

Desenvolvimento de Sistema de Estimativa de Consumo para Recuperação de Receitas

M. M. F. Gemignani, F. H. P. Zamora, C. M. V. Tahan, ENERQ/USP

C. A. S. Penin, M. M. Filho, DAIMON

M. Buassalli, N. Marchioli, D. Porto, F. Tertuliano, AES ELETROPAULO

Resumo – Este artigo trata dos resultados do projeto “Sistema de Estimativa de Consumo para Recuperação de Receitas”, que consiste no desenvolvimento de uma metodologia, e respectiva implementação computacional, para a estimativa de consumo de clientes fraudadores de energia elétrica através da determinação dos fatores de carga e de demanda típicos para cada atividade e classe de consumo. A partir da potência instalada do cliente fraudador, obtida através de inspeção da carga no ato de constatação da fraude, e dos fatores de carga e de demanda definidos pela metodologia desenvolvida, pode-se estimar a energia consumida não faturada dos clientes com instalações irregulares. Neste artigo são apresentadas a metodologia desenvolvida e os resultados da implementação.

Palavras-chave: combate à fraude, distribuição de energia elétrica, fator de carga, fator de demanda, recuperação de receitas.

I. INTRODUÇÃO

A recuperação das receitas evadidas devido às perdas comerciais representa, no atual ambiente do setor elétrico, um recurso importante para a contabilidade das empresas distribuidoras de energia.

Em virtude disto, a AES ELETROPAULO vem realizando um amplo programa de recuperação de receitas e combate à fraude com vistas a diminuir o percentual deste tipo de perda no total global da empresa.

A regulamentação que trata da constatação da irregularidade e da cobrança retroativa da energia consumida por clientes fraudadores é dada pela resolução ANEEL 456/2000 [1] em seus artigos de 72 a 78, mais especificamente o artigo 72, em seu inciso IV, que apresenta três alíneas que tratam da arrecadação destes valores.

O objetivo deste projeto foi desenvolver uma metodologia e respectiva implementação computacional para a estimativa de faturamento da potência ativa dos consumidores com base nos procedimentos do artigo 72 supracitado, focando os casos enquadrados sob a alínea “C”, que trata da estimativa de consumo via potência instalada.

A metodologia implementada avalia os fatores de carga e de demanda respaldada por medições. O objeto deste artigo corresponde à indicação dos conceitos utilizados, a descrição da metodologia adotada para estimar os fatores de carga e de demanda e os resultados encontrados, sugerindo os procedimentos para a atualização dos dados encontrados pelo software de apoio desenvolvido e as alternativas para o aprimoramento futuro do trabalho.

II. REGULAMENTAÇÃO

A regulamentação é o dispositivo legal que rege a constatação de irregularidades e a maneira de efetuar as cobranças retroativas está na Resolução ANEEL nº. 456/2000, em seus artigos 72 a 78. Em particular o artigo que trata da cobrança retroativa dos clientes fraudadores é o de número 72, em seu inciso IV, com a redação transcrita abaixo.

“IV - proceder a revisão do faturamento com base nas diferenças entre os valores efetivamente faturados e os apurados por meio de um dos critérios descritos nas alíneas abaixo, sem prejuízo do disposto nos artigos 73, 74 e 90:

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; e

c) no caso de inviabilidade de utilização de ambos os critérios, determinação dos consumos de energia elétrica e/ou das 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.”

Desta forma a recuperação da receita relativa à diferença entre o valor faturado e aquele efetivamente consumido deve estar baseada nas alíneas: “A”, “B” ou “C” do inciso IV citado acima.

A alínea “A” trata de fraudes que podem ter sua receita recuperada após uma análise técnica. A alínea “B” trata dos casos onde pode ser verificado um “degrau de consumo” objetivamente identificado e cuja verificação de receita a recuperar não apresenta maiores dificuldades. Os casos que se enquadram sob a alínea “C” requerem a estimativa de consumo ou demanda baseados na carga instalada e em fatores de carga e demanda de unidades consumidoras com atividades semelhantes. Ao longo deste trabalho foi dada ênfase aos casos enquadrados sob esta alínea.

III. METODOLOGIA

A. Organização dos dados

A metodologia desenvolvida consiste, primeiramente, da estruturação de um banco de dados único, que contenha todas as informações necessárias aos cálculos e aos relatórios de saída. Este banco único agrupa os dados procedentes das diferentes bases disponíveis, de forma bem estruturada e de fácil acesso.

Os dados iniciais são armazenados em um banco de dados (“.mdb” - MS Access) por processos de importação das bases de dados disponíveis em arquivos no formato “txt” (texto). A estrutura de dados manipulada pelo programa pode ser observada na imagem da Figura 1.

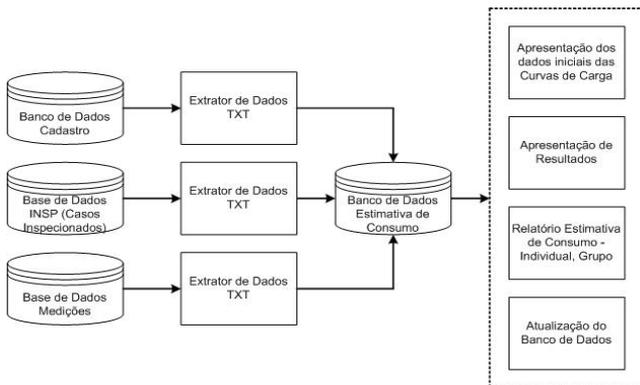


Figura 1 – Diagrama Geral

A composição do conteúdo dos conjuntos indicados está detalhada abaixo:

- Base de dados Cadastro – Através do Sistema de Cadastro e Faturamento de Clientes de Baixa Tensão (SICON-B), foram obtidos dados complementares dos clientes da Base de dados do INSP (Casos Inspeccionados). Dentre esses dados devem constar: número de referência do cliente, registros de energia faturada (últimos 24 meses), classe e tipo de atividade.

- Base de dados do INSP – Nesta base devem constar as informações de instalações com irregularidade cadastradas na AES Eletropaulo, como: número de referência do cliente, classe, tipo de atividade verificada, carga inspeccionada, município e alínea utilizada.

- Base de dados de medições / curvas de carga – Esta base contém os dados das campanhas de medição realizadas usualmente, como nos processos de revisão tarifária, com as curvas de carga diárias por cliente e seu respectivo número de referência. Com os dados das medições importados e organizados por classe, são calculadas a demanda média e a demanda máxima para cada curva.

Após o carregamento do banco de dados criado com a união de todas as informações disponíveis, ocorrem os processamentos finais da metodologia, onde o objetivo é obter a estimativa adequada de consumo de energia para cada tipo de cliente com instalações irregulares, segmentados por classe e tipo de atividade (comercial e industrial), utilizando os fatores de carga e de demanda.

O sistema concebido permite também a atualização periódica do banco de dados, uma vez que existe a mudança de hábitos de consumo ao longo do tempo. A realimentação do banco é efetuada com a adição ou

substituição das bases de dados utilizadas do sistema de cadastro, do INSP e das medições de curvas de carga.

B. Fluxo do Processo

Em função dos dados disponíveis, existem dois procedimentos possíveis a serem seguidos para se obter os fatores de carga e de demanda, com os quais se pode estimar a energia consumida, a partir da potência instalada.

B1. Procedimento Ideal

Neste procedimento, devem ser utilizadas as medições de curvas de carga, a pesquisa de hábitos de consumo e os dados de consumo histórico, para cada cliente da amostra. A partir desses dados, são calculados os fatores de carga e de demanda para cada classe/faixa de consumo e tipo de atividade econômica.

Os valores de fator de carga, fator de demanda, demanda e potência inspeccionada permitem a definição de padrões de potência e consumo, através dos quais pode-se tomar dois caminhos: estabelecer um modelo de correlação ou definir faixas de padrões entre a potência instalada e o consumo médio. Em ambos, relaciona-se a potência instalada inspeccionada dos consumidores enquadrados na alínea c, obtendo-se o consumo estimado para cada caso.

Os dados calculados no processo são armazenados no banco de dados do programa para consultas futuras e geram os relatórios de estimativa de consumo por consumidor e por grupos de consumidores.

O diagrama deste processo pode ser observado na Figura 2.

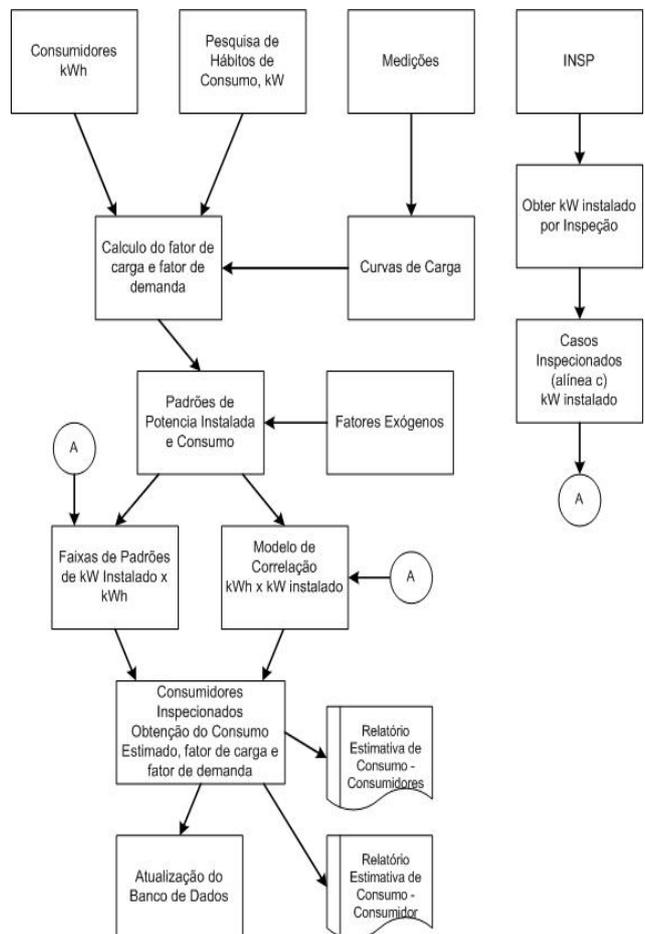


Figura 2 – Procedimento Ideal

B2. Procedimento Alternativo

A disponibilidade de dados pode ser mais restrita que a ideal, quando as informações necessárias para o estudo não são referentes sempre à mesma amostra. Nesta situação, utiliza-se uma alternativa menos rigorosa com o fornecimento de dados, porém mais trabalhosa quanto ao tratamento dos mesmos.

A entrada de dados é composta por um conjunto medições (curvas de carga) e pelo banco de dados do INSP. Através das curvas de carga, são calculadas as demandas média e máxima para cada consumidor, gerando um primeiro conjunto de dados. Do banco de fraudes, são separados os consumidores enquadrados na alínea B, de onde se obtém, após um processo de estimativa de fraude, os consumos médios reais desses clientes. Os dados de consumo médio calculado com a carga inspecionada desses clientes geram outro conjunto de dados. A existência do valor do consumo médio em ambos os conjuntos permite a associação das informações em um único banco de dados, comparando-se clientes com consumos semelhantes, para cada classe cadastrada. As informações do INSP são mantidas conforme o original e acrescidas das demandas média e máxima obtidas através da associação com as curvas de carga. O conjunto final de dados contém, além das informações de cadastro, os valores de potência instalada, demanda média e demanda máxima, permitindo o cálculo dos fatores de carga e de demanda para cada potência instalada.

Assim que são calculados os fatores de carga e de demanda, o processo segue como no procedimento ideal, com a definição de padrões de consumo por correlação ou por faixas, estimando-se o consumo para cada caso e gerando relatórios por indivíduos e agrupamentos.

A escolha da metodologia implementada se deve ao fato dos dados disponíveis no momento do estudo serem os mais adequados para esta análise. As informações obtidas do banco de fraudes (INSP) e da campanha de medidas foram separadas e organizadas conforme os objetivos desta análise, ou seja, estudar os casos mais frequentes e validar a metodologia proposta.

O processo segue conforme o diagrama da Figura 3.

C. Tipos de Consumidores

A metodologia desenvolvida pode ser aplicada a qualquer classe de consumo, subdividida ou não em atividades econômicas com comportamento semelhante, uma vez que os dados da referida classe estejam disponíveis.

Nos estudos de aplicação e validação da metodologia, foram estudadas as classes Residencial, Comercial e Industrial.

Os consumidores residenciais são considerados como um único grupo. Nos consumidores comerciais e industriais, a segmentação é feita utilizando-se como base o tipo de atividade do cliente. Algumas das atividades são listadas abaixo como exemplo:

- Comercial: bares, botecoins e cafés; comércio varejista de vestuário e calçados; assistência médica veterinária; mercearias, armazéns e padarias; barbearias, saunas e lavanderias; entidades religiosas; preparação de veículos; e restaurantes e lanchonetes;
- Industrial: confecção de roupas e agasalhos; construção civil; fabricação de móveis de madeira;

serviços gráficos; fabricação de telhas e tijolos; fabricação de material eletrônico; e fiação e tecelagem.

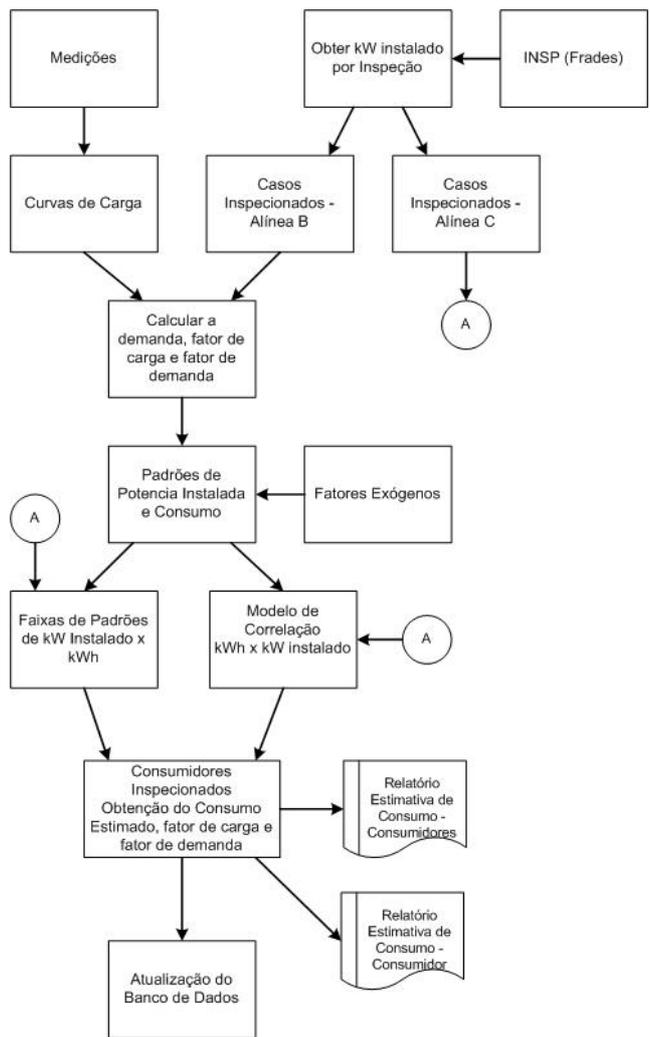


Figura 3 – Procedimento Alternativo

D. Preparo dos Dados

D1. Dados de Consumidores

O banco de consumidores com fraudes, inspecionados pela concessionária, possui mais de 40000 clientes - dentre os quais um subconjunto foi escolhido - além de conter atributos variados para esta fase. A partir de um extrator de dados, foram selecionados os campos considerados importantes, listados a seguir:

- Referência: Código do cliente.
- Data TOI: Data da lavratura do TOI (termo de ocorrência de irregularidade).
- N°. TOI: Número do TOI (termo de ocorrência de irregularidade).
- Total da carga: Carga levantada pela equipe de campo no momento da inspeção (W).
- Consumo Base: Consumo de referência, utilizado para o cálculo.
- Alínea: Alínea utilizada para o cálculo da dívida (Resolução 456).
- Classe: Classe de atividade identificada no local pela equipe de inspeção de campo.
- Atividade: Atividade identificada no local pela equipe de inspeção de campo.

- Consumos: Consumos mensais registrados no período de fevereiro/03 até dezembro/05.

A definição dos clientes adequados foi obtida através de um estudo onde se comparou o consumo ao longo dos últimos 24 meses, de forma individual. Clientes com comportamentos indesejados foram excluídos da amostra, através dos seguintes critérios:

- Coerência dos dados – consumos com valores zerados ou demasiadamente elevados. O objetivo principal desse critério é eliminar erros de leitura, medição e cadastro de dados. Consumidores com leituras de energia zeradas são descartados, pois são inúteis ao processo. Casos onde a energia mensal registrada é incoerente com a faixa de consumo do cliente (acima de uma ordem de grandeza) também são retirados do estudo;

- Estabilidade nos últimos 4 meses – a variação máxima de consumo neste intervalo é de 20% (residenciais) e 30% (comerciais e industriais);

- Queda de consumo – a diferença entre o maior consumo dos últimos 24 meses e o maior consumo dos últimos 4 meses não pode ultrapassar 20% (residenciais) e 30% (comerciais e industriais) em caso de queda de consumo. Para consumo crescente no período, não há limites.

Os valores adotados para as variações de consumo foram definidos com base na experiência de identificação de clientes fraudadores, por parte da AES Eletropaulo, e por testes realizados na amostra disponível. O objetivo desses critérios é eliminar dos dados de entrada possíveis clientes reincidentes como fraudadores de energia.

D2. Dados da Campanha de Medições

As curvas de carga da campanha de medições, depois de agrupadas e organizadas por classes, foram convertidas do formato público para o padrão do banco de dados do software implementado. Para cada consumidor foram retiradas a primeira e a última curva, pois normalmente são incompletas.

D3. Casos Inspeccionados – Alínea B

No estudo dos casos inspeccionados foram utilizados os dados do INSP, alínea B, depois de analisados e selecionados segundo os critérios de validação adotados (conforme descrito anteriormente). O banco de dados mencionado foi utilizado por apresentar o histórico de consumo mensal dos clientes em conjunto com a recente pesquisa de posse de equipamentos (potência instalada), valores de alta importância para este estudo. A filtragem dos dados ocorreu para garantir uma maior precisão dos resultados, uma vez que os clientes em questão são ex-fraudadores e podem não possuir um comportamento próximo ao usual.

A melhor opção para esta análise é a utilização de dados de clientes não fraudadores, que tenham participado da campanha de medidas e possuam registros de pesquisa de hábitos e consumo e pesquisa de posse de equipamentos, dados esses não disponíveis no momento. Como alternativa para contornar a inexistência desses dados tidos como ideais, realizou-se a adaptação do banco de dados do INSP. As informações utilizadas, procedentes do INSP, devem ser substituídas assim que possível para agregar maior precisão aos resultados.

D4. Curvas de Carga

As curvas de carga obtidas para cada consumidor foram armazenadas em sua totalidade, sem seleção de curvas típicas ou características. A eliminação ocorreu apenas em casos de dados incompletos ou curvas muito atípicas. A utilização de todas as curvas nesta etapa permitirá obter resultados de maior confiabilidade. Segue abaixo um exemplo de algumas curvas obtidas para um cliente residencial (Figura 4).

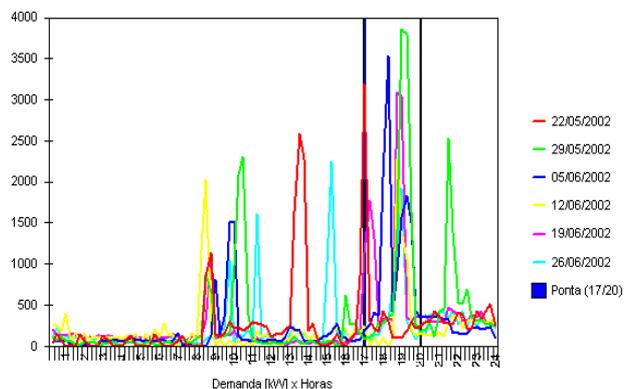


Figura 4 – Curva de Carga (residencial)

O estudo das curvas de carga foi realizado a partir das curvas obtidas na última campanha de medidas realizada pela AES Eletropaulo. Após o tratamento dos dados, com a separação em classes de consumo e a importação no software, calculou-se para cada curva e consumidor, a demanda média, a demanda máxima e o fator de carga.

D5. Integração das Bases de Dados

Os dados do banco de fraudes (INSP - consumidores da alínea B) e da campanha de medição foram integrados com o intuito de determinar os padrões de fatores de demanda, estabelecendo-se como critério, que existe um comportamento comum entre os dois tipos de consumidores. Assim como nas análises realizadas até o presente momento, utilizaram-se conjuntos de dados separados conforme suas características de consumo.

Para este agrupamento, utilizou-se como fator comum a demanda média (consumo) do cliente. O conjunto de dados do banco de fraudes permanece sem alterações e tem, para cada cliente, a associação a valores de potência máxima de uma curva de carga. Ao final da associação, temos um único banco com todos os valores necessários para calcular os fatores de carga e de demanda. Os fatores são calculados automaticamente pelo software e inseridos como informações adicionais a cada cliente deste novo banco.

E. Cálculo dos Fatores de Carga e de Demanda

Os estudos dos fatores de carga e de demanda foram realizados para as classes residencial, comercial e industrial. A classe residencial foi estratificada conforme a cidade do cliente e as classes comercial e industrial foram estratificadas de acordo com as atividades cadastradas.

Para a determinação dos fatores de carga e de demanda são utilizados os seguintes parâmetros:

- Demanda média – A demanda média é a relação entre a energia total consumida durante o período de medição e a duração do mesmo.

- Demanda máxima – A demanda máxima é a maior demanda de uma curva. Para uma curva diária ter-se-á a demanda máxima diária.

- Potência instalada – A potência instalada corresponde à soma das potências de todos os equipamentos instalados no local.

F. Regressão

O consumo estimado de cada tipo de consumidor, relacionando sua potência instalada com o consumo médio previsto, é estimado a partir de modelos estatísticos de regressão. São definidos modelos por classe e por tipo de atividade. O estudo do processo de regressão foi realizado com o método dos mínimos quadrados (MMQ) [2] devido à sua flexibilidade de trabalho na análise de aderência para diversas formas de curva, além de ser um método bastante conhecido e amplamente utilizado para tal. Após os testes, a equação que apresentou comportamento mais adequado nos casos estudados foi na forma de potência de x , conforme o seguinte modelo:

$$y = \alpha \cdot x^\beta \quad (1)$$

IV. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A. Simulações

Após o processamento dos dados disponíveis, são geradas curvas de potência instalada por fator de demanda e potência instalada por fator de carga. Foram realizadas as regressões para as classes residencial, comercial e industrial. Para a classe residencial foi realizada a estratificação pela cidade do consumidor e nas classes comercial e industrial a separação se deu pela atividade cadastrada do fraudador. A escolha das atividades foi baseada na representatividade na amostra. Em ambos os casos, foram também realizadas as regressões para toda a população, a fim de comparar a eficiência da geração dos estratos.

Os gráficos a seguir apresentam as curvas encontradas para a classe comercial, atividade Bar, como exemplo.

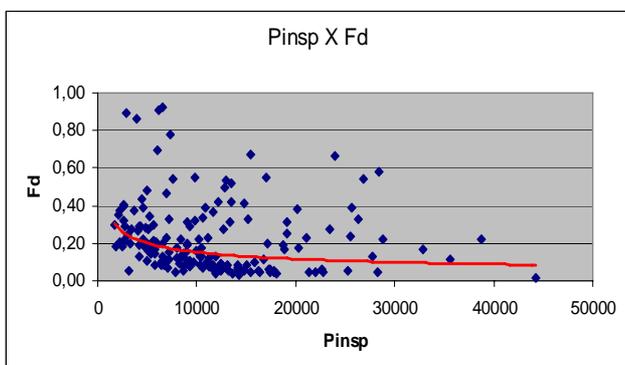


Figura 5 – Curva Fator de Demanda – Atividade BAR

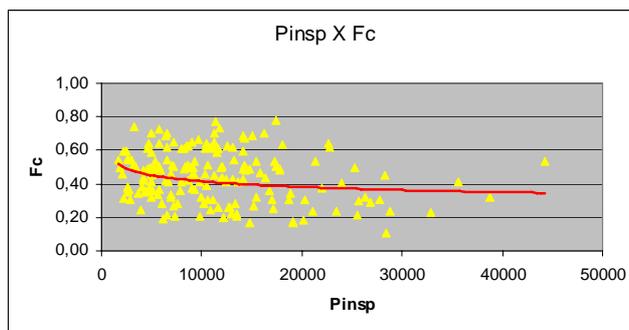


Figura 6 – Curva Fator de Carga – Atividade BAR

As equações correspondentes são:

Fator de Demanda:

$$Y = 5,5443 * X^{-0,3899} \quad (2)$$

Fator de carga:

$$Y = 1,2761 * X^{-0,122} \quad (3)$$

B. Estudo Comparativo

Com a finalidade de comparar os resultados obtidos com outras metodologias de estimativa da energia consumida, foram organizadas tabelas com os valores sugeridos por cada opção. Para ilustrar, pode-se observar abaixo a tabela comparativa para a classe comercial – atividade BAR (valores de energia mensal média em kWh).

Tabela 1 – Estudo Comparativo

Pinst	Regressão	Faixa-fixa	Faixas-freq	INSP	
				Emes	Emediana
5	325	360	414	469	438
10	457	576	636	529	494
15	556	756	851	576	(380)
20	640	(1152)	922	655	768
30	780	864	1787	915	997

Para as potências instaladas definidas na primeira coluna, calculou-se a demanda esperada por cada um dos métodos disponíveis:

- Regressão – resultado estimado a partir das curvas de potência instalada X fator de carga e potência instalada X fator de demanda, obtidas pelo MMQ. Em algumas das curvas obtidas (como no exemplo), os coeficientes de correlação (R^2) são baixos (inferiores a 0,3). Para essa tipologia de amostra é recomendável a análise por faixas, conforme apresentado a seguir;

- Faixa-fixa e Faixa-frequência – respectivamente, amplitude de potências fixa com frequência variável e amplitude de potências variável com frequência fixa - nesses casos considera-se um número variável de faixas de potência com valores médios de fator de carga e fator de demanda;

- INSP – apresenta os resultados encontrados no banco de fraudadores (INSP).

O gráfico da Figura 7 ilustra os dados da Tabela 1.

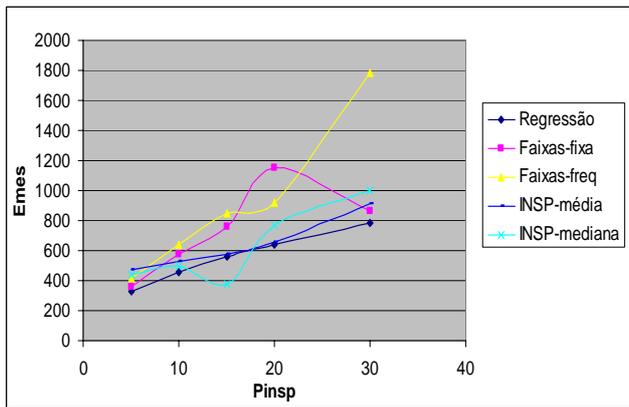


Figura 7 – Comparação de Metodologias

C. Resultados

O resumo dos resultados, apresentando apenas os fatores de carga e de demanda para cada atividade e classe, pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados
FATORES TÍPICOS PARA CÁLCULO E COBRANÇA DE FRAUDE E/OU FURTO DE ENERGIA

ATIVIDADE	F. DE DEMANDA	F. DE CARGA
Residencial - serviço	0,32	0,35
Residencial - geral	0,0676*x*(0,1149)	19,101*x*(-0,5121)
Serviços de Alimentação	0,34	0,39
Padarias, bombonieres, confeitarias, ...	0,33	0,46
Bares, botequins e cafés	0,34	0,39
Restaurantes, churrascurias, pizzarias, ...	0,38	0,38
Lanchonetes, past, conf, ...	0,35	0,36
Comercial - geral	0,35	0,40
Fabr de paes, bolos, biscoitos, ...	0,37	0,54
Confec de roupas	0,31	0,41
Industrial - geral	0,22	0,43
Rural - geral	0,26	0,20

V. SOFTWARE

O Software é a implementação da metodologia desenvolvida e descrita no item III, onde as características técnicas adotadas são mais bem descritas. Neste tópico são descritos os módulos do software com uma visão mais objetiva.

O Software desenvolvido é baseado em 6 módulos principais, descritos a seguir:

A. Seleção / Início de Base

A Base em questão contém todos os elementos necessários para realizar as simulações. São armazenados todos os dados importados e todos os processamentos realizados durante a utilização do software.

B. Definições dos Extratos de Consumo

Neste módulo são definidos os extratos pertencentes a cada classe de estudo, permitindo uma melhor organização dos dados provenientes das campanhas de medições.

C. Importação de Dados – Formato Público

Este módulo realiza a importação dos arquivos de campanhas de medição em formato público, extraindo as informações necessárias para a base de dados selecionada

no início da operação do software. O usuário pode importar os arquivos organizando-os dentro dos extratos definidos anteriormente. O formato original passa ao formato de curvas de carga com 96 pontos (15 min).

D. Gerenciamento das curvas de carga

No módulo de Curvas de Carga, podem ser observadas todas as curvas importadas, organizadas dentro das classes e extratos definidos. O gerenciamento das curvas pode ser realizado neste módulo. Podem ser conferidas as características das curvas, assim como a presença de dados inadequados à amostra.

E. Processamentos

Neste módulo ocorrem duas etapas, a “geração de fatores típicos” e o “cálculo da regressão / médias”.

E1. Geração de Fatores Típicos

Nesta etapa são realizadas as verificações de validação dos dados, com a exclusão automática de informações com erros de leitura. Os bancos de dados da “Central de Cálculos de Fraude” e do “Cadastro de Fraudadores” são importados e comparados com os dados das curvas de carga. São realizados os critérios de filtragem dos dados inadequados, segundo a metodologia desenvolvida. Após as verificações, são calculados os fatores de carga e de demanda para todos os clientes considerados adequados. Os resultados para a classe comercial podem ser observados na Figura 8.

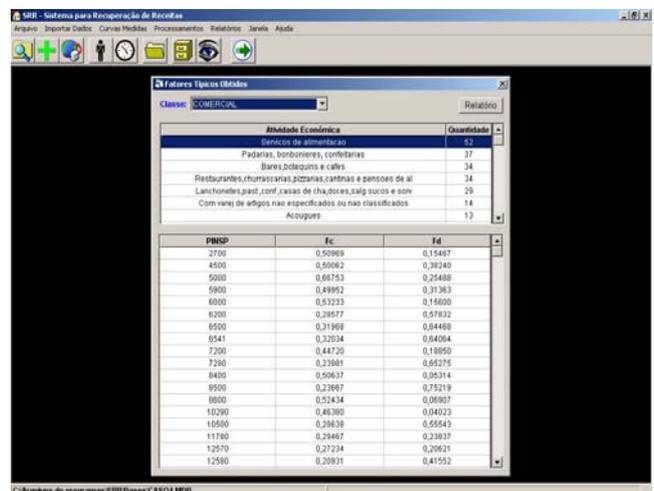


Figura 8 – Fc e Fd – Classe Comercial

E2. Cálculo da Regressão / Médias

Os cálculos podem ser realizados por classe, atividade, ou combinações de atividades. São apresentados os resultados da regressão para a função na forma de potência de “X” e das médias por faixa fixa e por frequência fixa. O usuário pode escolher a faixa de potência na qual pretende trabalhar em cada atividade, eliminando erros de digitação da potência instalada, presentes nos arquivos de importação da Central de Cálculo. Para refinar os resultados das médias, pode-se definir também a largura das faixas e a quantidade de pontos por conjunto. Os exemplos da curva obtida por regressão e das médias por faixa fixa podem ser observados, respectivamente, nas Figuras 9 e 10.

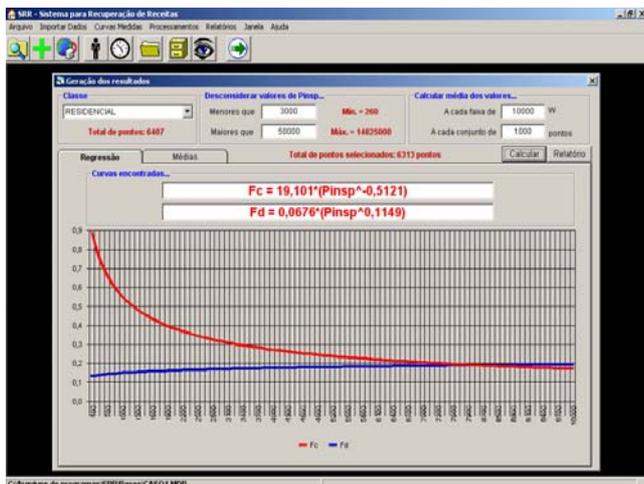


Figura 9 – Regressão – Classe Residencial

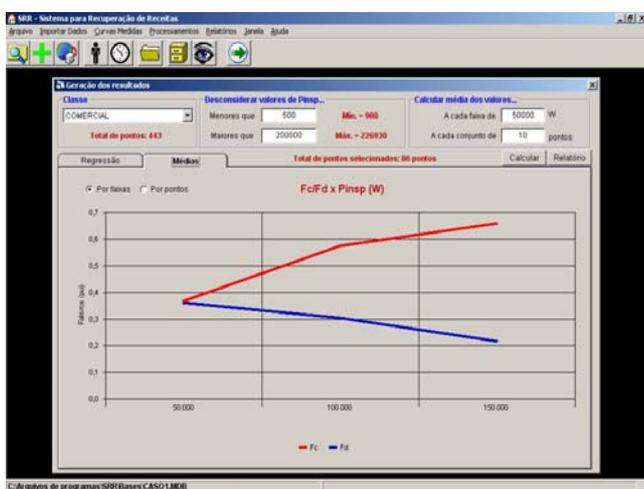


Figura 10 – Médias por Faixa Fixa – Classe Comercial (Serviços de Alimentação + Restaurantes, Churrascarias, ...)

F. Relatórios

Os relatórios disponíveis apresentam os resultados obtidos em cada processamento realizado. Na Geração de Fatores Típicos, são apresentados os fatores de carga e de demanda para cada cliente em todas as atividades econômicas existentes nos arquivos de importação. Podem ser observadas também as quantidades de clientes em cada atividade.

O relatório de Cálculo da Regressão / Médias apresenta os resultados de cada processamento realizado pelo usuário, indicando as atividades selecionadas na agregação, os fatores de carga e de demanda utilizados, os coeficientes das funções da regressão e os valores dos fatores de carga e de demanda para os casos de faixa fixa e frequência fixa, assim como a largura das faixas e a quantidade de pontos utilizada para definir os conjuntos.

VI. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido proporcionou a estimativa de consumo de energia de clientes fraudadores a partir da potência instalada por três diferentes métodos: equação (regressão), tabela com intervalo fixo e tabela com frequência fixa. A existência dessas opções tem por objetivo fornecer o melhor resultado possível, de acordo com as características dos dados disponíveis, facilitando a implementação da metodologia desenvolvida no sistema

de cobrança da empresa e seguindo com rigor a regulamentação da ANEEL, na Resolução 456/2000.

As comparações realizadas entre os métodos desenvolvidos e as técnicas disponíveis anteriormente ao projeto demonstram a real necessidade da atualização periódica dos fatores de carga e demanda, uma vez que a evolução tecnológica dos equipamentos elétricos e a variação das características de consumo provocam consumos de energia diferentes com o decorrer do tempo.

A metodologia desenvolvida apresenta três opções de obtenção dos fatores de carga e de demanda (sempre em função da potência instalada) e através dos estudos comparativos entre esses modelos, sugere-se a utilização da equação em grandes conjuntos de dados ou em clientes com características de consumo bastante parecidas, onde se aumenta significativamente a precisão do resultado.

Os valores apresentados refletem bem o comportamento da amostra estudada e podem ser melhorados com a adição de novas campanhas de medição ou simplesmente com a atualização esporádica dos dados.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL. Resolução 456, de 29 de Novembro de 2000. “Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica”.
- [2] COSTA NETO, P L O. “Estatística”. Ed. Edgard Blücher, 1977.
- [3] JARDINI, J A; TAHAN, C M V; CASOLARI, R P; AHN, S U; FIGUEIREDO, F M. Curvas Diárias de Carga – Base de Dados Estabelecida com Medições em Campo, CIREAD, Argentina, 1996.
- [4] JARDINI, J A; CASOLARI, R P; FERRARI, E L e outros. Curvas Diárias de Carga de Consumidores Comerciais e Industriais, XIII SENDI, São Paulo, Maio de 1997.
- [5] JARDINI, J A; CASOLARI, R P; ANGRISANO, A; ARAÚJO, D S. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica e Gás de Consumidores Comerciais e Industriais em Baixa Tensão, Foz do Iguaçu, Novembro de 2000.
- [6] ANGRISANO, Alexandre. “Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão”, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. São Paulo, 2000.
- [7] CASOLARI Ronaldo Pedro. “Curvas de Carga de Consumidores Industriais – Agregação com Outras Cargas”, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. São Paulo, 1996.
- [8] FERRARI Eduardo Luiz. “Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade da Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição”, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. São Paulo, 1996.
- [11] FIGUEIREDO Fernando Monteiro. “Estudo sobre Curvas de Carga de Consumidores Comerciais”, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. São Paulo, 1994.