções dos consumidores, apoiadas em campanhas de comunicação, de forma a atuar sobre o comportamento dos fraudadores.

As principais ações preventivas são direcionadas para redução da vulnerabilidade do padrão de entrada, tanto do ponto de vista construtivo como da selagem, além de

elaboração de instrução e treinamento para os ligadores, visando inclusive detectar a existência de fraudes antes de a ligação ser executada.

Já dentro do tema falhas e defeitos na medição, é imperativo que sejam definidas políticas de acompanhamento das medições, contemplando os aspectos técnicos inerentes aos equipamentos de medição e à sua instalação. A existência de políticas cujo apoio seja as informações contidas no gerenciamento de medidores permite que se desenvolvam ações sobre conjuntos de medidores com determinadas características e expectativas de falhas, até antes de essas virem a ocorrer e gerarem perdas.

A atividade de inspeção em unidades consumidoras deve ser permanente, pois fraudes e defeitos em medidores continuarão a existir, em maior ou menor escala, dependendo das ações constantes e inibidoras.

ERROS NOS PROCESSOS DE LEITURA, FATURAMENTO E CADASTRO

Os processos de leitura, faturamento e cadastro são vitais para um perfeito controle e acompanhamento do uso regular de energia e a sua correta mensuração e venda.

Segundo Bastos (2000), falhas incorridas quando do cadastramento e implantação do consumidor na rota de leitura podem gerar perdas de difícil identificação. Rotas de leitura bem organizadas e leituristas capacitados aumentam a produtividade, facilitam a identificação de erros de cadastramento e agilizam a fiscalização em consumidores que se auto-religam, permitindo atuação imediata sobre eles.

Quanto ao processo de leitura, deve ser transformado na maior fonte de informações sobre os clientes, que já são normalmente visitados mensalmente pelos leituristas. A

capacitação destes e uma forma adequada de sinalização de anormalidades, encontradas em campo ou observadas pelas consistências de faturamento, permitirão atuação corretiva mais imediata, reduzindo perdas e desgastes com os clientes.

ERROS DE FATURAMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Conforme permite a legislação, o consumo fornecido para iluminação pública (onde não existe medição) é calculado com base em cadastro de pontos de iluminação, com respectivas potências de lâmpadas e equipamentos auxiliares, multiplicado por 360 horas/mês (BASTOS, 2000).

Essa forma de faturamento requer que o cadastro seja mantido atualizado, exigindo vigilância constante sobre as alterações procedidas pelas prefeituras municipais, bem como quando da energização de obras que alterem a situação anterior da iluminação pública.

Apesar de constar nos contratos de fornecimento firmados com as prefeituras, estas normalmente não informam às concessionárias quando da realização de ampliações de número de pontos ou potência das lâmpadas, intervindo inclusive diretamente na sua rede de distribuição. Como consequência, o cadastro existente sofre constante desatualização, requerendo recadastramentos periódicos e provocando perdas na comercialização da energia.

Além disso, defeitos em relés fotoelétricos podem causar perdas comerciais, pois lâmpadas acesas ou apagadas 24 horas causam inconformidades entre a energia faturada e a energia efetivamente consumida. Tais inconformidades devem ser consideradas na verificação do faturamento da iluminação pública.

A instalação de medidores em circuitos de iluminação pública pode sinalizar um caminho para reversão do processo extremamente arcaico, burocrático e dispendioso que é o de cadastro.

4. METODOLOGIA

4.1. INTRODUÇÃO

Para mensuração exata das perdas comerciais de uma concessionária de energia elétrica seria necessário realizar inspeção nas medições de todos os consumidores, quantificar todas as ligações clandestinas, além de executar o levantamento da iluminação pública de toda a área selecionada. Diante da impossibilidade da realização de todas essas ações, optou-se por um estudo amostral que represente esses universos.

Foram colhidas amostras aleatórias de consumidores para investigar a frequência e magnitude dessas perdas no sistema.

4.2. IRREGULARIDADES NA MEDIÇÃO E AUTO-RELIGAÇÕES

4.2.1. O EMBASAMENTO ESTATÍSTICO

A pesquisa destina-se a estratificar as perdas comerciais advindas de falhas nos procedimentos de medição (intencionais ou não) ou religação sem autorização da concessionária, e identificar tipologicamente as unidades consumidoras com maior probabilidade dessa ocorrência.

O objeto da pesquisa é a população de unidades consumidoras cadastradas e clientes da distribuidora de energia elétrica.

Além de investigar as causas das perdas comerciais, será necessário também que o resultado da pesquisa empírica defina de forma mais precisa o percentual de

ocorrência de perdas entre os consumidores, bem como o seu impacto no faturamento da concessionária.

Há dois parâmetros a estimar por meio do processo de amostragem para cada um dos fatores de perda: a proporção de ocorrência do fator e a perda média associada ao fator. Para isso, deve-se decidir onde colher a amostra, quantos elementos observar em cada local de amostragem e o que medir nos consumidores amostrados.

O fenômeno a ser investigado foi definido como a ocorrência de perdas comerciais que poderiam ser provocadas por fraudes, defeitos em medidores, erros de faturamento e auto-religações. Portanto, a variável principal do problema é dicotômica, o que implica somente duas alternativas: está ou não ocorrendo perda comercial dentro do universo de consumidores cadastrados pela empresa.

Distribuição da probabilidade

A população pesquisada é considerada infinita, de acordo com o conceito de amostragem (COCHRAN, 1965), se for superior a 100.0000 (cem mil), número a partir do qual a curva das probabilidades de ocorrência de um fato dicotômico passa a igualar-se à distribuição normal, não advindo benefício da ampliação numérica da amostra em termos de custo e certeza, que sempre só será absoluta através do censo. Caso contrário, a população será dita finita.

Como a população encontra-se distribuída por classes e faixas e, ainda, pela área de concessão, foi aplicada a distribuição de probabilidades binomial que é adequada ao emprego em controle efetivo da probabilidade de ocorrência de determinado fenômeno que se sabe existir (neste caso, a perda comercial advinda da existência mensurável do fato).

$$P(x) = \frac{n!}{\underbrace{x!(n-x)!}} \underbrace{p^x(1-p)^{(n-x)}}_{\text{Probabilidade de seqüência particular}}$$

Probabilidade de seqüência particular

Quantidades de possíveis seqüências

Onde:

$p(x)$ = probabilidade de serem observados x “sucessos”, dados n e p .

x = quantidades de “sucessos” na amostra para ($x \in$ universo dos números reais e $0 \leq x \leq n$).

n = tamanho da amostra.

P = probabilidade de “sucesso”.

$(1-p)$ = probabilidade de “fracasso”.

É o caso clássico da distribuição binomial de probabilidades, uma vez que a variável é discreta, ou seja, será visualizada somente em números inteiros.

Técnica de amostragem

O fato probabilístico tem a sua distribuição de probabilidades de forma binomial, no entanto, pode-se afirmar que a população comporta-se conforme a distribuição normal, apesar da dificuldade teórica conceitual em realizar a demonstração matemática da aproximação da binomial da normal em função de esta última ser uma função contínua e a binomial ser decorrente de uma variável discreta, o que gera uma diferença decorrente da densidade de probabilidade.

No entanto, é universalmente aceitável a aproximação da normal pela binomial em função da facilidade com que permitirá o trabalho de inferência estatística e dos resultados satisfatórios obtidos (STEVENSON, 1986).

Os fundamentos da técnica de amostragem abaixo descritos (SILVEIRA e outros, 2004), cuja demonstração não é foco deste trabalho, permitem a compreensão geral da forma com que a amostra pode ser reduzida a uma pequena parte do conjunto que a contém.

- a lei dos grandes números explicita que a probabilidade de um fato transformar-se-á em resultado efetivo ao repetir-se o experimento probabilístico um grande número de vezes;
- a lei da inércia dos grandes números que traduz o fato real que uma parte de um determinado conjunto terá o mesmo comportamento do conjunto, ou seja, se o conjunto “mostrar” determinada tendência, uma parte deste conjunto também possuirá a mesma tendência e, em consequência deste fato, ao verificar-se determinada característica em uma parte de um conjunto ela existirá no conjunto que a contém;
- a lei da representatividade ou regularidade estatística que traduz, com simplicidade, que um subconjunto de um conjunto terá as mesmas características do conjunto do qual foi retirado de forma não intencional ou aleatória (todos os dados do conjunto de onde um subconjunto foi retirado possuirão as mesmas probabilidades de comporem o subconjunto, se o subconjunto foi estratificado a partir de proporções conhecidas da população);

- o Teorema Central do Limite, que nos permite considerar que, para um conjunto a partir de 30 (trinta), à medida que repetimos o experimento probabilístico, ou a coleta de dados, a respeito da variável em estudo, a distribuição amostral das médias tende a apresentar uma distribuição das probabilidades de forma normal.

Essas técnicas permitem o cálculo de uma amostra de tamanho e composição adequados à futura extrapolação para o conjunto da população dentro de limites de certeza que permitam a inferência estatística característica de auditorias contábeis e de resultados (TCU, 2002).

Como se tem a população dos consumidores cadastrados da COELBA, este será o universo N e a amostra como n, para o cálculo de uma amostra aleatória simples, sem considerar os extratos da população especificada, a seguinte fórmula matemática consagrada:

$$n = \frac{Z^2 S^2}{d^2 + \frac{Z^2 S^2}{N}}$$

Onde:

n = tamanho da amostra.

N = tamanho da população ou universo.

Z = valor da distribuição normal para certo grau de confiança

d = erro máximo aceitável de amostragem

S² = variância da amostra corrigida

Um erro amostral (ou erro máximo admitido) de 2, 3, 4 ou 5% permite uma inferência razoável para o universo (SILVEIRA e outros, 2004). O erro máximo está diretamente relacionado ao nível de certeza que poderá ser obtido da amostra. Quanto maior o erro admitido, maior será o desvio padrão amostral, o qual nos permitirá inferir a proporção existente na população com maior ou menor precisão. Nos trabalhos voltados para controle de perda e auditorias é normal trabalhar com erros máximos admitidos de 2%. Tudo depende do custo e da precisão necessária ao trabalho de amostragem.

Plano Amostral

Para o cálculo do tamanho da amostra foi utilizada uma determinada probabilidade expressa por uma proporção. Neste caso, existe um percentual de perda comercial estimado pela COELBA (5,08%), que será tomado como base para a proporção.

Conforme Silveira, Gomes e Bastos (2004) o intervalo de confiança, ou a área sob a curva normal a ser pesquisada, pode ser igual à área máxima de 95% da população (muito adequado a este tipo de pesquisa em função de o percentual esperado de 5,08%), mantendo-se o erro amostral menor que “p”, e o erro máximo admitido de 2% (suposição de máximo de diferença admitido entre o estimador e o parâmetro real da população) para viabilizar a margem de erro compatível com o nível de certeza, teremos um tamanho de amostra calculado com base na tabela e fórmula abaixo para populações superiores a 100.000:

$$n = \frac{(1,96)^2 pq}{d^2}$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

p = probabilidade estimada com base na perda comercial existente nos últimos 36 meses;

q = probabilidade complementar ou $(1-p)$.

d = erro máximo admitido ou diferença máxima admitida entre o resultado da amostra e o parâmetro da população; neste caso, de 2%.

1,96 = nível de confiança escolhido – 95%.

Para universos de tamanho inferior a 100.000, a fórmula passa a ser:

$$n = \frac{(1,96)^2 pqN}{d^2(N-1) + (1,96)^2 pq}$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

p = probabilidade estimada com base na perda comercial existente nos últimos 36 meses;

q = probabilidade complementar ou $(1-p)$.

d = erro máximo admitido ou diferença máxima admitida entre o resultado da amostra e o parâmetro da população; neste caso, de 2%.

1,96 = nível de confiança escolhido – 95%

N = tamanho do universo.

Composição proporcional da amostra

A composição proporcional da amostra compreende a subdivisão da amostra por classe de consumidor e por faixa de consumo, com o intuito de tornar a amostra representação mais fidedigna do universo.

Composição para os contratos cortados/baixados

A metodologia consiste na aplicação de um peso sobre a amostra calculada. Encontra-se o peso de cada classe pelo quociente entre a quantidade de consumidores de cada classe e a quantidade total de consumidores do universo, conforme a seguinte fórmula:

$$p_j = \frac{Q_j}{\Sigma Q}$$

Onde:

p_j = peso da classe j .

Q_j = quantidade de consumidores da classe j .

ΣQ_j = quantidade de consumidores do universo.

j = classe de consumidor

Para composição da amostra utilizando o peso, emprega-se a seguinte equação:

$$n_j = n * p_j$$

Onde:

n_j = amostra estratificada da classe j .

n = amostra total.

p_j = peso da classe j .

j = classe de consumidor

Composição para as classes dentro de cada grupo de tensão dentro dos contratos ativos

Foi aplicada a mesma metodologia de composição para os dois grupos de tensão, consumidores do grupo A (atendidos em alta tensão) e consumidores do grupo B (atendidos em baixa tensão).

A metodologia consiste na aplicação de um peso sobre a amostra calculada. Encontra-se o peso de cada classe pelo quociente entre seu consumo e o consumo total do universo, conforme a seguinte fórmula:

$$p_j = \frac{C_j}{\Sigma C}$$

Onde:

p_j = peso da classe j.

C_j = consumo médio mensal da classe j.

ΣC = soma dos consumos médios mensais das classes.

j = classe de consumidor.

Para composição da amostra utilizando o peso, emprega-se a seguinte equação:

$$n_j = n * p_j$$

Onde:

n_j = amostra estratificada da classe j.

n = amostra total.

p_j = peso da classe j.

j = classe de consumidor.

Composição para as faixas de consumo dentro da classe residencial do Grupo B

Foi aplicada a mesma metodologia de composição do item anterior, considerando o peso associado a cada faixa dentro do total de consumo residencial para composição da amostra.

A metodologia consiste na aplicação de um peso sobre a amostra calculada no item anterior. Encontra-se o peso de cada classe pelo quociente entre seu consumo e o consumo total do universo, conforme a seguinte fórmula:

$$p_k = \frac{C_k}{\Sigma C}$$

Onde:

p_k = peso da faixa k.

C_k = consumo médio mensal da faixa k.

ΣC = soma dos consumos médios mensais das faixas (consumo residencial do universo).

Para composição da amostra utilizando o peso, emprega-se a seguinte equação:

$$n_k = n_R * p_k$$

Onde:

n_k = amostra estratificada da faixa k.

n_R = amostra estratificada da classe residencial.

p_k = peso da faixa k.

Espacialização por UT (unidade territorial) e OF (oficina)

A espacialização visa garantir que as unidades consumidoras sorteadas estejam distribuídas em toda a área do universo escolhido.

A área de concessão foi dividida em várias unidades territoriais (UT) que, por sua vez, foram divididas em várias oficinas (OF).

A metodologia consiste na aplicação de um peso sobre as amostras calculadas. Encontra-se o peso de cada UT/OF para cada classe pelo quociente entre o consumo de cada classe em cada UT/OF e o consumo do universo, conforme a seguinte fórmula:

$$p_{ik} = \frac{C_{ik}}{\sum C_k}$$

Onde:

p_i = peso da UT/OF i dentro da classe/faixa k .

C_{ik} = consumo da classe/faixa k na UT/OF i .

$\sum C_k$ = consumo da classe/faixa k .

i = UT/OF.

k = classe/faixa de consumidor

Para espacialização da amostra utilizando o peso, emprega-se a seguinte equação:

$$n_{ik} = n_k * p_{ik}$$

Onde:

n_{ik} = amostra estratificada da classe/faixa k na UT/OF i .

n_k = amostra estratificada da classe/faixa k .

p_{ik} = peso da classe/faixa k na UT/OF i .

i = UT/OF.

k = classe/faixa de consumidor

Sorteio

As unidades consumidoras que compõem a amostra foram sorteadas de forma aleatória dentro de cada classe e faixa de consumo.

É necessário a adoção de rigor no sorteio das unidades, caracterizado pela adoção de um sistema aleatório isento.

Expansão da amostra

A expansão da amostra compreende o processo de extrapolação dos resultados encontrados na amostra para o universo.

Parâmetros de entrada

Os parâmetros iniciais para expansão da amostra são:

- Quantidade de Unidades Consumidoras (UCs) da amostra;
- Quantidade de UCs do universo por classe/faixa;
- Quantidade de UCs com irregularidade;
- Perda de cada UC;
- Consumo médio mensal da classe; e,
- Consumo total mensal da classe.

Serão aplicadas metodologias diferentes de expansão da perda de energia e da quantidade de UCs com irregularidade para contratos ativos e inativos.

Expansão para contratos ativos

Serão aplicadas metodologias diferentes para a expansão da perda de energia e para a expansão da quantidade de unidades consumidoras (UC) com irregularidade.

Quantidade de UCs com irregularidade

A expansão foi feita no menor nível de composição da mostra, ou seja, faixa de consumo ou classe, utilizando-se a seguinte expressão:

$$Q_p = \frac{Q_{ph}}{Q_h} \times Q$$

Onde:

Q_p = quantidade de consumidores do universo com irregularidade na classe/faixa.

Q_{ph} = quantidade de consumidores da amostra com irregularidade na classe/faixa.

Q_h = quantidade de consumidores da amostra da classe/faixa.

Q = quantidade de consumidores do universo na classe/faixa.

p = dado referente à UC com perda.

h = dado referente à amostra.

Valor da perda:

A expansão foi feita no menor nível de composição da amostra, ou seja, faixa de consumo ou classe, utilizando-se a seguinte expressão:

$$C_p = Q_p \times p_m ;$$

$$p_m = \frac{\sum p_i}{Q_{ph}}$$

Onde:

C_p = perda de energia do universo na classe/faixa.

Q_p = quantidade de consumidores do universo com irregularidade na classe/faixa.

Q_{ph} = quantidade de consumidores da amostra com irregularidade na classe/faixa.

p_m = perda média da amostra da classe/faixa (consumo não registrado).

p_i = perda individual de cada UC da amostra na classe/faixa (consumo não registrado).

p = dado referente à perda.

h = dado referente à amostra.

i = dado referente a cada UC.

m = valor referente à média.

Expansão para contratos cortados/baixados

Quantidade de UCs com irregularidade

A expansão foi feita por classe, utilizando-se a seguinte expressão:

$$Q_p = \frac{Q_{ph}}{Q_h} \times Q$$

Onde:

Q_p = quantidade de consumidores do universo com irregularidade na classe/faixa.

Q_{ph} = quantidade de consumidores da amostra com irregularidade na classe/faixa.

Q_h = quantidade de consumidores da amostra na classe/faixa.

Q = quantidade de consumidores do universo na classe/faixa.

p = dado referente à perda.

h = dado referente à amostra.

Valor da perda:

A expansão foi feita por classe, utilizando-se a seguinte expressão:

$$C_p = Q_p \times C_m$$

Onde:

C_p = perda de energia o universo na classe/faixa.

Q_p = quantidade de consumidores do universo com irregularidade na classe/faixa.

C_m = consumo 1 médio dos consumidores ativos na classe/faixa.

p = dado referente à perda.

m = valor referente à média.

Expansão total:

A expansão para o universo foi feita pela soma dos dados do nível inferior, conforme descrito a seguir.

De faixa para classe

A expansão, para as classes com subdivisão por faixa, foi feita pela soma das perdas e da quantidade de UCs com irregularidade em cada faixa, ou seja:

$$Q_{Cp} = \sum Q_{pj}$$

$$C_{Cp} = \sum C_{pj}$$

Onde:

Q_{Cp} = quantidade de consumidores da classe com irregularidade.

Q_{pj} = quantidade de consumidores com irregularidade em cada faixa.

CC_p = perda de energia da classe.

C_{pj} = perda de cada faixa.

p = dado referente à irregularidade.

C = dado referente à classe.

j = dado referente a cada faixa.

De classe para universo

A expansão, para o universo, foi feita pela soma das perdas e da quantidade de UCs com irregularidade em cada classe, ou seja:

$$Q_{Up} = \sum Q_{pk}$$

$$C_{Up} = \sum C_{pk}$$

Onde:

Q_{Up} = quantidade de consumidores do universo com irregularidade.

Q_{pk} = quantidade de consumidores com irregularidade em cada classe.

C_{Up} = perda de energia do universo.

C_{pk} = perda de cada classe.

p = dado referente à perda.

U = dado referente ao universo (Oficina, UT etc.).

k = dado referente a cada classe.

Perda percentual

A perda percentual é calculada pela seguinte expressão:

$$perda(\%) = \frac{C_p}{C_T} \times 100$$

Onde:

Perda (%) = perda percentual de energia na classe faixa.

CT = consumo total de energia do universo, da classe ou da faixa.

Cp = perda de energia do universo, da classe ou da faixa.

p = dado referente à perda.

T = valor referente ao total.

Com esse embasamento estatístico foi possível desenvolver um *software* para sistematizar as pesquisas e gerar relatórios para análise dos resultados obtidos.

4.2.2. O SOFTWARE DESENVOLVIDO

O *software* Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais - SDPC é um sistema cliente-servidor desenvolvido em plataforma Windows, em linguagem de programação Delphi e com banco de dados em Oracle 8i.

Esse *software* está dividido em cinco módulos (vide tela principal abaixo): universo, pesquisa, resultados de campo, relatórios e cadastro.

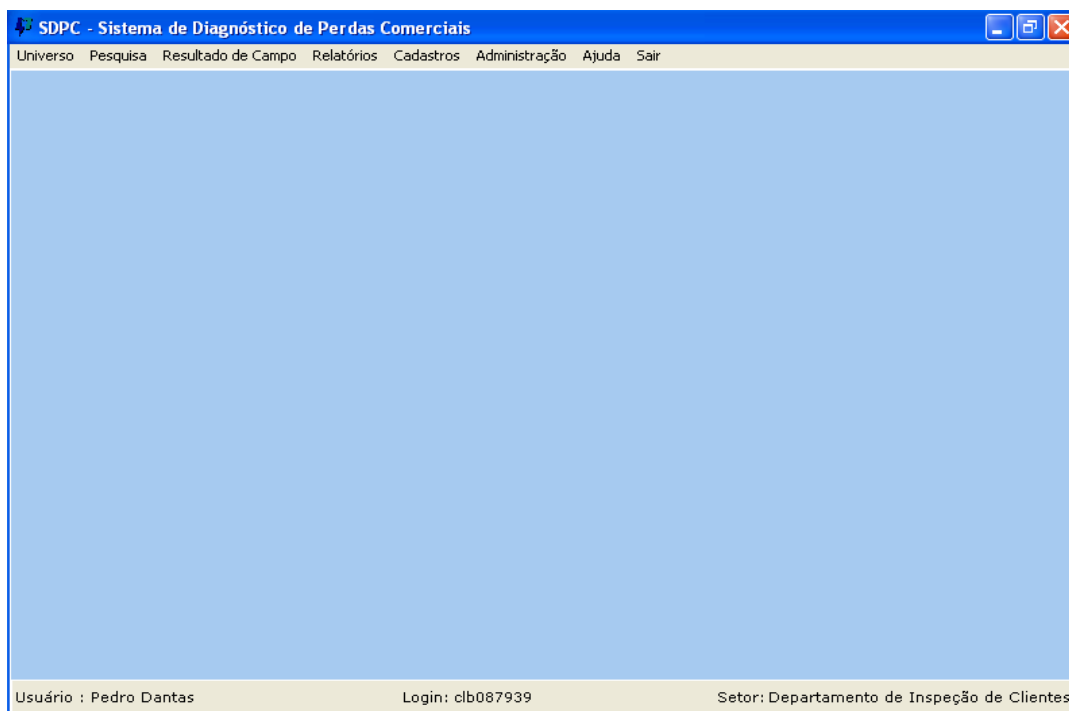


Figura 3 – Tela inicial do SDPC

Os principais passos resumidos para utilização do SDPC são:

- a) Definição do universo: consiste na seleção do universo a ser pesquisado e na solicitação dos respectivos dados cadastrais ao sistema comercial. Essa solicitação e o retorno dos dados são realizados via correio eletrônico.

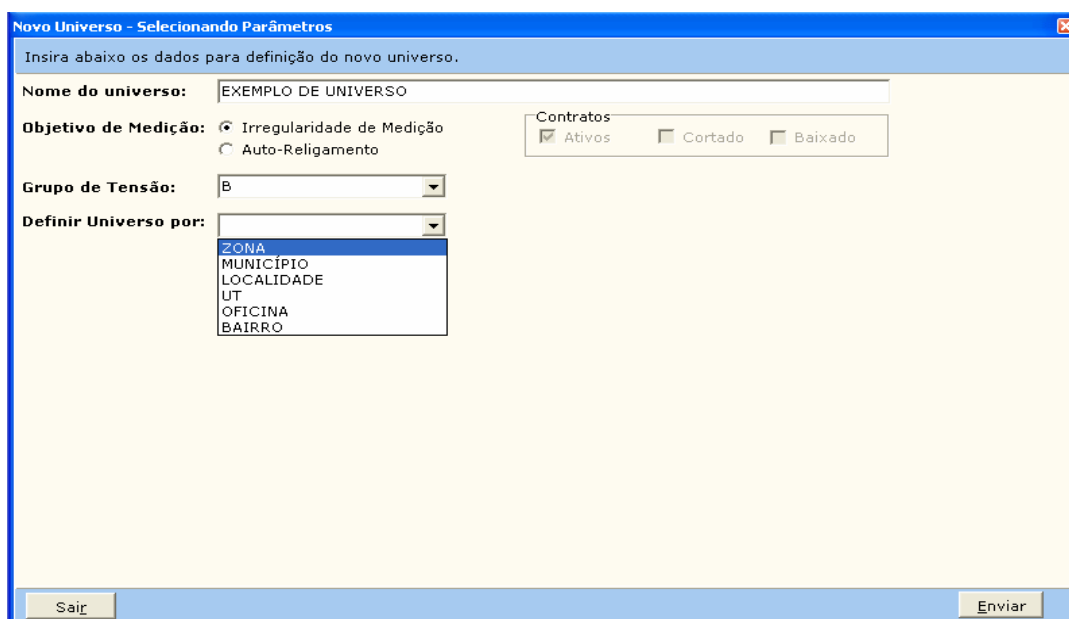


Figura 4 – Tela do SDPC – Definição do universo

- b) Cadastro da pesquisa: consiste na obtenção dos dados do universo, definição dos valores da probabilidade e erro máximo, e aprovação da pesquisa.

Nova Pesquisa - Calculando Amostra

Nome do universo : TP:IM GRP:A Z:120
 Objetivo da Pesquisa : Irregularidade na Medição (IM)
 Grupo de Tensão : A
 Tamanho do Universo : 1694

Informe abaixo os parâmetros do cálculo:

Probabilidade: %
 Erro Máximo: % Constante de confiança:2,326

Sugestões:
 Para a probabilidade maior que 6%, o erro sugerido é de 5%.
 Para a probabilidade igual 6%, o erro sugerido é de 5%.
 Para a probabilidade entre 3% e 5.99%, o erro sugerido é de 2%.
 Para a probabilidade entre 1% e 2.99%, o erro sugerido é de 1%.
 Para a probabilidade menor que 1%, sugere-se não utilizar o sistema.

Figura 5 – Tela SDPC – Cadastro da pesquisa

- c) Gestão da pesquisa: consiste no dimensionamento da amostra, sorteio, listagem dos contratos e emissão dos formulários (vide anexo 1).

Nova Pesquisa - Resultado da Amostra

Nome do universo : TP:IM GRP:A Z:120
 Objetivo da Pesquisa : Irregularidade na Medição (IM)
 Grupo de Tensão : A
 Tamanho do Universo : 1694

Probabilidade : 1
 Erro máximo : 5
 Amostra Mínima : 16
 Amostra Especializada : 51
 Amostra Sorteada : 90

Classe	Faixa	Oficina	QE	QA	QS
A - consumo proprio	-	033 - ITAPUA	1	1	1
A - consumo proprio	-	029 - PIRAJÁ	1	1	2
B - residencial	-	031 - BROTAS	1	1	2
B - residencial	-	030 - CABULA	1	1	2
B - residencial	-	033 - ITAPUA	1	1	1
B - residencial	-	034 - PITUBA	1	1	2
B - residencial	-	027 - PRAÇA DA SÉ	1	1	2
C - comercial	-	031 - BROTAS	3	3	4
C - comercial	-	030 - CABULA	1	1	2
C - comercial	-	033 - ITAPUA	2	2	3
C - comercial	-	035 - LAURO DE FREITAS	1	1	2
C - comercial	-	028 - LIBERDADE	1	1	2
C - comercial	-	032 - PERIPERI	1	1	2
C - comercial	-	029 - PIRAJÁ	1	1	2
C - comercial	-	034 - PITUBA	4	4	5
C - comercial	-	027 - PRAÇA DA SÉ	3	3	4
D - industrial	-	031 - BROTAS	1	1	2

Legenda
 QE - Quantidade da Amostra Definida pela Especialização
 QA - Quantidade Real da Amostra após Verificar Universo
 QS - Quantidade Sorteada

Figura 6 – Tela do SDPC – Gestão da pesquisa

- d) Resultados de campo: consiste na execução das inspeções e alimentação dos dados pesquisados no sistema.

Figura 7 – Tela do SDPC – Resultados de campo

- e) Expansão dos dados amostrais para o universo pesquisado e emissão dos relatórios (as telas dos relatórios são mostradas no capítulo “Estudo de Caso”).

Os resultados obtidos são disponibilizados nos seguintes relatórios:

- Resumo da Amostra por Classe

Totalização de informações para cada classe existente no sistema.

Dados Linha: classes

Dados Coluna: quantidade de consumidores no universo, quantidade de consumidores válidos na amostra, total por grupo de irregularidade.

Dados matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha.

- Resumo da Amostra por Fase (número de fases)

Totalização de informações para cada tipo de ligação existente no sistema.

Dados Linha: tipo de ligação (número de fases).

Dados Coluna: quantidade de consumidores no universo, quantidade de consumidores válidos na amostra, total por grupo de irregularidade.

Dados matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha.

- Resumo da Amostra por Classe e Faixa de Consumo

Totalização de informações para cada faixa de consumo existente no sistema, na respectiva classe.

Dados Linha: faixa de consumo.

Dados Coluna: quantidade de consumidores no universo, quantidade de consumidores válidos na amostra, total por grupo de irregularidade.

Dados matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha

- Resumo da Amostra por Código de Irregularidade e Classe

Totalização de irregularidades para todas as classes existentes.

Dados Linha: irregularidade.

Dados Coluna: classes.

Dados matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha.

- Relação de Consumidores com Perda na Amostra

Dados individuais dos contratos com perda: Zona, ITM, código da irregularidade, local, classe e perda mensal.

- Resumo do Universo por Classe e Fase

Totalização de consumidores e consumo do universo.

Dados Linha: classes.

Dados Coluna: total de consumidores, número de fases, total do consumo em 12 meses.

Dados Matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha.

- Estimativas de Perdas

Extrapolação dos resultados da amostra no universo total da pesquisa.

Dados Linha: classes, números de fase, grupos de irregularidades.

Dados Coluna: número de consumidores e perdas.

Dados Matriz: quantidade de cada item da coluna para o item da linha.

- Informações sobre os Contratos da Amostra

Relatório em formato planilha Excel.

Dados: número do contrato, número do medidor existente, marca medidor existente, tipo medidor existente, classe, atividade, número de fases, faixa de consumo, irregularidade detectada e perda.

Com esses dados, é possível a estratificação e quantificação das perdas comerciais relativas às irregularidades na medição e em auto-religações.

4.3. LIGAÇÕES CLANDESTINAS E ERROS DE FATURAMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

No caso das ligações clandestinas e erros de faturamento da iluminação pública, SDPC não é aplicável, pois esses consumidores não são cadastrados individualmente no sistema comercial da concessionária. Buscou-se, então, metodologia que disponibilizasse uma forma de agrupamento que viabilizasse a amostragem para o levantamento de dados de campo sobre essas duas causas de perdas comerciais.

Para estimativa dessas perdas foi desenvolvida metodologia baseada em pesquisa amostral por quadrícula. Através de um sistema georeferenciado, a área selecionada é dividida em quadrículas, que são quadrados com dimensões aproximadas de 500 metros de lado. Essas quadrículas são agrupadas em conjuntos com características sociais e de mercado semelhantes, os quais são utilizados na apuração dos índices operacionais da ANEEL. Considerou-se a quadrícula um agrupamento razoavelmente homogêneo e representativo geográfica e socialmente para a pesquisa em questão.

O embasamento estatístico é semelhante ao descrito anteriormente. O tamanho da amostra depende do grau de confiança desejado, do erro máximo aceitável e do desvio padrão.

Foi utilizada a fórmula consagrada para dimensionamento de amostras de uma amostragem aleatória simples (sem reposição), para universos de tamanho inferior a 100.000:

$$n = \frac{(2,06)^2 pqN}{d^2(N-1) + (2,06)^2 pq}$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

p = probabilidade estimada com base na expectativa de existência de ligações clandestinas;

q = probabilidade complementar ou (1-p).

d = erro máximo admitido ou diferença máxima admitida entre o resultado da amostra e o parâmetro da população; neste caso de 4%.

2,06 = nível de confiança escolhido – 96%

N = tamanho do universo.

Sorteio

A metodologia utilizada para o sorteio minimiza uma possível distorção existente, já que diferentes conjuntos possuem diferentes características sócio-econômicas. Segundo Bastos e outros (2000), existe uma maior tendência de ligações clandestinas em áreas de periferia e de baixa renda. Essa correção consiste na aplicação de um peso adequado, sobre as quadrículas, proporcional à expectativa de existência de ligações clandestinas na área do respectivo conjunto. Esses pesos devem ser estimados com base em dados históricos. Após numeração e distribuição

de pesos, as quadrículas que compõem a amostra foram sorteadas de forma aleatória. Foram desconsideradas quadrículas com mais de 50% de sua área coberta por lago, mar ou vegetação.

Dados coletados

Foram coletados os seguintes dados em cada quadrícula sorteada:

- Quantidade de ligações clandestinas existentes.
- Quantidade de lâmpadas de iluminação pública acesas 24 horas.
- Quantidade de lâmpadas de iluminação pública apagadas 24 horas.

Expansão da amostra

A expansão da amostra compreende o processo de extrapolação dos resultados encontrados na amostra para o universo.

Para as ligações clandestinas foi utilizada a seguinte expressão:

Quantidade de ligações clandestinas do universo pesquisado:

$$Q_l = \frac{Q_{lh}}{Q_h} \times Q$$

Onde:

Ql = quantidade de ligações clandestinas do universo.

Qlh = quantidade de ligações clandestinas da amostra.

Qh = quantidade de quadrículas da amostra.

Q = quantidade de quadrículas do universo.

Valor da perda:

A expansão foi feita utilizando-se a seguinte expressão:

$$Cp = \frac{C_{lh}}{C_h} x C$$

Onde:

Cp = perda de energia estimada para o universo referente às ligações clandestinas.

Clh = perda de energia encontrada na amostra referente às ligações clandestinas.

Ch = quantidade de quadrículas da amostra.

C = quantidade de quadrículas do universo.

No caso da iluminação pública considerou-se que o cadastro de lâmpadas existente está correto. O levantamento foi utilizado para verificar se a energia não consumida pelas lâmpadas apagadas durante a noite é equivalente à energia consumida pelas lâmpadas acesas durante o dia. Essa comparação permite estimar a perda comercial existente.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. INTRODUÇÃO

A COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia é uma concessionária distribuidora de energia elétrica que abrange quase todas as localidades do Estado, em uma área de concessão de 563.374 km², e possui as seguintes características (Relatório COELBA - CGC dez/2005):

Nº total de consumidores: 3.844.438

Nº de consumidores residenciais: 3.287.769

Mercado próprio em 12 meses: 10.261 GWh

Perdas globais em 12 meses: 1.926 GWh

A COELBA foi privatizada em julho de 1997 e, a partir dessa data, o programa de redução de perdas foi intensificado. Ao longo desses 8 anos a Empresa implementou várias ações, e a evolução das perdas de energia sofreu variações decorrentes de fatores internos e externos, que mudaram seu perfil de forma expressiva.

O índice de perdas globais em julho/97 (12 meses), quando da privatização da COELBA, era de 17,28%, o segundo patamar mais elevado na história da Empresa até aquele momento. Naquela época, a perda estava espalhada em todo o Estado, com comunidades inteiras sem medição e ligadas clandestinamente. A cultura da fraude estava enraizada em um mercado disperso. Para fazer frente a essa conjuntura, a COELBA concentrou esforços para o desenvolvimento de metodologia, procedimentos e controles, com ênfase na regularização de ligações clandestinas,

instalações de medição e inspeções. Em dezembro/1999, o índice de perdas atingiu 14,98% (ALMEIDA e outros, 2005).

Esgotada essa estratégia, a Empresa implantou novos conceitos no combate às perdas, alicerçados em (ALMEIDA e outros, 2005):

- 1) Gestão da redução das perdas com estrutura de processo, propiciando a gestão global e corporativa do planejamento e da execução do combate às perdas.
- 2) Mudança de paradigma: o empregado que realiza as inspeções nas medições dos clientes passou a ser um investigador, analisando minuciosamente cada medição. Com isto, novas formas de irregularidade foram identificadas e sua propagação estancada.

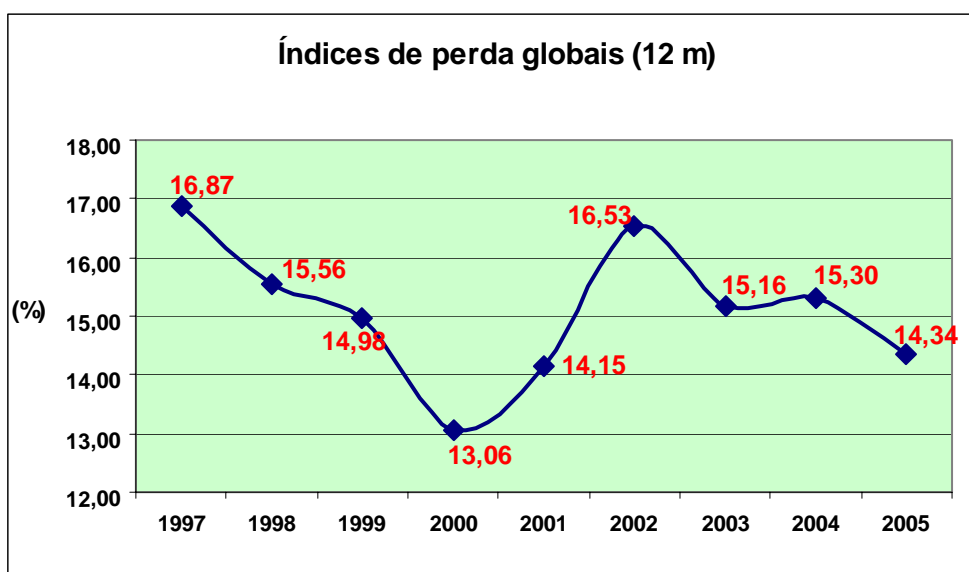
O sucesso dessa nova estratégia refletiu no índice de perdas globais que atingiu 13,63% em dezembro/2000. (ALMEIDA e outros, 2005).

O racionamento de energia elétrica em junho/2001 marcou a mudança de cenário e a inversão na tendência de curva do índice de perdas, atingindo 14,15% em dezembro/2001. Esse resultado teve como causa principal o modelo adotado para o racionamento que instituiu bônus e sobretaxa. A corrida para obtenção do benefício do bônus e a fuga da sobretaxa incentivou a proliferação de fraudes nas medições de consumidores e o aumento das ligações clandestinas. Surgiram quadrilhas especializadas em tecnologia de fraude (ALMEIDA e outros, 2005).

Outra ocorrência importante foi a implantação da tarifa social baixa renda, que favoreceu essas quadrilhas na oferta de artifícios irregulares, para redução do consumo e obtenção da referida tarifa (ALMEIDA e outros, 2005).

Por outro lado, é importante salientar que a redução do consumo decorrente do racionamento gerou um efeito direto no incremento do índice de perdas, pela redução do denominador na fórmula de cálculo, já citada anteriormente.

No gráfico abaixo se observa a evolução do índice de perdas da COELBA:



Fonte: COELBA

Figura 2 – Índices de Perdas Globais da COELBA (12m)

A metodologia aqui proposta foi aplicada para mensuração das perdas comerciais no município de Salvador/BA.

Foram colhidas amostras aleatórias conforme o plano amostral e realizadas 1.200 pesquisas de campo em consumidores normais do grupo A (média tensão), do grupo B (baixa tensão) e consumidores ativos cortados, além do levantamento de ligações clandestinas e lâmpadas acesas e apagadas 24 horas em 50 quadrículas sorteadas aleatoriamente.

Essas pesquisas e levantamentos foram realizados pelas equipes de inspeção da COELBA no período entre outubro/2004 e março/2005.

Com os dados coletados foi montada a matriz de perdas comerciais de Salvador.

5.2. IRREGULARIDADES NA MEDIÇÃO E AUTO-RELIKAÇÕES

No caso das irregularidades na medição e auto-religações foi utilizado o *software* SDPC, obedecendo as seguintes etapas:

a) Definição do universo

Foram definidos três universos na área geográfica do município de Salvador:

Universo 1 = todos os consumidores ligados do grupo A, correspondendo a:

- 1.024 consumidores da classe comercial
- 305 consumidores da classe poder público
- 209 consumidores da classe industrial
- 100 consumidores da classe residencial
- 51 consumidores da classe serviço público
- 4 consumidores da classe consumo próprio
- 1 consumidor da classe rural
- totalizando 1.694 consumidores.

Universo 2 = todos os consumidores cortados do grupo B, correspondendo a:

- 132.696 consumidores da classe residencial

- 12.767 consumidores da classe comercial
- 639 consumidores da classe industrial
- 11 consumidores da classe poder público
- 4 consumidores da classe serviço público
- 3 consumidores da classe rural
- totalizando 146.120 consumidores.

Os consumidores cortados do grupo A não foram considerados nesse universo, pois são inspecionados constantemente, minimizando a possibilidade de perda nesse segmento.

Universo 3 = todos os consumidores ligados do grupo B, correspondendo a:

- 749.957 consumidores da classe residencial
- 70.567 consumidores da classe comercial
- 3.190 consumidores da classe industrial
- 1.819 consumidores da classe poder público
- 113 consumidores da classe serviço público
- 30 consumidores da classe consumo próprio
- 22 consumidores da classe rural
- totalizando 825.698 consumidores.

b) Plano amostral e sorteio

Com base nas proporções estimadas e erros máximos foram dimensionadas as três amostras:

Para o universo 1 (grupo A - contratos ligados):

Proporção = 3% e erro máximo = 2%

Quantidade de amostras para classe residencial = 18

Quantidade de amostras para a classe comercial = 232

Quantidade de amostras para a classe industrial = 35

Quantidade de amostras para a classe poder público = 91

Quantidade de amostras para a classe serviço público = 27

Quantidade de amostras para a classe rural = 1

Quantidade de amostras para a classe consumo próprio = 3

Quantidade total de amostras = 407

Para o universo 2 (grupo B - contratos cortados):

Proporção = 15% e erro máximo = 4%

Quantidade de amostras para classe residencial = 201

Quantidade de amostras para a classe comercial = 86

Quantidade de amostras para a classe industrial = 33

Quantidade de amostras para a classe poder público = 30

Quantidade de amostras para a classe serviço público = 12

Quantidade de amostras para a classe rural = 7

Quantidade de amostras para a classe consumo próprio = 5

Quantidade total de amostras = 374

Para o universo 3 (grupo B – contratos ligados):

Proporção = 12% e erro máximo = 4%

Quantidade de amostras para classe residencial = 201

Quantidade de amostras para a classe comercial = 86

Quantidade de amostras para a classe industrial = 33

Quantidade de amostras para a classe poder público = 30

Quantidade de amostras para a classe serviço público = 12

Quantidade de amostras para a classe rural = 7

Quantidade de amostras para a classe consumo próprio = 5

Quantidade total de amostras = 374

As unidades consumidoras foram sorteadas de forma aleatória, dentro de cada classe e faixa de consumo, e seus respectivos formulários foram impressos e entregues à COELBA para realização das visitas de campo.

c) Pesquisas de campo

As pesquisas de campo foram executadas, pela COELBA, por inspeções realizadas na medição dos clientes, visando identificar irregularidades que causassem perda comercial. Essas perdas foram codificadas conforme o padrão COELBA de irregularidades.

Principais códigos de irregularidade para fraude (perda causada propositalmente pelo consumidor):

100 – Ponte no bloco de terminais

101 – Ligação direta/auto-religação

102 – Ligação invertida

103 – Circuito de potencial interrompido

104 – Desvio aparente antes do medidor

105 – Desvio embutido na parede

106 – Medidor avariado

107 – Medidor com selo violado

Principais códigos de irregularidade para defeito (perda não causada pelo consumidor):

201 – Medidor com disco parado

202 – Medidor com defeito

203 – Constante errada

205 – Consumidor não implantado

206 – Ligação executada com erro

Foram obtidos os seguintes resultados amostrais:

No universo 1 (grupo A ligados):

Foram detectadas as seguintes irregularidades, conforme telas abaixo:


 SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais Resumo da Amostra por Classe <small>Data: 25/1/2006</small> <small>Usuário: clb087939</small>						
Pesquisa: 000001/OIN - MUNICIPIO SALVADOR		Grupo: A		Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)		
Classe	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
A –consumo proprio	04	03	00	00	02	01
B –residencial	100	18	00	01	07	10
C –comercial	1.024	232	00	04	68	160
D –industrial	209	35	00	01	14	20
E –poder publico	305	91	00	01	36	54
M –rural	01	01	00	00	00	01
N –servico publico	51	27	00	01	08	18
Total	1.694	407	00	08	135	264

Figura 8 – Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe – 001/OIN


SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais									
 Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe <small>Data: 25/1/2006</small> <small>Usuário: clb087939</small>									
Pesquisa: 000001/OIN - MUNICIPIO SALVADOR					Grupo: A				
Grupo: 200 - irregular com defeito					Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)				
Irregularidades	comercial	consumo proprio	industrial	poder publico	residencial	revenda	rural	servico publico	Total
202 - MEDIDOR COM DEFEITO	1	0	0	0	1	0	0	0	2
203 - CONSTANTE ERRADA	0	0	0	1	0	0	0	0	1
206 - LIGACAO EXECUTADA COM ERRO	1	0	0	0	0	0	0	0	1
207 - TC/TP DANIFICADO	1	0	0	0	0	0	0	1	2
209 - LIGACAO DIRETA - PRONTIDAO	0	0	1	0	0	0	0	0	1
210 - MEDIDOR DANIFICADO	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	4	0	1	1	1	0	0	1	8

Figura 9 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe – 001/OIN

Em resumo, foram encontradas oito irregularidades com perdas, porém sem dolo do consumidor:

- Na classe comercial foram encontrados: 1 medidor com defeito, 1 ligação executada com erro, 1 TC danificado e 1 medidor danificado.
- Na classe industrial foi encontrado um consumidor ligado direto (sem medidor) pela turma de prontidão da COELBA.
- Na classe poder público, foi encontrado 1 medidor implantado com a constante errada.
- Na classe residencial, foi encontrado 1 medidor com defeito.
- Na classe serviço público, foi encontrado 1 TC danificado.

A relação dos consumidores com irregularidades e a perda individual calculada são mostradas na tela abaixo:

Município		Oficina	Classe	Nº contrato	Irreg	Perda mensal (kWh)
salvador	027 - praça sé	B - residencial	3075109	202	2643,0	
salvador	027 - praça sé	C - comercial	204049157	207	16716,0	
salvador	028 - liberdade	N - serviço publico	70016370	207	31101,0	
salvador	029 - pirajá	C - comercial	1189255	206	7837,0	
salvador	031 - brotas	C - comercial	7455593	202	52407,0	
salvador	032 - periperi	D - industrial	6055923	209	2819,0	
salvador	033 - itapua	C - comercial	6040764	210	39547,0	
salvador	033 - itapua	E - poder público	70006995	203	28231,0	

Figura 10 - Relatório do SDPC – Relação de consumidores com perda na amostra – 001/OIN

No universo 2 (grupo B cortados):

Foram detectadas as irregularidades conforme telas abaixo:

Classe		Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Características da UC				Quantidade de ocorrências na amostra							
				Existe Medidor	Não Existe Medidor	Padrão Interno	Padrão Externo	Fuga da Dívida	Desabitada	Demolida	Cortada	Já negociada Regularizada	Terceiros	Por dentro Medidor	Por fora Medidor
B	—residencial	132.696	292	185	107	60	232	11	07	07	94	53	22	20	78
C	—comercial	12.767	33	22	11	09	24	03	01	01	14	08	02	00	04
D	—industrial	639	11	08	03	02	09	00	00	00	07	03	00	00	01
E	—poder publico	11	08	06	02	01	07	00	00	00	03	04	00	00	01
M	—rural	03	01	01	00	00	01	00	00	00	01	00	00	00	00
N	—servico publico	04	03	01	02	01	02	00	00	00	02	01	00	00	00
Total		146.120	348	223	125	73	275	14	08	08	121	69	24	20	84

Figura 11 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe – 002/OIN

Classe	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Características da UC				Quantidade de ocorrências na amostra								
			Existe Medidor	Não Existe Medidor	Padrão Interno	Padrão Externo	Fuga da Dívida	sem perda					com perda		
								Desabilitada	Demolida	Cortada	Já negociada Regularizada	Terceiros	Por dentro Medidor	Por fora Medidor	
01 – Mono fásico	138.821	318	201	117	66	252	13	07	08	104	63	20	20	83	
02 – Bi fásico	4.006	09	03	06	03	06	01	01	00	02	01	04	00	00	
03 – Tri fásico	3.293	21	19	02	04	17	00	00	00	15	05	00	00	01	
Total	146.120	348	223	125	73	275	14	08	08	121	69	24	20	84	

Figura 12 – Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Fase – 002/OIN

Em resumo, foram encontradas 104 irregularidades com perda (fraudes), com dolo do consumidor:

- Na classe residencial foram encontradas 98 fraudes, ou seja, esses consumidores estavam reconectados à rede sem autorização da COELBA.
- Na classe comercial foram encontradas 4 fraudes.
- Na classe industrial foi encontrada 1 fraude.
- Na classe poder público foi encontrada 1 fraude.

Desses 104 consumidores com fraude, 103 eram monofásicos e 1 trifásico.

A relação (parcial) dos consumidores com irregularidades é mostrada na tela abaixo:


SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais		Relação de consumidores com perda na amostra	
		Data: 14/11/2005	Usuário: Gestor
Pesquisa:	002/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B	
Objetivo:	Auto-religação		
Município	Oficina	Classe	Nº contrato
salvador	027 - praça sé	B - residencial	1856189
salvador	027 - praça sé	B - residencial	10003261
salvador	027 - praça sé	B - residencial	10053510
salvador	027 - praça sé	B - residencial	10686954
salvador	027 - praça sé	B - residencial	11883702
salvador	027 - praça sé	B - residencial	11884210
salvador	027 - praça sé	B - residencial	13655740
salvador	027 - praça sé	B - residencial	24221954

Figura 13 - Relatório do SDPC – Relação de consumidores com perda na amostra – 002/OIN

No universo 3 (grupo B ligados):

Foram detectadas as irregularidades mostradas nas telas a seguir:


 SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais Resumo da Amostra por Classe <small>Data: 2/2/2006</small> Usuário: gestor						
Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR			Grupo: B		Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)	
Classe	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
A –consumo proprio	30	05	00	00	03	02
B –residencial	749.957	201	18	12	169	02
C –comercial	70.567	86	05	01	73	07
D –industrial	3.190	33	01	00	28	04
E –poder publico	1.819	30	00	01	26	03
M –rural	22	07	00	00	07	00
N –servico publico	113	12	00	00	08	04
Total	825.698	374	24	14	314	22

Figura 14 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe – 003/OIN



 SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais Resumo da Amostra por Classe e Faixa <small>Data: 2/2/2006</small> Usuário: gestor						
Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR			Grupo: B		Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)	
Classe: A - consumo proprio						
Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
0 – 1000	07	01	00	00	01	00
1000,001 – 5000	13	03	00	00	01	02
5000,001 – 100000000000000000	10	01	00	00	01	00
Total	30	05	00	00	03	02


Figura 15 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (consumo próprio)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais	
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa Data: 2/2/2006 Usuário: gestor	

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR Classe: B - residencial	Grupo: B Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)
--	--

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	De feito	Irregular sem perda	Normal
0 - 30,999	59.666	08	01	01	06	00
31 - 50,999	100.333	20	06	01	13	00
51 - 80,999	170.908	33	03	00	30	00
81 - 140,999	218.204	56	05	03	47	01
141 - 200,999	87.728	29	01	05	22	01
201 - 300,999	61.197	27	01	01	25	00
301 - 400,999	24.244	13	00	01	12	00
401 - 500,999	10.816	09	01	00	08	00
501 - 1000,999	13.071	05	00	00	05	00
1001 - 10000000000000000	3.790	01	00	00	01	00
Total	749.957	201	18	12	169	02


Figura 16 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (residencial)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais	
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa Data: 8/2/2006 Usuário: clb087939	

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR Classe: C - comercial	Grupo: B Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)
--	--

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	De feito	Irregular sem perda	Normal
0 - 1000	63.648	46	05	01	37	03
1000,001 - 5000	6.014	19	00	00	16	03
5000,001 - 10000000000000000	905	21	00	00	20	01
Total	70.567	86	05	01	73	07


Figura 17 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (comercial)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais	Usuário: clb087939
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa	Data: 8/2/2006

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Classe: D - industrial	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
0 – 1000	2.364	16	00	00	15	01
1000,001 – 5000	628	08	01	00	06	01
5000,001 – 100000000000000000	198	09	00	00	07	02
Total	3.190	33	01	00	28	04


Figura 18 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (industrial)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais	Usuário: clb087939
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa	Data: 8/2/2006

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Classe: E - poder público	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
0 – 1000	1.050	18	00	01	15	02
1000,001 – 5000	667	08	00	00	08	00
5000,001 – 100000000000000000	102	04	00	00	03	01
Total	1.819	30	00	01	26	03


Figura 19 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (poder público)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais	Usuário: clb087939
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa	Data: 8/2/2006

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Classe: M - rural	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
0 – 1000	19	06	00	00	06	00
1000,001 – 5000	03	01	00	00	01	00
Total	22	07	00	00	07	00

Figura 20 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (rural)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais
	Resumo da Amostra por Classe e Faixa Data: 8/2/2006 Usuário: clb087939

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Classe: N - serviço público	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Faixa (kWh)	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
0 – 1000	70	08	00	00	06	02
1000,001 – 5000	29	02	00	00	01	01
5000,001 – 100000000000000000	14	02	00	00	01	01
Total	113	12	00	00	08	04

Figura 21 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Classe e Faixa – 003/OIN (serviço público)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais
	Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe Data: 8/2/2006 Usuário: clb087939

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Grupo: 100 - irregular com fraude	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Irregularidades	comercial	consumo proprio	industrial	poder publico	residencial	revenda	rural	servico publico	Total
100 - PONTE NO BLOCO DE TERMINAIS	1	0	0	0	4	0	0	0	5
101 - LIGACAO DIRETA - AUTO RELIGADO COM	1	0	0	0	0	0	0	0	1
103 - CIRCUITO DE POTENCIAL INTERROMPIDO	1	0	0	0	1	0	0	0	2
104 - DESVIO ANTES DO MEDIDOR	1	0	0	0	5	0	0	0	6
105 - DESVIO EMBUTIDO	1	0	0	0	4	0	0	0	5
107 - MEDICAO COM SELO VIOLADO/SEM SELO	0	0	1	0	4	0	0	0	5
Total	5	0	1	0	18	0	0	0	24

Figura 22 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe – 003/OIN (fraude)

	SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais
	Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe Data: 8/2/2006 Usuário: clb087939

Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR	Grupo: B
Grupo: 200 - irregular com defeito	Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)

Irregularidades	comercial	consumo proprio	industrial	poder publico	residencial	revenda	rural	servico publico	Total
202 - MEDIDOR COM DEFEITO	1	0	0	1	11	0	0	0	13
210 - MEDIDOR DANIFICADO	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Total	1	0	0	1	12	0	0	0	14

Figura 23 - Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Irregularidade e Classe – 003/OIN (defeito)

 SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais Resumo da Amostra por Fase Data: 2/2/2006 Usuário: gestor						
Pesquisa: 000003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR			Grupo: B		Objetivo: Irregularidade na Medição (IM)	
Fase	Quantidade consumidores universo	Quantidade amostras válidas	Quantidade de ocorrências na amostra			
			Fraude	Defeito	Irregular sem perda	Normal
01 – Mono fásico	683.440	210	21	08	176	05
02 – Bi fásico	90.969	57	02	05	49	01
03 – Tri fásico	51.289	107	01	01	89	16
Total	825.698	374	24	14	314	22

Figura 24 – Relatório do SDPC – Resumo da Amostra por Fase – 003/OIN

Em resumo, foram encontradas 38 irregularidades com perda sendo 24 fraudes de diversos tipos, 13 medidores com defeito e 1 medidor danificado.

- Na classe residencial foram encontradas 18 fraudes e 12 defeitos.
- Na classe comercial foram encontradas 5 fraudes e 1 defeito.
- Na classe industrial foi encontrada 1 fraude.
- Na classe poder público foi encontrado 1 defeito.

Desses 24 consumidores com fraude, 21 eram monofásicos, 2 eram bifásicos e 1 trifásico. As faixas de consumo desses clientes também podem ser verificadas nas tabelas anteriores.

A relação (parcial) dos consumidores com irregularidades é mostrada na tela abaixo:

		SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais Relação de consumidores com perda na amostra			
		Data: 14/11/2005		Usuário: Gestor	
Pesquisa:		003/OIN - MUNICIPIO SALVADOR		Grupo: B	
Objetivos:		Irregularidade na Medição (IM)			
Município	Oficina	Classe	Nº contrato	Irreg	Perda mensal (kWh)
salvador	027 - praça sé	B - residencial	1854747	202	39,0
salvador	027 - praça sé	B - residencial	2366916	202	80,0
salvador	027 - praça sé	B - residencial	11243215	107	92,0
salvador	027 - praça sé	C - comercial	10635780	202	53,0
salvador	028 - liberdade	B - residencial	699802	107	170,0
salvador	028 - liberdade	B - residencial	5488621	100	181,0
salvador	028 - liberdade	D - industrial	27178308	107	776,0
salvador	029 - pirajá	B - residencial	9260285	104	84,0

Figura 25 - Relatório do SDPC – Relação de consumidores com perda na amostra – 003/OIN

d) Expansão dos dados amostrais

Os dados coletados em campo são valores representativos da amostra e podem ser expandidos para o universo. Essa expansão permite quantificar a perda comercial por classe, assim como a quantidade prevista de consumidores com irregularidades por classe.

A expansão desses dados para os respectivos universos resultou:

Universo 1 (grupo A ligados):

Classe	Universo (10/2005)		Representação da perda no universo			
	Qtd	kWh (12 meses)	Consumidores		Consumo	
			Qtd	%	kWh (12 meses)	%
A – consumo proprio	4	2.022.111	0	0,00	0	0,00
B – residencial	100	9.543.198	6	5,56	176.200	1,85
C – comercial	1.024	1.305.225.231	18	1,72	6.170.853	0,47
D – industrial	209	282.773.838	6	2,86	202.002	0,07
E – poder publico	305	212.483.834	3	1,10	1.135.445	0,53
M – rural	1	6.151.152	0	0,00	0	0,00
N – servico publico	51	74.464.232	2	3,70	704.956	0,95
	1.694	1.892.663.597	35	2,07	8.389.455	0,44

Fase	Consumidores	
	Qtd	%
03 – Trifasico	35	100,00
	35	100,00

Tipo de Irregularidade	Consumidores	
	Qtd	%
200 – Irregular com Defeito	35	100,00
	35	100,00

Figura 26 - Relatório do SDPC – Estimativa de Perdas – 001/OIN

Na classe residencial estimou-se uma perda comercial de 176,2 MWh (12 meses) e a existência de 6 consumidores com perda.

Na classe comercial estimou-se uma perda comercial de 6.170,9 MWh (12 meses) e a existência de 18 consumidores com perda.

Na classe industrial estimou-se uma perda comercial de 202,0 MWh (12 meses) e a existência de 6 consumidores com perda.

Na classe poder público estimou-se uma perda comercial de 1.135,4 MWh (12 meses) e a existência de 3 consumidores com perda.

Na classe serviço público estimou-se uma perda comercial de 704,9 MWh (12 meses) e a existência de 2 consumidores com perda.

Universo 2 (grupo B cortados):


SDPC - Sistema de Diagnóstico de Perdas Comerciais				
 Estimativas de Perdas <small>Grupo Energético</small>		Data: 2/2/2006		
		Usuário: gestor		
Pesquisa: 000002/OIN - MUNICIPIO SALVADOR		Grupo: B		
Objetivo: Auto-Religação (AR-BC)		Erro: 4%		
Expansão por Classe				
Classe	Universo (10/2005)	Representação da perda no universo		
		Consumidores		Consumo
	Qtd	Qtd	%	kWh (12 meses)
B – residencial	132.696	44.535	33,56	70.445,610
C – comercial	12.767	1.548	12,13	8.773,068
D – industrial	639	58	9,08	834,690
E – poder público	11	1	9,09	25,440
M – rural	3	0	0,00	0
N – serviço público	4	0	0,00	0
Total	146.120	46.142	31,58	80.078.808
Estratificação da expansão por Fase				
Fase	Consumidores			
	Qtd	%		
01 – Monofásico	45.698	99,04		
03 – Trifásico	444	0,96		
Total	46.142	100,00		

Figura 27 - Relatório do SDPC – Estimativa de Perdas – 002/OIN

Na classe residencial estimou-se uma perda comercial de 70.445,6 MWh (12 meses) e a existência de 44.535 consumidores com perda.

Na classe comercial estimou-se uma perda comercial de 8.773,1 MWh (12 meses) e a existência de 1.548 consumidores com perda.

Na classe industrial estimou-se uma perda comercial de 834,7 MWh (12 meses) e a existência de 58 consumidores com perda.

Na classe poder público estimou-se uma perda comercial de 25,44 MWh (12 meses) e a existência de 1 consumidor com perda.

Universo 3 (grupo B ligados):

Classe		Universo (10/2005)		Representação da perda no universo			
		Qtd	kWh (12 meses)	Consumidores		Consumo	
				Qtd	%	kWh (12 meses)	%
A	– consumo proprio	30	1.486.048	0	0,00	0	0,00
B	– residencial	749.957	1.186.290.304	111.934	14,93	140.544,180	11,85
C	– comercial	70.567	400.082.008	4.923	6,98	9.895,791	2,47
D	– industrial	3.190	45.836.086	97	3,03	900,160	1,96
E	– poder publico	1.819	33.449.302	61	3,33	727,600	2,18
M	– rural	22	163.695	0	0,00	0	0,00
N	– servico publico	113	2.809.293	0	0,00	0	0,00
		825.698	1.670.116.735	117.015	14,17	152.067.731	9,10

Estratificação da expansão por Fase		
Fase	Consumidores	
	Qtd	%
01 – Monofásico	89.301	76,32
02 – Bifásico	21.555	18,42
03 – Trifásico	6.159	5,26
	117.015	100,00

Estratificação da expansão por Tipo de Irregularidade		
Tipo de Irregularidade	Consumidores	
	Qtd	%
100 – Irregular com Fraude	73.904	63,16
200 – Irregular com Defeito	43.111	36,84
	117.015	100,00

Figura 28 - Relatório do SDPC – Estimativa de Perdas – 003/OIN -

Na classe residencial estimou-se uma perda comercial de 140.544,2 MWh (12 meses) e a existência de 111.934 consumidores com perda.

Na classe comercial estimou-se uma perda comercial de 9.985,8 MWh (12 meses) e a existência de 4.923 consumidores com perda.

Na classe industrial estimou-se uma perda comercial de 900,2 MWh (12 meses) e a existência de 97 consumidores com perda.

Na classe poder público estimou-se uma perda comercial de 727,6 MWh (12 meses) e a existência de 61 consumidores com perda.

5.3. LIGAÇÕES CLANDESTINAS E ERROS DE FATURAMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

No caso das ligações clandestinas e cadastramento de IP, foi aplicada a metodologia citada no item 4.3, utilizando-se o sistema Georeferenciado da COELBA (GEOREDE) e obedecendo as seguintes etapas:

a) Definição do universo

A área do município de Salvador foi dividida em cinco conjuntos (vide anexo 2):

- Península, correspondendo a 102 quadrículas.
- Orla Norte, correspondendo a 299 quadrículas.
- Orla Sul, correspondendo a 159 quadrículas.
- Subúrbio, correspondendo a 461 quadrículas.
- Centro, correspondendo a 167 quadrículas.

Perfazendo um total de 1.188 quadrículas. Não foi considerado o conjunto Comércio, pois o sistema é subterrâneo, não existindo rede aérea, o que minimiza a possibilidade de ligações clandestinas.

b) Plano amostral e sorteio

Para o cálculo da amostra, foram consideradas as probabilidades $p= 2$ e $q= 98$ e calculada uma amostra de 50 quadrículas.

Com base na metodologia, foram atribuídos pesos proporcionais à expectativa de existência de ligações clandestinas na área do respectivo conjunto. Esses pesos foram definidos com base nas quantidades de ligações clandestinas regularizadas em Salvador, durante o ano de 2005, conforme tabela a seguir:

Conjunto	Qtde de lig. Clandestinas regularizadas	Peso atribuído ao conjunto
Península	1.160	14
Orla Norte	2.155	26
Orla Sul	663	8
Subúrbio	3.979	48
Centro	332	4
Total	8.289	100

Fonte: COELBA

Após numeração e distribuição dos pesos, as quadrículas que compõem a amostra foram sorteadas de forma aleatória.

c) Pesquisas de campo

As pesquisas de campo foram executadas por meio de levantamentos nas quadrículas sorteadas, sendo coletados os seguintes dados:

Conjunto	Qtde. de amostras válidas	Qtde. de ligações clandestinas na amostra	Qtde. de pontos acesos 24h	Qtde. de pontos apagados 24h
Península	7	62	18	7
Orla Norte	13	141	56	26
Orla Sul	4	29	9	3
Subúrbio	24	290	102	50
Centro	2	15	5	2
Total	50	537	190	88

d) Expansão dos dados amostrais

Esses dados coletados em campo são valores representativos da amostra e foram expandidos para o universo conforme metodologia descrita no item 4.3.

A perda (em 12 meses) estimada na amostra devido às ligações clandestinas foi de 515,5 MWh, o que projeta uma perda de 12,2 GWh no universo, representando cerca de 12.122 consumidores ligados clandestinamente.

A perda (em 12 meses) estimada na amostra devido aos erros de faturamento da iluminação pública foi de 57,5 MWh, o que projeta uma perda de 1,4 GWh no universo, indicando que existem 2.338 pontos de IP acesos 24 horas que não estão sendo compensados pelos pontos de IP apagados 24 horas.

5.4. A MATRIZ DE PERDAS COMERCIAIS DE SALVADOR

De posse desses dados foi possível a montagem da matriz de perdas comerciais do município de Salvador. Conforme abaixo:

MATRIZ DA PERDA COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE SALVADOR

Classes	Irregularidades na medição						Ligação clandestina		Iluminação pública	
	Grupo B		Grupo A		Auto-religação		Qtde de ligações	Perda em 12 meses (MWh)	Qtde de pontos com perda	Perda em 12 meses (MWh)
	Qtde de clientes com perda	Perda em 12 meses (MWh)	Qtde de clientes com perda	Perda em 12 meses (MWh)	Qtde de clientes com perda	Perda em 12 meses (MWh)				
Residencial	111.934	140.544	6	176	44.535	70.446	12.122	12.249	2.338	1.366
Comercial	4.923	9.896	18	6.171	1.548	8.773				
Industrial	97	900	6	202	58	835				
Poder público	61	728	3	1.135	1	25				
Serv. público	0	0	2	705	0	0				
Rural	0	0	0	0	0	0				
Cons. próprio	0	0	0	0	0	0				
Total	117.015	152.068	35	8.389	46.142	80.079	12.122	12.249	2.338	1.366
Valor total da perda comercial (12 meses) = 254.151 MWh										

Figura 29 – Matriz de Perda Comercial do Município de Salvador (valores absolutos)

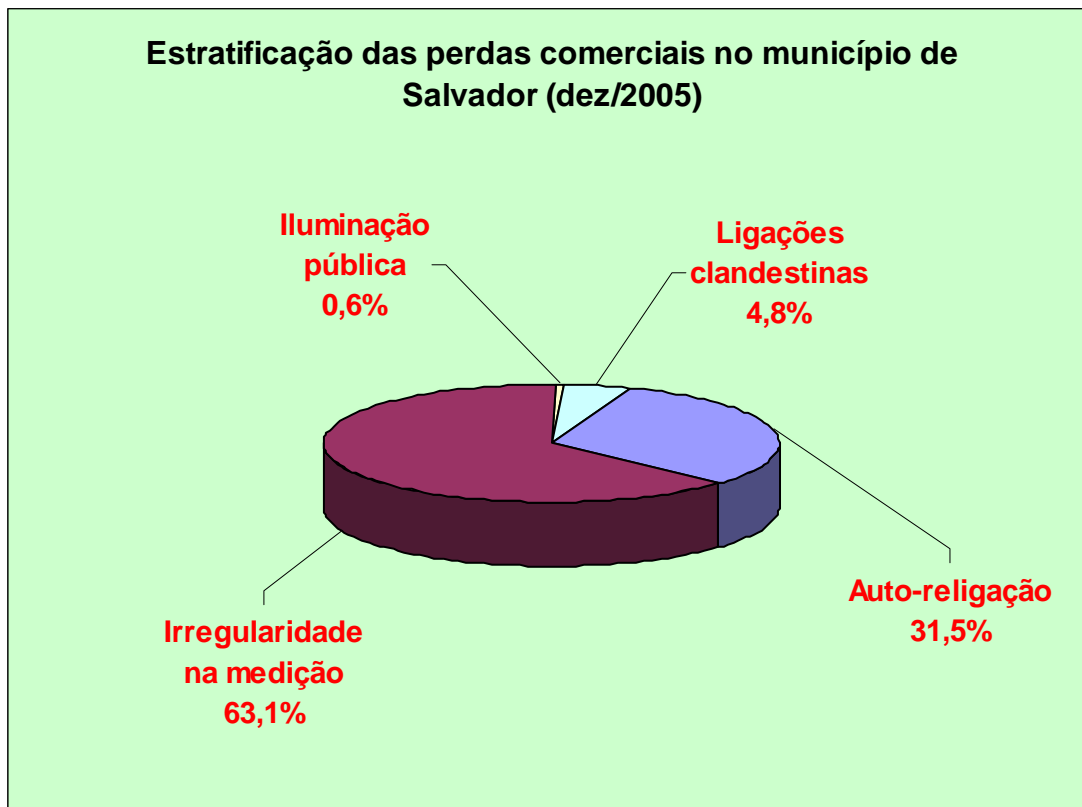


Figura 30 - Matriz de Perda Comercial do Município de Salvador (percentuais)

Da matriz acima descrita pode-se concluir que a perda anual comercial em Salvador atinge 254,2 GWh e está assim estratificada:

As irregularidades na medição representam 63,1% da perda comercial e estão assim distribuídas:

- Estima-se a existência de 117.015 consumidores ligados do grupo B com irregularidades na medição, totalizando perda anual de 152,1 GWh.
- Estima-se a existência de 35 consumidores ligados do grupo A com irregularidades na medição, totalizando perda anual de 8,4 GWh.
- Estima-se a existência de 46.142 consumidores cortados do grupo B com irregularidades na medição, totalizando perda anual de 80,1 GWh.

As ligações clandestinas representam 4,8% da perda comercial. Estima-se a existência de 12.122 consumidores clandestinos, totalizando perda anual de 12,2 GWh.

Os erros de faturamento da iluminação pública, considerando-se apenas os relés fotoelétricos com defeito, representam 0,6% da perda comercial, o que corresponde a perda anual de 1,4 GWh.

6. ANÁLISE CRÍTICA

Os dados obtidos pela aplicação dessa metodologia no município de Salvador foram comparados com os dados disponibilizados pela COELBA. A metodologia utilizada pela concessionária para o cálculo das perdas comerciais é a usual no setor elétrico: calcula-se a perda global e estima-se a perda técnica através de *softwares* específicos. A diferença entre esses valores é a perda comercial.

Com essa metodologia a COELBA estimou a perda comercial anual no município de Salvador em 277 GWh.

Os resultados obtidos neste trabalho concluem que a perda comercial anual em Salvador é de 254 GWh. Os resultados encontrados pelas duas metodologias, considerando os erros admissíveis, estão próximos, o que sugere o aprofundamento de estudos para a convergência desses valores.

Porém, o principal ganho obtido por esse método é a estratificação e quantificação das causas das perdas comerciais.

Para as perdas comerciais originárias de irregularidades na medição, foram estimadas as seguintes perdas anuais nas três principais classes de clientes:

Classe residencial = 211,1 GWh

Classe comercial = 24,8 GWh

Classe industrial = 1,9 GWh

Analisando-se esses valores em conjunto com a matriz, pode-se auferir que o principal problema de perdas em Salvador está na classe residencial e nos consumidores do grupo B (ligados e cortados). Através de análise mais profunda das

faixas de consumo nessa classe, com base nos dados amostrais dos consumidores ligados, pode-se elaborar o seguinte gráfico:

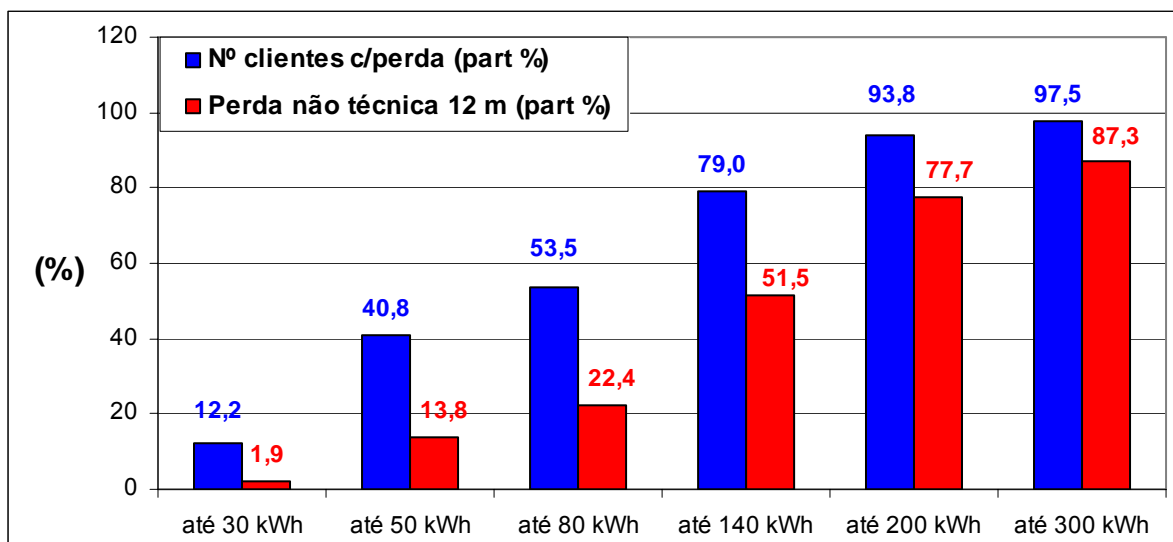


Figura 31- Clientes com perda (participação por faixa de consumo)

Nota-se que, 93,8% dos consumidores com irregularidade que geram perdas na classe residencial em Salvador consomem mensalmente abaixo de 200 kWh e representam 77,7% da perda comercial na referida classe.

Também a perda causada pelas auto-religações (contratos cortados) indicam que o foco do problema está em clientes residenciais monofásicos (baixo consumo), ratificando os dados obtidos no gráfico acima.

Esses valores indicam que a perda comercial em Salvador está pulverizada em consumidores de baixo consumo e na classe residencial.

Essas conclusões são de extrema importância e poderão ser utilizadas pela concessionária no direcionamento das ações para esse segmento de clientes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. CONCLUSÕES

Neste trabalho desenvolveu-se uma metodologia para elaboração de uma matriz de perdas comerciais nas distribuidoras de energia elétrica.

O método estratificou e quantificou as causas das perdas comerciais e foi testado para o município de Salvador, com resultados considerados satisfatórios, cumprindo o objetivo proposto.

As perdas comerciais foram estratificadas em quatro grandes causas:

- a) Irregularidades na medição de consumidores cadastrados e regularmente ligados ao sistema (fraudes ou defeitos na medição e erros de faturamento).
- b) Irregularidades na medição de consumidores cadastrados e cortados (auto-religações).
- c) Ligações clandestinas: ligações feitas por clientes que nunca foram regulares.
- d) Iluminação pública: erros de faturamento devido a cadastro desatualizado e defeitos em relés fotoelétricos.

O SDPC, *software* que implementa o método para as irregularidades na medição, utiliza base estatística para definição das amostras e para a expansão dos dados coletados para o universo pesquisado.

Esse *software* permite ao usuário:

- Definir o universo a ser pesquisado (desde apenas um bairro até toda a área de concessão);

- Expandir os dados amostrais para o universo pesquisado.
- Gerar relatório para análise dos dados cadastrais do universo.
- Gerar relatório para análise dos dados amostrais por classe.
- Gerar relatório para análise dos dados amostrais por número de fases da ligação.
- Gerar relatório para análise dos dados amostrais por faixas de consumo.
- Gerar relatório para análise dos dados amostrais por tipo de irregularidade.
- Gerar arquivo, em planilha Excel, com todos os dados amostrais.

No caso das ligações clandestinas e erros de faturamento da IP, foi desenvolvida metodologia baseada em pesquisa amostral por quadrículas (quadrados com dimensões aproximadas de 500 metros de lado), plotadas em um sistema georeferenciado. Através de embasamento estatístico foi possível a expansão dos dados amostrais para o universo.

A matriz desenvolvida neste trabalho é uma ferramenta de grande valia para o combate às perdas, pois possibilita:

- Definição das ações e recursos;
- Alteração de padrões e procedimentos visando à prevenção de novas irregularidades;
- Direcionamento das ações para o foco; e,
- Redução de custos.

A redução das perdas comerciais é assunto prioritário para a ANEEL, que está buscando aumentar a eficiência das distribuidoras visando à modicidade tarifária e o repasse desse benefício para toda a sociedade.

7.2. RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação propõe uma nova metodologia para a abordagem do tema redução de perdas comerciais, mas não esgota a problemática que o envolve.

Uma possível melhoria para o método aqui proposto é estudar um novo procedimento para verificação dos consumos estimados na iluminação pública. Atualmente, grande parte do consumo de energia elétrica da iluminação pública não é medida, sendo faturada por estimativa, com base em dados cadastrais. Na maioria das concessionárias brasileiras, a iluminação pública é gerenciada pelas prefeituras municipais que, normalmente não informam as alterações ou acréscimos de lâmpadas realizados. Com isso, existe uma grande dificuldade na atualização desse cadastro. Erros de cadastro levam a erros de faturamento e a perdas comerciais.

Outro aspecto que merece um aprofundamento é a elaboração de metodologia para definição do “ótimo econômico” da perda comercial, onde haja o equilíbrio entre custos e benefícios associados às ações de redução de perdas não-técnicas. Há que se considerar, nesse estudo, as características dos sistemas elétricos e de mercado de cada concessionária para que seja definido o mínimo rentável, tendo sempre como meta a modicidade tarifária.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, **Resolução 456 – Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**. 2000.

ALMEIDA FILHO, A. Priorização de investimentos em sistemas de distribuição de energia elétrica. Dissertação de mestrado – Universidade Salvador, 2003.

ALMEIDA, M.A.S.; OLIVEIRA, W C.; DANTAS, P.R. **Redução de perdas de energia elétrica na COELBA – Estratégias e Resultados**. XV SENDI, Salvador-BA, 2002.

ALMEIDA, M.A.S.; OLIVEIRA, W.C.; DANTAS, P.R. **Redução de perdas de energia elétrica na COELBA – Estratégias e Resultados Pós Privatização**. V CIERTEC, Maceió – AL, 2004.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, **Resolução 456 – Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**. 2000.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 052/2003 – SRE** Brasília, 2003.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 20/01/2004.

ANEEL/COELBA/UNIFACS, Salvador/BA, 2004.

CAPRA, F. Entrevista ao Jornal A TARDE – **Caderno de economia**, página 25, 04/04/2004.

COCHRAN, W. **Técnicas de amostragem**. Editora Fonte de Cultura, 1965.

CODI – Comitê de Distribuição. Tema 08 – Faturamento e arrecadação. **CODI 08-05**

Perdas Comerciais. Rio de Janeiro-RJ, 1998.

ELLER, N.A. **Arquitetura de informação para gerenciamento de perdas comerciais de energia elétrica.** Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

FLEURY, S. **Reforma del Estado** - La reforma administrativa de Nueva Zelandia: control estratégico, privatización, eficiencia gerencial y responsabilidad. 2001.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento.** Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Tendências Demográficas: Uma Análise dos Resultados da Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000**, Departamento de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro, 2001.

KISH, L. **Survey sampling.** Editora Wiley, NY, 1965.

LA ROVERE, E.L. **500 anos de muita energia.** Revista Petrobras Magazine, 2000.

MARTIN, M L.; RAMATI, O. H. **Perdidas de Energia.** Editado pela CIER – Comision de Integracion Electrica Regional, 1991.

MME – Ministério das Minas e Energia, **Balço Energético Nacional**, Brasília, 2002.

NUNES FILHO, F.B. **Otimização do MWh recuperado através inspeção técnica.** XIV SENDI, Foz do Iguaçu-PR, 2000.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em <<http://www.onu-brasil.org.br>>. Acesso em: 30/01/2004.

Revista de Administração Pública, 2001.

SEGER, K.A. **Energy theft – An international perspective**. Revista Metering International, edição 1 - 2002.

SHAFIK, N. **Economic growth and environmental quality**. Working paper WPS 904, Banco Mundial, Washington, 1992.

SILVEIRA, M; GOMES, C. A C.; BASTOS, P.F.M. **Nota técnica 002 - Projeto P&D**, 2004.

STEHLING, M.O. **Estudo das perdas de energia elétrica no sistema de distribuição do município de Cabedelo/Pb**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal da Paraíba, 1999.

STEVENSON, W. **Estatística aplicada à administração**. Editora Harbra, 1986.

STRAUCH, M.T. **Desenvolvimento de metodologia para cálculo de perdas elétricas em redes de distribuição de baixa tensão**. Dissertação de mestrado – Universidade Salvador, 2002.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TUC). **Técnicas de amostragem para auditorias**. Brasília, DF, 2002.

VALENTE, A., CORREIA, J., PEREIRA, O. **A universalização do serviço de energia elétrica**, Editora da UNIFACS - Universidade Salvador, Bahia, 2002.

VALENTE, A.; ALMEIDA FILHO, A.; RAMALHO, J., STRAUCH, M. **Simulador probabilístico de perdas técnicas na rede secundária**. Congreso Internacional de Distribucion Eléctrica - CIDEL, Argentina, 2002.

9. APÊNDICES

Apêndice A – Exemplo de formulário de pesquisa.

Formulário de Campo para Irregularidade na Medição

Número da Pesquisa : 000001/OIN
 Data da Impressão : 12/05/05
 Usuário : clb087939

IDENTIFICAÇÃO DO CONSUMIDOR			
1 - Número do Contrato 0001798073			
2 - Endereço EST BASE NAVAL 000000003 TE SN CEP:40000000			
3 - Bairro 027 - AGUAS CLARAS	4 - Localidade 01 - SALVADOR	5 - Município 334 - SALVADOR	
6 - Classe E - poder publico	7 - Atividade EM7021 - ADMINISTRACAO PUBLICA ESTADUAL		
IDENTIFICAÇÃO DO MEDIDOR			
	Cadastrado	Corrigido	
8 - Número do Medidor	998010462		
9 - Tipo	MC		
10 - Marca	ESB		
11 - Constante	500.0		
12 - Última Leitura	1793,0		
13 - Número de Fases	Trifasico		
14 - Tensão	11900 v		
SITUAÇÃO DO CONTRATO			
15 <input type="radio"/> 400 - Regular	16 <input type="radio"/> 300 - Irregular sem Perda	17 <input type="radio"/> 200 - Irregular com Defeito	18 <input type="radio"/> 100 - Irregular com Fraude
19 - OCORRÊNCIAS DO FATURAMENTO		20 - OBSERVAÇÃO	
Código	Quantidade		
CÁLCULO DA PERDA MENSAL - CONSUMO EM kWh			
21 - Cadastrado		22 - Corrigido	
DADOS DO PESQUISADOR			

Apêndice B – Mapa com a definição dos cinco conjuntos e quadrículas do município de Salvador, para cálculo da amostra referente à pesquisa de perdas devido às ligações clandestinas e erros de faturamento da iluminação pública.

