

Desenvolvimento de Sistema Computacional para Gerenciamento e Controle de Dados e Informações de Energia Elétrica através de Medição Remota

M. A. Saidel, S. Almeida Jr, A. L. V. Gimenes, P. H. C. Rigolin

Resumo - Este artigo apresenta um projeto de P&D que objetiva atender parte dos novos desafios e demandas identificados pela AES Eletropaulo junto a estes consumidores. No caso específico dos consumidores públicos, público-alvo do projeto, a inadimplência representa perda significativa de faturamento para a AES Eletropaulo. Ações recentes da empresa, de aproximação com os consumidores do setor público têm-se mostrado eficientes na redução deste percentual de inadimplência. Como resultado destas ações, identificou-se que, através do conhecimento e acompanhamento detalhado de seu consumo, pode-se atuar de forma a reduzir a inadimplência, introduzindo uma melhor interlocução junto aos administradores públicos e principalmente propiciando previsões mais acuradas sobre valores futuros de faturas de energia para fins de inclusão orçamentária, problema freqüente da administração pública. Dessa forma, procura-se descrever neste artigo as características do sistema desenvolvido no projeto de P&D em questão bem como os resultados esperados de sua aplicação ao setor público.

Palavras-chave — Gestão Energética, Conservação de Energia, Pesquisa e Desenvolvimento, Eficiência Energética.

I. INTRODUÇÃO

A. Eficiência Energética no Setor Público

Dados do Balanço Energético Nacional de 2007, relativos ao ano de 2006, mostram que o setor público é responsável por 8,5% do consumo total de eletricidade no Brasil, tendo apresentado crescimento de 70% nos últimos 15 anos.

O crescimento anual do consumo de eletricidade neste setor, no período 1991 a 2006, é predominantemente superior ao crescimento do produto interno bruto (PIB). O crescimento médio do consumo do PIB no período é de 2,7%, enquanto o de eletricidade no setor público é de 3,9%. [1]

Uma análise dos dados do Balanço Energético Nacional

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL e consta dos Anais do V Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (V CITENEL), realizado em Belém/PA, no período de 22 a 24 de junho de 2009.

M. A. Saidel coordena o Grupo de Energia do Departamento de Engenharia da Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (e-mail: saidel@usp.br).

S. Almeida Jr trabalha na AES Eletropaulo e foi gerente do projeto em foco (e-mail: sylvio.almeida@aes.com).

A. L. V. Gimenes trabalha no Grupo de Energia do Departamento de Engenharia da Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (e-mail: gimenes@gmail.com)

L. F. Kurahassi trabalha no Grupo de Energia do Departamento de Engenharia da Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (e-mail: kurahass@pea.usp.br)

também revela que a eletricidade é a forma de energia mais utilizada no setor público, correspondendo a 82,3% do total de energia consumida pelo setor. Este percentual somente é superado no setor comercial, onde a eletricidade representa 84,3% do total da energia consumida [1].

Em geral, as edificações públicas raramente incorporam em suas instalações ou processos gerenciais recursos eficientes ou ferramentas adequadas voltadas para a gestão da energia elétrica, bem como os usuários das edificações não são envolvidos em campanhas de educação de combate ao desperdício de energia.

A carência de recursos e conhecimento para desenvolver a gestão de contratação e de uso da energia é reconhecida no setor público e ratificada pelas experiências com ações de eficiência energética que são desenvolvidas.

Sistemas públicos, por exemplo, iluminação e saneamento, apresentam grande potencial de aumento da eficiência energética. A boa gestão nestes serviços pode proporcionar melhores condições para expandir suas atividades com qualidade e racionalidade, sem que isso implique em um proporcional aumento de consumo.

A gestão pública conta com recursos escassos se confrontando com a intensidade e abrangência das demandas apresentadas pela sociedade. A gestão da energia elétrica não é uma solução para a falta de recursos do setor público, mas pode contribuir significativamente para reduzir os impactos deste insumo essencial nas contas públicas e permitir a destinação de tais economias para outras iniciativas socialmente mais necessárias.

A gestão energética pública é um assunto ainda incipiente no Brasil. Raras são as administrações locais que fazem, por iniciativa própria, a gestão dos gastos com eletricidade ou que adotam medidas de eficiência e combate ao desperdício de energia.

A Gestão Energética no setor público se apresenta como um importante instrumento para a gestão dos gastos com eletricidade. Sua aplicação deve resultar na redução das despesas da administração pública, podendo-se gerar recursos que podem ser aplicados em áreas prioritárias, como saúde e educação.

A eletricidade é um item fundamental para a prestação de grande parte dos serviços públicos e, em maior ou menor representatividade, tem impacto direto na composição dos custos relativos a estes serviços. Os gastos com eletricidade podem variar de acordo com a maneira como ela é utilizada e como é adquirida da empresa fornecedora [3].

Fazer a gestão deste insumo envolve utilizá-la de maneira eficiente, reduzindo desperdícios e buscando administrar faturas e contratos para obter o menor valor possível na compra da eletricidade.

B. O caso da AES Eletropaulo

Diversas experiências com a implantação de projetos e desenvolvimento de investigações científicas mostram significativo potencial de economia de energia e, portanto, redução de custos, no uso de energia pelo setor público. Tais experiências ou investigações abordam a implantação de ações de gestão dos recursos e eficiência energética, atuando-se nas duas pontas: a gestão da contratação da energia e a gestão do uso final de energia, tratando os aspectos gerenciais, tecnológicos e comportamentais.

Neste contexto, a AES Eletropaulo vem, ao longo de todos seus Programas de Eficiência Energética, investindo em projetos de eficiência energética junto ao setor público. Os investimentos do ciclo 2003/2004 podem ser visualizados na Figura 1 [4].

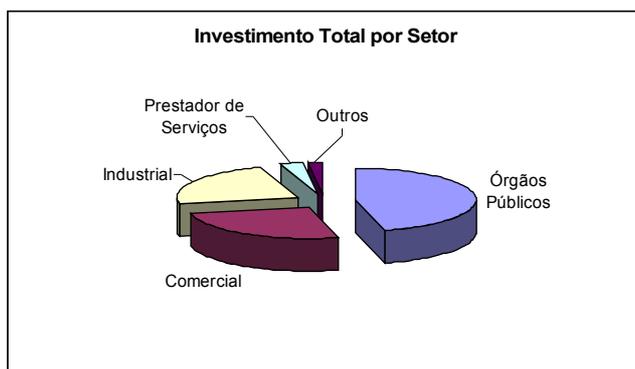


Figura 1. Investimento Total em Eficiência Energética por Setor-Ciclo 2003/2004 [4]

Os resultados de tais investimentos no setor público são expressivos conforme apresentado na Tabela I e na Figura 2.

Tabela I. Economia estimada nas ações de eficiência energética.

Setor	Quantidade	Energia (MWh/ano)	% Sobre o Total Fornecido pela Eletropaulo*
Órgãos Públicos	15	17.854	0,05%
Industrial	8	8.083	0,02%
Comercial	4	10.613	0,03%
Prestador de Serviços	3	1.672	0,01%
Outros	2	635	0,00%
Totais	32	38.859	0,12%

* O valor do mercado de energia da AES Eletropaulo para este período foi de 32.809 GWh/ano segundo informações levantadas no site da empresa (www.eletropaulo.com). O setor "Prestadores de Serviços" assim como o setor "Órgãos Públicos" foram incluídos no setor "Outros", [4]

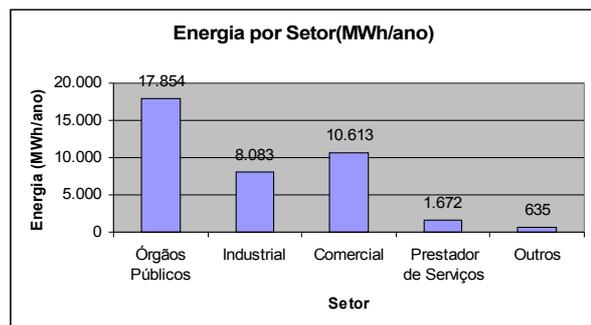


Figura 2. Energia Economizada por Setor (kW) [4]

A exemplo do que foi descrito anteriormente, o setor Público do Estado de São Paulo não é exceção e seus órgãos apresentam elevados e crescentes gastos anuais com energia elétrica, não possuindo uma estrutura eficaz para gerenciamento, controle e correção de irregularidades contratuais, multas, consumos excessivos, pagamentos adicionais, etc. Este fato ocorre devido principalmente à grande quantidade de unidades descentralizadas e à falta de um órgão centralizado para gerenciamento e controle dos dados referentes à contratação de energia elétrica.

Além deste segmento, diversos outros clientes corporativos da área de concessão da AES Eletropaulo apresentam características semelhantes, no que tange à necessidade de uma gestão centralizada dos múltiplos pontos de consumo e identificação de potencialidades decorrentes de uma gestão com tais características.

Diante desta necessidade de clientes tão significativos na composição de seu mercado, a AES Eletropaulo identificou como sendo de fundamental importância para a melhoria no atendimento realizado, a criação de uma ferramenta computacional ágil e flexível para a coleta, sistematização e análise centralizada de dados de faturamento de clientes de grande porte e/ou com mais de uma unidade consumidora.

Para tanto, a concessionária decidiu desenvolver um projeto de P&D em parceria com o Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da USP – GEPEA, dada sua experiência no desenvolvimento de metodologias e ferramentas para gestão energética voltada ao setor público, e com a MGD engenharia, responsável pelas implantações em campo requeridas pelo projeto.

C. A Experiência da Universidade de São Paulo na Gestão Energética do Setor Público

O papel das universidades é contribuir com a geração e difusão do conhecimento, buscando alternativas que ajudem a ampliar os meios de busca da sustentabilidade, onde a eficiência energética joga um papel fundamental [9]. Neste sentido, a USP vem ao longo destes dez anos, através do PURE-Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica na USP, desenvolvendo a gestão da energia elétrica e disseminando conceitos de uso racional e eficiente de energia na comunidade, onde, em parceria com o GEPEA-USP, desenvolveu 2 ferramentas centrais para a gestão de energia da USP, o Contaluz [7] e o Sisgen (Gimenes, 2005).

De forma resumida, o Sisgen monitora online e em tempo real a evolução de grandezas elétricas em 115 pontos de consumo da Universidade nas 19 cidades do estado de São

Paulo onde está presente [6].

No caso do Contaluz, o sistema permite a sistematização, análise e acompanhamento das mais de 300 faturas mensais da USP, de forma a identificar e auxiliar a gestão de problemas tais como: multas por atraso de pagamento, ultrapassagem de demanda, equívocos de faturamento, não atendimento à solicitações de reenquadramento ou mudança de demanda. Além de subsidiar estudos para melhor enquadramento tarifário das unidades.

II. O SISTEMA DE GESTÃO PROPOSTO

O sistema proposto para desenvolvimento através do P&D da AES Eletropaulo teve por objetivo desenvolver uma ferramenta computacional para gerenciamento de energia elétrica através de sistema remoto de coleta de informações e dados de consumo com foco em consumidores do setor público atendidos em média e alta tensão e/ou com uma ou mais unidades consumidoras.

Procurando oferecer um sistema que efetivamente contribua para gestão energética do setor público, estabeleceram-se, calcadas na experiência de demandas semelhantes atendidas pela USP, as características de um sistema computacional integrado, capaz de coletar e gerir tanto dados instantâneos de grandezas elétricas, como dados consolidados de faturas de energia.

O sistema proposto integra características de coleta e gestão de grandezas online e em tempo real com a coleta e sistematização de dados de faturamento, permitindo ainda, estimar a fatura de um período com base em dados históricos e em seu consumo acumulado no momento da previsão, permitindo estimativas de gastos com energia antes do final do período de faturamento. A Figura 3 apresenta como os módulos de coleta, armazenamento e tratamento de dados estão organizados.

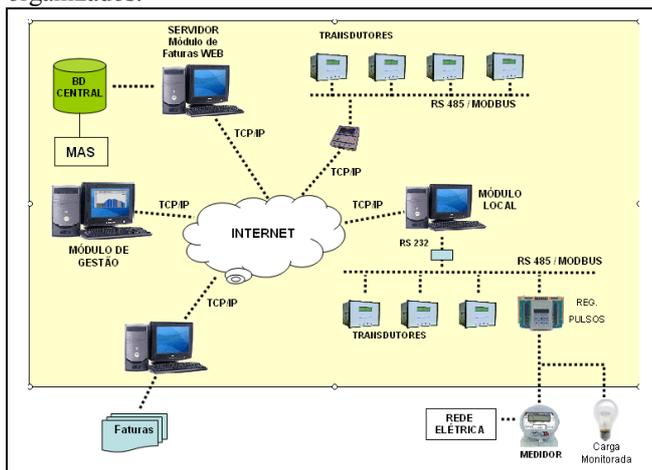


Figura 3. Topologia do SISGEN AES Eletropaulo

A. Módulo de Gestão de Grandezas Online

O módulo de grandezas online do sistema envolve a coleta, análise e monitoração de dados de consumo de energia em tempo real tais como: Demandas Ativa, Reativa e Aparente, armazenando os valores máximos ocorridos, Energias Ativa, Reativa e Fator de Potência, armazenando sua natureza

capacitiva ou indutiva bem como valores mínimos ocorridos. Nos casos onde a instalação se faz por meio de transdutores, monitora-se tensões e correntes por fase. O acompanhamento dos dados coletados é realizado através do software de monitoração que trata essas informações e as apresenta, numérica e graficamente, na forma de grandezas energéticas que caracterizam o uso da energia elétrica. Tais grandezas são apresentadas segundo os três segmentos horo-sazonais (Ponta, Fora de Ponta e Reservado), diferenciados graficamente por cores para uma melhor visualização (Figura 4).

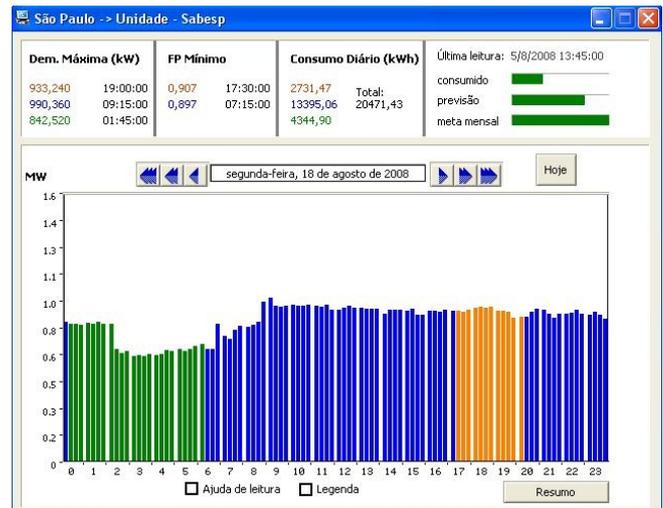


Figura 4. Curva Teste de Carga Diária – Módulo de Gestão de Grandezas online

Este módulo do software é constituído de três sub-módulos principais: módulo de aquisição de dados, módulo autônomo de supervisão e software de gestão.

O módulo de aquisição de dados funciona de forma totalmente autônoma, dispensando qualquer intervenção por parte dos usuários do sistema. Estando instalado em uma base de aquisição, o módulo coleta os dados dos registradores de pulso e transdutores de energia e envia-os para o servidor que abriga o banco de dados central.

O módulo autônomo de supervisão tem a função de verificar a integridade dos dados coletados e emitir alarmes para os gestores das unidades monitoradas. Este software pode estar instalado no próprio servidor que abriga o banco de dados. Os alarmes são enviados através de e-mails toda vez que as grandezas medidas estiverem fora de uma faixa de valores esperados ou quando alguma unidade de medição não estiver enviando seus dados.

O software de gestão é a interface entre o sistema de gerenciamento e seus usuários. Através deste programa o gestor tem acesso às informações do banco de dados central e pode visualizar as características de consumo da(s) unidade(s), emitir relatórios e fazer análises.

Software de Gestão é o nome dado ao programa usado para visualizar os dados armazenados no banco de dados central. Este programa pode ser instalado no próprio computador do usuário, bastando que o mesmo tenha acesso à rede. Graças aos vários gráficos e relatórios disponíveis neste programa, os gestores podem fazer o gerenciamento do consumo de energia elétrica de uma ou várias unidades consumi-

doras de forma prática e otimizada.

O Banco de Dados Central é atualizado constantemente, o que torna o software de gestão uma poderosa ferramenta de monitoramento online. Através deste programa, o usuário tem acesso ao gráfico da curva de carga diária, ou seja, o perfil do consumo de energia de sua unidade ao longo de um dia, conforme mostrado na Figura 3. Esta funcionalidade é muito importante, pois permite ao gestor identificar qualquer anormalidade mediante comparação com os dias que apresentam curvas de carga com o perfil típico daquela instalação.

Além disto, o gestor da unidade pode visualizar graficamente o consumo acumulado do mês e qual a projeção para o fim daquele período de faturamento, observando se o consumo previsto está atendendo a uma meta estipulada e permitindo antecipar a fatura para o final do período de faturamento. Os valores de antecipação de fatura se baseiam nas projeções efetuadas sobre as grandezas elétrica monitoradas online e sobre os dados históricos de faturas, armazenados no módulo de Gestão de Faturas Consolidadas, descrito no item B. Os consumos diários e o gráfico de projeção são apresentados na Figura 5.

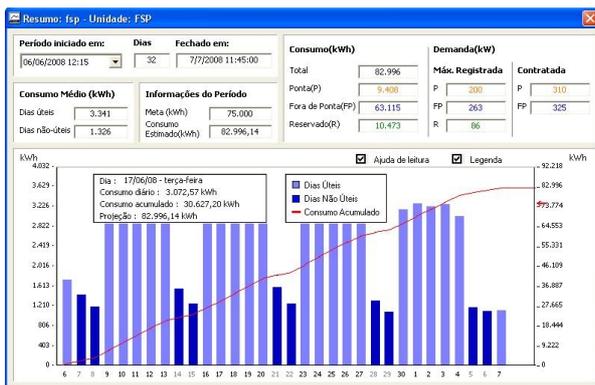


Figura 5. Gráfico Teste de Consumo e Projeção para o Fim do Período de Faturamento

Todas as informações disponíveis de forma gráfica. Também podem ser gerados relatórios para impressão que podem ser convertidos em planilhas para MS Excel ou documentos em formato MS Word para facilidade do usuário. Esta funcionalidade do programa permite também que o gestor esteja cotejando a fatura de energia elétrica enviada pela concessionária com os dados coletados pelo Sistema de Gerenciamento de Energia.

B. Módulo de Gestão de Faturas Consolidadas

A especificação do módulo de gestão de faturas foi desenvolvida em três etapas. A primeira consistiu na identificação do perfil dos futuros usuários. Considerando que nem todos possuíam formação técnica na área de energia, o que poderia gerar dificuldades na correta interpretação dos dados da fatura de energia, definiu-se que o sistema deveria ter uma interface amigável que possibilitasse a entrada manual dos dados, que seriam transcritos para o sistema a partir das faturas de energia, com a mínima possibilidade de erro [10].

Para atender esta demanda, optou-se por criar telas de entrada de dados visualmente idênticas às faturas emitidas pela

concessionária. Os dados constantes nas faturas de energia variam com os diferentes tipos de enquadramento tarifário (Figura 6).

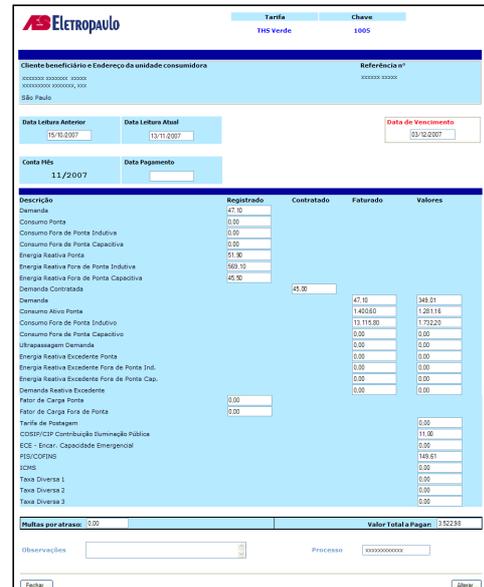


Figura 6. Exemplo de interface de entrada de dados que procura reproduzir a aparência de fatura de energia do tipo THS Verde

Essa estratégia, além de ter um impacto direto na usabilidade do sistema, reduz a tarefa de interpretar a fatura de energia a uma transcrição simples e direta.

A segunda etapa baseou-se na análise do ambiente de trabalho. Para que fosse viável a entrada de dados a partir de diferentes cidades, e observando as facilidades de acesso aos meios de informação dos futuros usuários, concluiu-se que o sistema deveria operar através da Internet.

Deveriam ser criados diferentes níveis hierárquicos para o acesso ao sistema. Estes níveis foram definidos de acordo com o perfil do usuário.

Após a entrada de dados, o sistema deveria trabalhar com as informações e gerar para o usuário relatórios gerenciais. Em uma terceira etapa foram avaliados quais seriam os relatórios e quais informações poderiam ser relevantes para a tomada de decisão no processo de gestão de energia.

Também se concluiu que recursos automáticos de controle deveriam ser incorporados. O sistema poderia avisar o usuário sobre a ocorrência de desvios a partir de valores de referência fixados por um administrador do sistema.

Após a conclusão das fases de especificação e modelagem, com o objetivo de facilitar manutenções futuras e permitir o manuseio direto da base de dados para a geração de relatórios e análises *ad hoc* por pessoal não técnico, o sistema foi construído com base em tecnologia Microsoft (ASP com Base de Dados SQL Server).

A partir dos dados de demanda e consumo de eletricidade, que estão contidos nas faturas de energia elétrica, e baseando-se em informações físicas, de uso e de ocupação das edificações, o Sistema é capaz de gerar relatórios e prover informações que permitem aos gestores tomar decisões para otimizar as despesas com eletricidade.

De forma resumida, o sistema proposto tem como características:

- Interface com o usuário: o sistema opera em ambiente Internet, sendo necessário ao usuário apenas dispor de um microcomputador conectado a esta rede e estar cadastrado para utilizar o sistema. As telas terão interface amigável, com sistemas de busca e de resultados de fácil utilização;
- Entrada de dados: os dados que vão alimentar o sistema podem ser carregados manualmente pelo usuário, através do preenchimento de campos em telas específicas que estarão disponíveis no sistema, ou através de importação de dados. As telas para entrada manual reproduzem a aparência da fatura da concessionária de forma a permitir que a entrada manual de dados seja efetuada por pessoal não especializado.
- Relatórios: O Sistema possibilita gerar relatórios gerenciais, tais como:
 - Acompanhar o consumo de eletricidade mês a mês de uma unidade consumidora ou de um grupo de unidades consumidoras;
 - Obter valores médios de consumo e despesa com eletricidade dentro de um período específico para uma unidade consumidora ou para um grupo de unidades consumidoras, comparando estes resultados com valores de referência;
 - Mostrar a relação de unidades consumidoras cadastradas, bem como o tipo de enquadramento tarifário de cada uma;
 - Observar a ocorrência de multas, em quais unidades elas ocorrem, seus respectivos valores e suas origens;
 - Estabelecer indicadores de consumo específico, os quais podem ser relacionados com características físicas e de ocupação da unidade consumidora;
 - Obter informações detalhadas por unidade consumidora, relativos a cadastro, consumo, dados de ocupação;
- Funções automáticas: O Sistema também dispõe de alarmes que avisam automaticamente os gestores sobre ocorrências importantes para o processo de gestão, tais como:
 - Aviso de comunicação sobre vencimento do contrato de fornecimento para unidades de média tensão;
 - Aviso de comunicação sobre ocorrência de valor de consumo muito superior a um patamar estabelecido a partir da média de consumo, para as unidades consumidoras;
 - Aviso de comunicação sobre multas;
 - Aviso de comunicação sobre o não lançamento de contas para determinado mês;
- Módulo de Análise Tarifária: O Sistema também deverá dispor de um módulo que permite simular, com base no histórico de faturas, o melhor enquadramento tarifário para unidades de média e alta tensão. Os resultados da simulação podem ser visualizados nos seguintes formatos:
 - Relatório: acessado através do botão Relatório, o “Relatório de Análise de Faturas de Energia”

apresenta as demandas atualmente contratadas, consideradas para a simulação dos gastos atuais, e uma comparação entre os gastos anuais previstos para cada tipo de tarifa considerando-se a Demanda Sugerida pelo software e a Demanda Manual do Usuário (Figura 9). Esse relatório pode ser impresso diretamente da versão em tela ou pode ser salvo em formato documento (.doc) para futura comparação;

- Gráficos: acessados através do botão Gráficos, podem apresentar valores monetários Gastos (R\$) ou de Demanda (kW):
 - Situação Atual [R\$]: apresenta os gastos para cada tipo de tarifa mês a mês e também o valor acumulado anual para o histórico de faturas consideradas com as tarifas em vigência;
 - Situação Sugerida [R\$]: apresenta os gastos para cada tipo de tarifa mês a mês e também o valor acumulado anual para o histórico de consumo das faturas consideradas com as tarifas em vigência e as demanda sugeridas pelo software;
 - Demanda Azul [kW]: Apresenta o histórico de Demandas Registradas no período considerado e as Demandas Contratadas Sugeridas pelo software no padrão de tarifa Azul, com Demanda de Ponta e Demanda Fora de Ponta;
 - Demanda Verde [kW]: Apresenta o histórico de Demandas Registradas no período considerado e as Demandas Contratadas Sugeridas pelo software no padrão de tarifa Verde, com Demanda Única;

O resultado da simulação de enquadramento tarifário pode ser visualizado em um documento de texto como visto na Figura 7 a seguir.

Demanda Sugerida [kW]:	Enquadramentos			Redução anual de gastos	
	Azul	Verde	Convencional	Enquadramento Atual	
Ponta:	920,00	1015,45	1015,45	THS Azul	
Fora de Ponta:	1015,45				
Valor Novo [R\$]:	1.660.886,00	1.739.518,00	1.996.931,00	Enquadramento Sugerido	
Valor Atual [R\$]:	1.743.808,0	1.757.073,0	2.014.322,00	Novo Azul:	[R\$] 82.922,63
Demanda Usuário [kW]:	Ponta: 1.100,00	Fora de Ponta: 1.200,00		%	4,76
Valor Usuário [R\$]:	1.738.514,00	1.756.942,00	2.014.191,00	Novo Verde:	[R\$] 4.290,00
Gastos com Reativos [R\$]:	1.463,9	602,06	602,06	%	0,25
Gastos com Excedentes [R\$]:	18.329,	27.166,	30.319,	Novo Convencional:	[R\$] -253.123,00
				%	-14,52

Figura 7. Documento emitido sugerindo melhor enquadramento tarifário

- Níveis de acesso: o Sistema tem um módulo de acesso que permite a um administrador cadastrar usuários e dar-lhes atributos que definam o nível de interação que cada um poderá ter com o sistema. Além destas variáveis, a consolidação de faturas permite a criação e acompanhamento de indicadores mensais de intensidade energética baseando-se em informações referentes às características das unidades consumidoras, fornecidas pelos

usuários, tais como:

- Saneamento – Abastecimento de Água:
 - kWh / m³ de água captada;
 - kWh / m³ de água tratada;
 - kWh / m³ de água distribuída;
 - kWh / m³ de água faturada.
- Educação:
 - kWh / m²construído;
 - kWh / n° de professores;
 - kWh / n° de salas de aula;
 - kWh / n° de funcionários.

Dessa forma, o ferramental proposto será de grande valia, na medida em que ampliará o espectro de ferramentas e possibilidades de análises voltadas à Gestão de Energia que a AES Eletropaulo tem oferecido a seus clientes.

III. PROJETO PILOTO

O projeto conta com o apoio e participação da Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Governo do Estado de São Paulo, que tem interesse em utilizar o sistema na administração pública estadual.

Para análises e ajustes na operacionalidade do software, bem como análise de viabilidade do sistema frente a seus benefícios, foi instalado um projeto piloto na Estação de Tratamento de Água Alto Cotia da Sabesp, por indicação da Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento.

Esta estação conta com 2 Transformadores de 1500 kVA/Cada e um auxiliar de 45 kVA, com tensão de alimentação de 13,2 kV, em sua Cabine Primária.

Como principais cargas elétricas, a Estação possui: 3 motores de 500 CV/440V – sempre com 2 operando e 1 em revezamento automático, dotados de inversores de frequência, 1 motor de 300 CV e 1 motor de 350 CV (pode ser visto na Figura 8).



Figura 8. Motores de 500CV

Paralelamente ao sistema, estão instalados equipamentos de referência e efetuadas medições para verificação de eventual queda de consumo decorrente do gerenciamento realizado. Os equipamentos de medição instalados (Figura 9) medem e fornecem as seguintes grandezas em sua saída:

- Tensão (F-F) ou (F-N) e média
- Tensão Média
- Corrente Média
- Fator de Potência
- Fator de Potência Médio
- Máximos e Mínimos de Tensão

- Máximos e Mínimos de Corrente
- Máximos e Mínimos de Fator de Potência
- Potência Ativa Média / Fase (kW)
- Potência Ativa Média (kW)
- Potência Reativa/Fase (kVAr)
- Potência Reativa Média (kVAr)
- Potência Aparente Média/Fase (kVA)
- Potência Aparente Média (kVA)
- Demanda (kW)
- THD e Harmônicos, pares e ímpares de 2° a 41° ordem para tensão w corrente por fase



Figura 9. Medidor de grandezas elétricas utilizado no projeto piloto

Todas as grandezas medidas são enviadas através de um cabo de fibra ótica de 150m a um outro equipamento gerenciador que possui memória de massa e uma saída de rede (Figura 10) responsável pelo envio dos dados coletados ao servidor central.



Figura 10. Gerenciador de dados CCK5100

Para ilustrar os tipos de dados medidos e armazenados foi estipulado um período de medições feitas em uma das bombas de 500 CV e construídos gráficos das grandezas elétricas importantes de se conhecer, demonstrados nas figuras 11 e 12 a seguir.

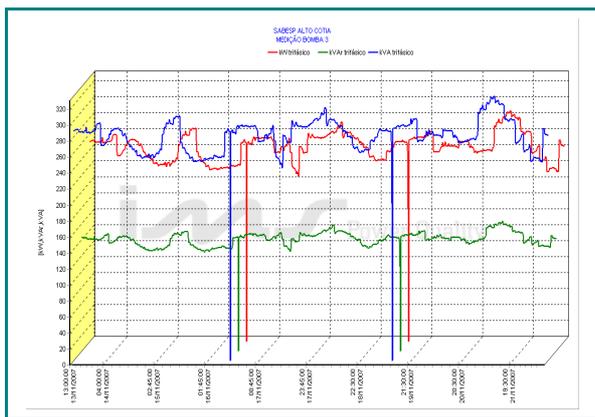


Figura 11. Medição de demanda ativa, reativa e aparente da bomba 3

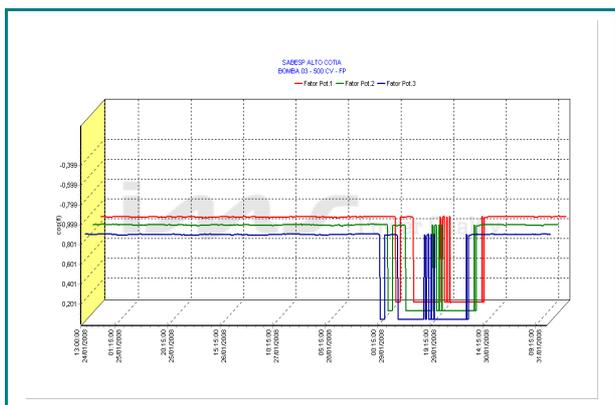


Figura 12. Medição do fator de potência da bomba 3

Também foram realizadas medições no transformador 2 de 1500 kVA no período de 24/01/2008 a 06/02/2008 e traçadas as seguintes curvas demonstradas nas figuras 13 e 14.

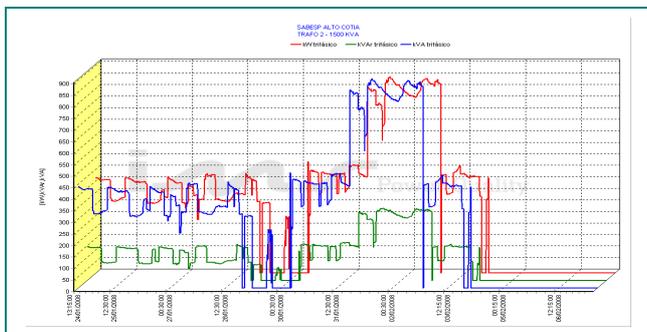


Figura 13. Medição de demanda ativa, reativa e aparente do trafo 2

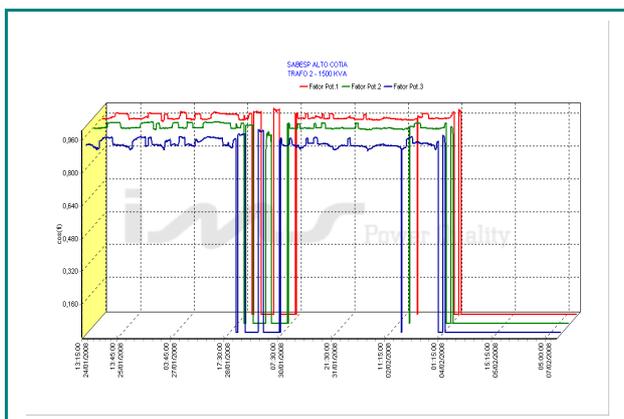


Figura 14. Medição do fator de potência do trafo 2

O projeto piloto se encontra em curso e, após o término das medições e avaliação por parte dos usuários, será levantado o potencial de replicação aos demais órgãos da administração estadual de São Paulo.

IV. CONCLUSÕES

O projeto apresentado é um significativo passo da AES Eletropaulo no reconhecimento estratégico da eficiência energética para a empresa, ao colocá-la como tema de desenvolvimento de P&D.

O sistema tem o foco no cliente, procurando oferecer-lhe informações gerenciais sobre consumo em tempo real e gastos financeiros com energia elétrica, com a possibilidade de avaliação antecipada das despesas futuras com eletricidade. A integração de diversas ferramentas que subsidiam a gestão de energia em um único sistema agrega valor aos serviços prestados pela concessionária, e contribui para aumento da transparência na relação empresa/cliente. No caso do setor público, estratégias de aproximação com estes consumidores têm-se mostrado eficientes na redução da inadimplência, que atualmente apresenta um saldo negativo acumulado ainda superior a trinta e oito milhões de reais na área de concessão da AES Eletropaulo.

A utilização das Secretarias de Estado do Estado de São Paulo como caso piloto permite a identificação de potenciais de aplicação do sistema em outros em órgãos da administração pública, o que pode ter um efeito multiplicador na aplicação a este tipo de consumidor.

Observa-se que as potencialidades para a aplicação desta ferramenta no Brasil não estão restritas apenas ao setor público. Instituições privadas que possuem um grande número de unidades consumidoras, como bancos, cadeias de lojas e redes de supermercados, por exemplo, também podem fazer uso do sistema, que pode, dadas suas características, ser expandido para o uso, além do cliente público, de clientes corporativos com diversas unidades consumidoras.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MME. Ministério de Minas e Energia. *Balanco Energético Nacional*. Brasília, 2007.
- [2] Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP – PURE USP – www.pure.usp.br, 2008
- [3] KURAHASSI, Luiz Fernando. *Gestão da energia elétrica: bases para uma política pública municipal*. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. 267p.
- [4] Saidel, M. A. . A Gestão de Energia Elétrica na USP: *O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica*. Tese de Livre Docência, EPUSP, 2005.
- [5] GIMENES, A. L. V., SAIDEL, Marco Antonio, ROSA, L. H. L., SANTOS, I. F. I.; *Requirements of an Autonomous Information System for Support to the Energy Management In: IEEE Latin America Transaction T&D*, 2004, São Paulo. 2004
- [6] SAIDEL, Marco Antonio, KURAHASSI, Luiz Fernando, GIMENES, A. L. V., GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro *Sistema de Informação Autônomo como Ferramenta de Apoio à Gestão de Energia In: Congresso de Computação aplicada - CAIP'2007*, 2007, Assunção. Congresso de Computação aplicada - CAIP '2007. , 2007J. F. Fuller, E. F. Fuchs, and K. J. Roesler, "Influ-

- ence of harmonics on power distribution system protection," *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 3, pp. 549-557, Apr. 1988.
- [7] SAIDEL, Marco Antonio, GIMENES, A. L. V., RANGEL, Paulo José da Silva Mourão, BRAGA, Lillian Karini Queiroz, SÍGO-LI, José Marcelo *AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PROJETOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA AES ELETROPAULO - PROPOSIÇÃO DE INDICADORES* In: congresso Brasileiro de energia, Rio de Janeiro. 2006
- [8] FAVATO, Leonardo Brian, SAIDEL, Marco Antonio. *Gestão Pública de Energia Elétrica: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP*. In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética - CBEE, 2007, Vitória. Anais do Congresso Brasileiro de Eficiência Energética - CBEE, 2007.
- [9]
- [10] KURAHASSI, Luiz Fernando; SAIDEL, Marco Antonio , GIMENES, A. L. V., PAULA, Silvio Fernandes de, ROSSI, Luiz Natal. *Sistema para Gestão de Energia em Instituições Públicas* In: *Computación Aplicada a La Industria de Procesos - CAIP'2005*, 2005, Trás-os-Montes e Alto Douro. *Computación Aplicada a La Industria de Procesos - CAIP'2005*, 2005. v.1. p.141 – 144
- [11] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Manual para Elaboração de Programas de Eficiência Energética*. Brasília: ANEEL, www.aneel.gov.br.