



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GCE-10
19 a 24 Outubro de 2003
Uberlândia - Minas Gerais

**GRUPO XIV
GRUPO DE ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – GCE**

**UM PROGRAMA ABRANGENTE DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ENERGIA NO SETOR BANCÁRIO.
O EXEMPLO DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL**

Marco Antonio Saidel*
Alisson D. Junqueira
Luiz Henrique L. Rosa
EPUSP/GEPEA

Juliana Iwashita
Newman Santana
Ismael F. Santos
EPUSP/GEPEA

Alberto H. Neto
Arlindo Tribess
Flávio A. S. Fiorelli
EPUSP/PME

Kleber F. da Silva
EPUSP/UNIFACS/UFBA

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo de caso da Caixa Econômica Federal, instituição bancária que investiu em um programa arrojado para o uso racional e eficiente de energia em suas agências e áreas administrativas. Esse programa incluiu a formação e atualização tecnológica de uma equipe especializada, a realização de diagnósticos energéticos em diversos edifícios, a criação e treinamento de uma equipe especializada em gestão de contratos de energia e a implantação de um complexo sistema de gerenciamento do consumo de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência energética. Racionamento. Uso racional de energia. Gestão energética.

1.0 - INTRODUÇÃO

A crise de energia elétrica de 2001 fez com que a maioria dos consumidores alterasse hábitos antigos. Várias iniciativas continuam sendo tomadas em âmbito nacional, buscando conscientizar melhor o consumidor de energia elétrica quanto à necessidade de reduzir e/ou racionalizar o uso da eletricidade, bem como atentar para desperdícios em suas instalações. Importantes instituições passaram a implementar programas de racionalização de energia, visando cumprir as metas estabelecidas pelo governo e criar um novo cenário para o uso eficiente.

Algumas instituições vislumbraram nesse contexto uma excelente oportunidade de implantar programas que procurassem tratar a gestão energética como uma

atividade permanente e totalmente inserida na estrutura organizacional da instituição.

Este trabalho apresenta o programa de racionalização do uso de energia elétrica adotado pela Caixa Econômica Federal. Esse programa procurou considerar os diversos aspectos que permitem tornar um programa consistente e permanente: o treinamento e capacitação de equipes próprias, a investigação para o perfeito conhecimento de suas instalações, a adoção de procedimentos de gestão de contratos e a implantação de um sistema de gerenciamento on-line de suas principais instalações.

O texto a seguir procura descrever de forma sucinta as iniciativas adotadas e apontar os principais resultados obtidos.

2.0 - DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

O diagnóstico energético permite investigar as características de consumo e as possíveis medidas de racionalização do uso de energia nas instalações. As análises são focadas em cada uso final: sistema de iluminação, ar condicionado, elevadores, equipamentos de informática e outros equipamentos elétricos com consumos relevantes.

Os diagnósticos energéticos constituem peça importante neste programa de racionalização, pois embora se conheçam as características gerais de consumo das instalações existentes, é necessário aferir as reais participações de cada uso final e utilizar a elaboração dos diagnósticos como importante fonte de treinamento dos técnicos da instituição que foram escolhidos para compor a equipe técnica do programa.

* Avenida Prof. Luciano Gualberto, trav.3, nº158 – sala A2-43 - CEP 05508-900 – São Paulo - SP - BRASIL
Tel.: (011) 3091-5115 - Fax: (011) 3091-5349 - E-MAIL: masaidel@pea.usp.br

Os diagnósticos incluem o estudo e medição de diversos parâmetros, tais como: perfil de consumo e demanda da instalação, perfil típico de consumo dos subsistemas, distorções harmônicas, desequilíbrio das tensões e das correntes e análise de fluxo de energia reativa.

Os usuários são inseridos no processo do diagnóstico através de Avaliações Pós-Ocupacionais, que focam as condições de conforto ambiental e conservação de energia.

Analisa-se ainda, a contratação de energia, o enquadramento tarifário e a geração própria de energia elétrica em horário de ponta. Todos estes estudos permitem identificar medidas para melhor utilização dos recursos energéticos e redução do custo da energia, garantindo as boas condições de fornecimento e adequação às normas vigentes sem detrimento do funcionamento adequado do edifício. Alguns aspectos que merecem destaque são:

2.1 Sistema elétrico

Em todas os edifícios estudados (unidades consumidoras), o fornecimento de energia elétrica é feito através da concessionária local, utilizando-se transformadores de média tensão, cujas tensões secundárias são em 380/220V ou em 220/127V. A Tabela 1 contém as informações obtidas através do levantamento de dados realizados:

TABELA 1: DADOS OBTIDOS NO LEVANTAMENTO

	Consumo anual [MWh]	Carga ou capacidade instalada [kVA]	Demanda máxima registrada [kW] (*)
Edifício 1	810	975	253
Edifício 2	6.588	5.000	1.943
Edifício 3	15.024	8.750	4.270
Edifício 4	2.520	3.000	1.337

(*) Período de 12 meses

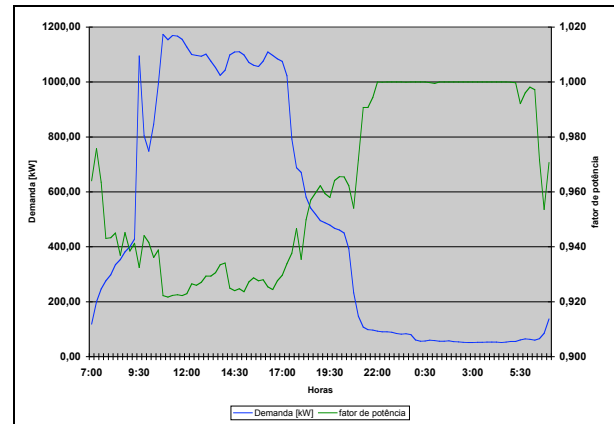
Observa-se que a carga ou capacidade instalada é bem superior à demanda máxima registrada, evidenciando-se um baixo carregamento dos transformadores de todas as unidades consumidoras, indicando, com isso, um potencial de redução na composição de perdas com a operação de desligamento e transferência de cargas.

As demandas máximas registradas foram superiores às demandas contratadas para as unidades 2, 3 e 4 indicando a necessidade de permanente gerenciamento das cargas e dos contratos de fornecimento de energia, principalmente no horário de ponta.

2.1.1 Perfil da demanda ativa e do fator de potência

Através da análise dos registros dos analisadores de grandezas elétricas, foi possível determinar o perfil de demanda ativa, fator de potência, tensões e correntes em diversos pontos das unidades. A Figura 1 mostra o perfil de demanda ativa e fator de potência registrados no Edifício 4. O gráfico mostra uma curva típica para

estabelecimentos comerciais (bancários com atividades administrativas), ou seja, consumo concentrado no período das 8:00 às 18:00 h. Para as unidades consumidoras 1, 2 e 3, o comportamento da curva de carga para um dia típico de semana é semelhante ao da Figura 1.



2.1.2 Consumo desagregado dos usos finais

A segregação nos diversos usos finais foi realizada através de um minucioso levantamento de cargas instaladas, bem como de medições localizadas através de analisadores de grandezas elétricas, resultando nos valores da Tabela 2.

TABELA 2: CONSUMO DESAGREGADO

	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3	Edifício 4
Ar condicionado	47%	48%	52%	57%
Iluminação	22%	25%	27%	29%
Informática	21%	14%	8%	8%
Elevadores	2%	7%	6%	3%
Outros	8%	6%	7%	3%

Observa-se que o ar condicionado é o uso final de maior peso no consumo total de energia elétrica – em torno de 50%. A iluminação é o segundo maior consumidor, com percentual variando em torno de 25%. Isto sugere, portanto, uma análise mais detalhada desses dois itens, com intuito de avaliar se há potencial de incrementar a eficiência destes usos finais.

2.2 Sistema de ar condicionado

A grande maioria dos sistemas de ar condicionado utiliza central de água gelada com condensação a água e “fan-coils” com distribuição de ar a volume constante (sistema CAV). Para situações específicas (sala de servidores, sala de reuniões, etc.), são utilizados sistemas unitários (ar condicionado de janela e/ou “mini-splits”).

Como uso final, o ar condicionado representa de 47% a 57% da matriz de consumo de energia dos edifícios analisados, o que confere a esta utilidade uma importância significativa no que se refere ao uso racional de energia.

Para as edificações analisadas foram obtidos alguns índices relativos aos sistemas de ar condicionado, a saber:

1. Energia consumida por unidade de área: 11 a 20 kWh/m² mês (valores típicos esperados: 8 a 10 kWh/m² mês(1))
2. Capacidade de refrigeração instalada por unidade de área: 0,07 a 0,18 kW/m² (valores típicos esperados: 0,10 a 0,12 kW/m² (1)).

Dentre as ações visando a conservação de energia nas edificações estudadas, pode-se ressaltar:

1. Melhorias nos procedimentos de manutenção e operação dos equipamentos: foram reformuladas, principalmente, as práticas de manutenção no que se refere à sua periodicidade em ações específicas (limpeza e troca de filtros, inspeção dos sistemas de controle e sua manutenção preditiva, etc.). Além disso, procedeu-se a uma reavaliação do controle dos sistemas centrais visando uma otimização na sua operação (2 e 3);
2. Readequação dos sistemas centrais: nesta ação foram realizadas avaliações da capacidade dos sistemas existentes procurando levantar as condições do equipamento do ponto de vista de desempenho energético e vida útil. Baseado neste levantamento foram propostas ações que envolvessem reforma parcial e/ou total de equipamentos;
3. Aculturação do usuário quanto ao uso racional do condicionamento de ar. Como se verificaram diversos problemas no uso do ar condicionado (janelas abertas com o sistema em funcionamento, sistemas funcionando em ambientes sem ocupação, etc.); foram sugeridas ações que orientassem os usuários no uso mais racional dos sistemas de condicionamento de ar.

A partir de simulações, pôde-se prever que as ações acima mencionadas permitem reduções no consumo de energia nos sistemas de ar condicionado de até 46%, que representam uma redução de até 20% no consumo total de energia das edificações. O tempo de retorno de investimento varia de prazos pequenos, algo em torno de 1 ano, até prazos de 25 anos. Tempos estes consideravelmente elevados, devido à existência de sistemas obsoletos e com vida útil ultrapassada, necessitando de substituição total.

2.3 Sistema de iluminação

Os sistemas de iluminação dos edifícios analisados possuem em comum a utilização parcial de equipamentos ineficientes, tais como luminárias com baixo controle e aproveitamento da luz, lâmpadas incandescentes, fluorescentes tubulares de 20W, 40W e 110W e reatores eletromagnéticos. Verificou-se, entretanto, que tais tecnologias estavam sendo substituídas progressivamente por tecnologias mais modernas e econômicas, como luminárias reflexivas com controle de ofuscamento, lâmpadas fluorescentes compactas e tubulares de 16W e 32W e reatores eletrônicos com alto fator de potência.

Em alguns edifícios com sistemas de iluminação retrofitados constataram-se potenciais de economia de energia significativos. Observaram-se algumas instalações superdimensionadas, segmentações de circuitos inadequadas, ausência de controles manuais ou automáticos efetivos e mau aproveitamento da iluminação natural existente.

A falta de manutenção preventiva eficaz acarretava maior depreciação dos equipamentos e conseqüente diminuição dos níveis de iluminância.

Os edifícios apresentaram densidades de potência instalada médias em iluminação de 10 a 20 W/m². Entretanto nos pavimentos-tipo estes índices chegavam até 28 W/m², como pode ser visto na Tabela 3. Um valor aceitável, considerando equipamentos de iluminação eficientes e as configurações espaciais dos pavimentos, seria da ordem de 11 a 15 W/m².

No trabalho foram diagnosticados potenciais de economia de 13 a 45% no uso final iluminação, significando potenciais da ordem de 3% a 12% do consumo de toda edificação. As avaliações técnico-econômicas mostraram períodos de retorno do investimento de 2,6 a 8,2 anos.

TABELA 3: SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

	Densidade de Potência no pav. tipo [W/m ²]	Potencial de economia no uso final [%]	Potencial de economia no edifício [%]	Retorno do investimento [anos]
Edifício 1	13	13	3	6,1
Edifício 2	26	21	5	2,6
Edifício 3	21	45	12	5,5
Edifício 4	28	30	10	8,2

2.4 Avaliação pós-ocupacional

Visando a interação dos usuários nos processos de avaliação de desempenhos energéticos foram aplicados questionários de Avaliação Pós-Ocupação (APO). Estas avaliações possibilitaram a caracterização dos ambientes construídos bem como a identificação das principais posturas dos usuários quanto ao uso eficiente de energia elétrica nas estações de trabalho. (4)

Na avaliação foi identificado que o conforto térmico é o requisito de conforto de maior importância para os usuários. Este foi o item de maior insatisfação em relação às medidas adotadas durante o racionamento de 2001, que limitou o uso do ar condicionado.

As medidas para a redução do consumo em iluminação durante o racionamento afetaram menos o conforto dos usuários, sendo que as reclamações quanto ao conforto luminoso estão mais relacionadas ao tipo de tecnologia existente e à manutenção do sistema.

Diagnosticou-se potencial para economia de energia, explorando a iluminação natural nas áreas periféricas dos edifícios. Nota-se, entretanto, que a iluminação natural deve considerar cuidadosamente o

dimensionamento das aberturas para não provocar desconfortos.

Segundo a APO, grande parte dos usuários estava razoavelmente ou bastante preocupada em economizar energia. Entretanto, cerca de 20% dos funcionários dos edifícios possuem pouca ou nenhuma preocupação. Desta forma, recomendações para a realização de programas de conservação e uso racional, palestras e programas educativos que conscientizem, engajem e eduquem os usuários no combate ao desperdício de energia elétrica são aconselhadas.

2.5 Componentes harmônicas na instalação

A utilização de cargas eletrônicas implica, normalmente, em poluição da rede elétrica da instalação. Exemplos típicos encontrados foram: equipamentos de informática, iluminação (reatores eletrônicos) e elevadores.

Verificou-se a distorção harmônica de tensão e corrente em diversas cargas. Os casos mais significativos de distorções de corrente foram encontrados em:

- Alimentadores de informática (estabilizadores e "no-breaks" centrais): THD de 35% a 50%
- Alimentadores de elevadores: THD de 20% a 35%

Distorções nas tensões de 3% foram comuns nestes pontos críticos. Como estas cargas representavam até 23% de cada instalação, as medições nas saídas dos transformadores indicaram distorções aceitáveis, não justificando maiores investimentos em filtros.

2.6 Contratação de energia elétrica

As unidades consumidoras são enquadradas nos subgrupos A4 ou AS (Resolução 456/2000 da ANEEL) e são faturadas por consumos e demandas. (5)

Uma contratação adequada de energia elétrica, embora não resulte em maior eficiência energética, se justifica pela possibilidade de minimização do custo com energia elétrica. Para isso foram simuladas recontrações de demandas em cada posto horário (ponta e fora de ponta), assim como o reenquadramento em tarifas mais convenientes, utilizando como histórico o período mínimo de um ano.

Foram analisados casos onde a demanda contratada estava inadequada com a máxima registrada. O baixo fator de potência também foi observado, e em alguns casos, o reenquadramento tarifário reduziu o custo da energia elétrica. Esta adequação levaria às reduções mostradas na coluna 'Instalação Atual', Tabela 4.

Com a implantação das medidas de eficiência energética sugeridas nos sistemas elétrico, de ar condicionado e de iluminação, há reduções

significativas no consumo e demanda de energia elétrica. Foram simuladas recontrações de demandas e reenquadramento tarifário para as diversas medidas a serem implantadas.

A otimização da contratação com todas as melhorias sugeridas levaria às reduções mostradas em 'Instalação Eficiente' na Tabela 4. Esta tabela mostra os potenciais de redução do custo anual da energia elétrica, com uma correta contratação, que devem ser cotejados com os investimentos necessários a sua concretização.

TABELA 4: REDUÇÕES OBTIDAS COM CONTRATAÇÃO ÓTIMA

	Instalação Atual	Instalação Eficiente	
Reduções:	[%]	[%]	Redução do custo anual [R\$]
Edifício 1	15	27	50.000,00
Edifício 2	25	36	566.000,00
Edifício 3	18	35	1.613.000,00
Edifício 4	0	32	179.000,00

3.0 - TREINAMENTOS E CAPACITAÇÃO

Como parte do programa de racionalização do uso de energia houve a realização de dois cursos de atualização para difusão do conhecimento teórico e prático de eficiência energética e gestão de contratos de energia. O primeiro teve como público alvo o corpo técnico da CAIXA incorporado ao programa e o segundo, o corpo administrativo da instituição, também incorporado ao programa.

3.1 Eficiência energética

O curso de atualização em eficiência energética foi focado na metodologia do diagnóstico energético e foi ministrado para vinte e quatro engenheiros e arquitetos responsáveis pelas Gerências de Filial de Infraestrutura (GIINFs) da CAIXA. Este grupo elaborou diagnósticos energéticos simplificados das quatorze principais agências/edifícios administrativos da instituição, distribuídos por todo o Brasil. Desta forma, a capacitação possibilitou a perpetuação de conceitos e metodologias para otimizar a eficiência energética de qualquer instalação da empresa e a identificação dos potenciais de conservação de energia e custos de suas principais unidades consumidoras, conforme mostrado na Figura 2.

Observa-se na Figura 2, potenciais de economia de energia da ordem de 1% a 38% e de custo de 4% a 30%. Esta elevada variação depende das características específicas de cada edifício. As reduções referem-se a eficiência dos edifícios, substituindo-se equipamentos ineficientes de ar condicionado e iluminação e/ou instalando-se bancos de capacitores.

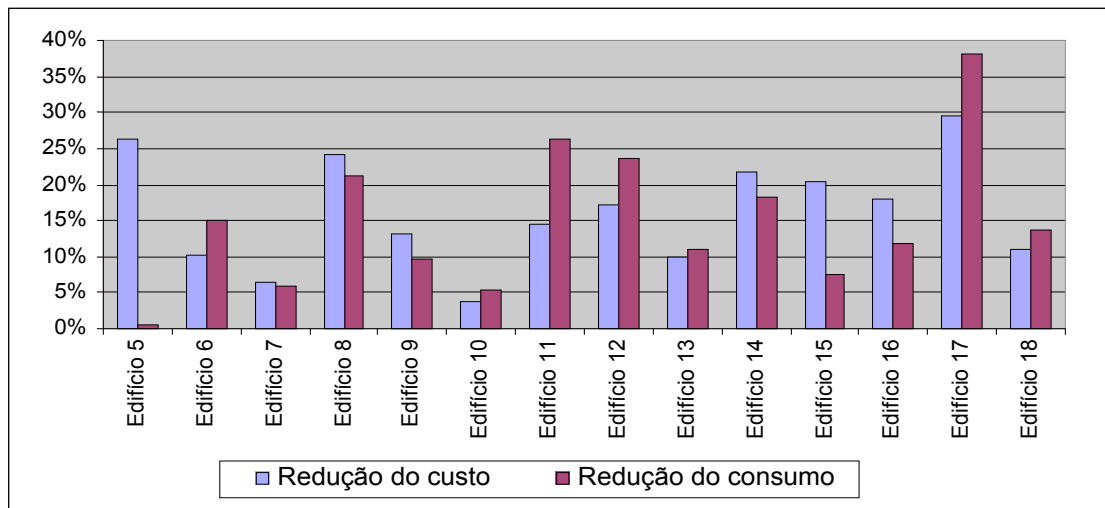


FIGURA 2: POTÊNCIAIS DE REDUÇÃO DE CUSTO E CONSUMO OBTIDOS NOS DIAGNÓSTICOS SIMPLIFICADOS

Como exemplo, o Edifício 5 mostrou-se eficiente com possibilidade de pequenas melhorias, principalmente relacionadas à manutenção. Nos custos, entretanto, há possibilidade de melhorias na contratação de energia e eliminação da cobrança de energia reativa excedente, o que leva a uma redução superior a 25%.

No Edifício 11, a redução de custo decorre principalmente da possibilidade de melhor contratação de energia, enquanto a redução de consumo resulta essencialmente, de melhorias do sistema de ar condicionado. No Edifício 17, a grande redução no consumo da energia é decorrente de reduções no consumo do ar condicionado e iluminação.

3.2 Gestão de contratos de energia

A importância de uma correta contratação de energia elétrica, como mostrado no item 2.6, gerou uma demanda por revisão dos contratos de fornecimento de energia elétrica das instalações da CAIXA.

O curso de atualização em contratação de energia elétrica teve, portanto, o intuito de capacitar trinta e oito funcionários administrativos da instituição para a realização deste trabalho de análise, simulação e recontração de energia elétrica.

Posteriormente ao curso, os contratos de 200 unidades consumidoras de energia elétrica foram analisados. Destas unidades, várias não possuíam contrato de fornecimento ou estavam vencidos, resultando em novos contratos ou renegociações para situações mais favoráveis à CAIXA.

A CAIXA também vem realizando estudos de viabilidade para alteração de enquadramento de unidades em baixa tensão para alta tensão, revelando seu interesse, preocupação e conhecimento adquirido na questão.

4.0 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PILOTO

O Sistema de Gerenciamento de Energia (SIGEN), implantado na CAIXA, é constituído por unidades de aquisição e tratamento de dados distribuídos em diversas agências (chegando a um total de cem pontos escolhidos pelo critério de consumo e distribuição geográfica), por um servidor de Banco de dados e por um software para gerenciamento do sistema.

A função de cada unidade de aquisição e tratamento (SIGEN Local) é coletar os dados dos registradores de pulso, conectados opticamente aos medidores de energia, e disponibilizar estas informações por meio de relatórios e gráficos.

Este monitoramento “on line” permite acompanhar diversas grandezas elétricas, tais como demanda ativa, demanda reativa, energia consumida e fator de potência, identificadas por segmentos horo-sazonais de modo a formar a sua curva de carga diária e fazer projeções simuladas do seu consumo mensal.

A cada intervalo de 15 minutos, o programa atualiza seu banco de dados com as informações referentes ao período analisado, de forma sincronizada com o medidor da concessionária de energia elétrica.

O SIGEN de Gestão Centralizada consiste de um software para gerenciamento de todos os SIGEN Locais e de um Banco de Dados SQL Server 2000, instalado em um servidor da CAIXA, o qual é atualizado em intervalos de 15 minutos pelos diversos SIGEN Locais. O software de Gestão utiliza comunicação TCP/IP, via Internet ou intranet, para visualizar os dados (de todas as agências ligadas ao sistema) armazenados no Servidor.

Além da visualização propriamente dita, o software permite o acompanhamento do consumo mensal de cada agência e sinalização através de alarmes de ultrapassagens de metas de consumo e demandas contratadas. Relatórios trazem informações sobre a característica de consumo de cada agência.

Verifica-se que o SIGEN tem sido uma ferramenta eficaz para obtenção de informações relevantes do

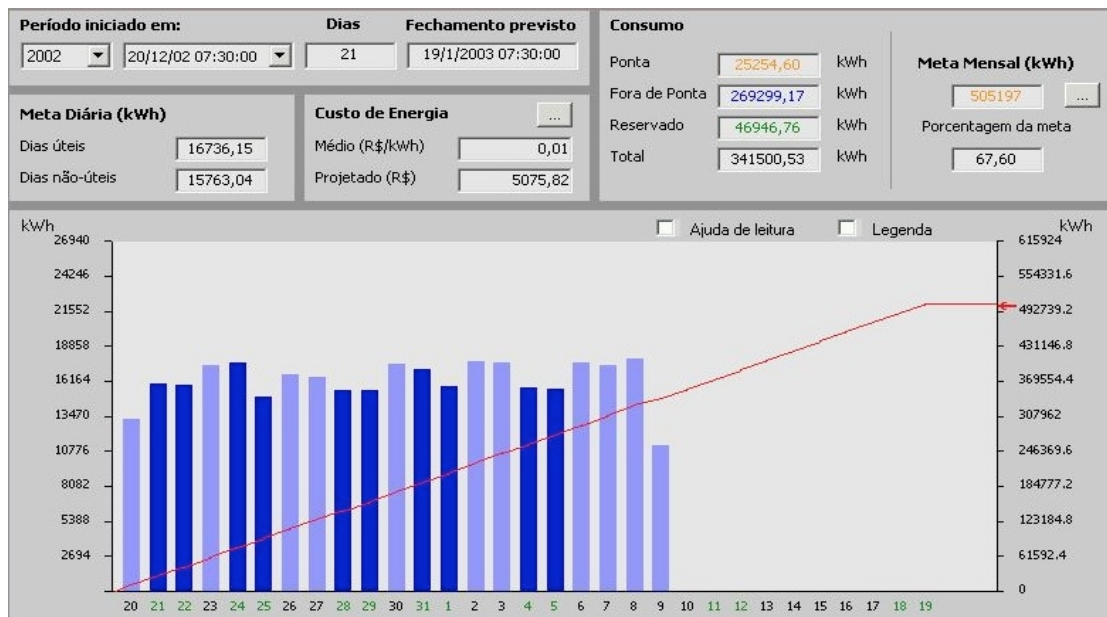


FIGURA 3: TELA DO SIGEN LOCAL E GESTOR – CONSUMOS DIÁRIOS E PROJEÇÃO DO CONSUMO MENSAL EM RELAÇÃO À META

atual estado de operação e manutenção das instalações, para obtenção de informações sobre potenciais para economia de energia, bem como para a realização de diagnósticos energéticos.

A Figura 3, a título de exemplo, exibe uma tela com informações diárias de um mês típico de uma unidade consumidora da CAIXA.

5.0 - CONCLUSÃO

O programa de racionalização do uso de energia elétrica adotado pela CAIXA tem demonstrado a sedimentação de uma preocupação que se tornou permanente para a instituição.

Ele identificou consideráveis potenciais de economia de energia e custos através de diagnósticos energéticos, apontando potenciais de até 38% e 36%, respectivamente.

Algumas propostas sugeridas pelos diagnósticos energéticos representam baixos custos de investimento, tais como a recontração de energia e alguns procedimentos de operação e manutenção. As propostas que levam a maiores economias de energia são, normalmente, mais onerosas e implicam em grandes investimentos, como a substituição de equipamentos de ar condicionado e dos sistemas de iluminação.

A CAIXA está implementando inicialmente as propostas menos onerosas e possui como meta a implementação das propostas mais efetivas apontadas pelos diagnósticos, conforme a disponibilidade orçamentária de 2003.

Além disso, o programa permitiu através dos cursos de atualização a perpetuação de conceitos e metodologias e a criação de um corpo técnico e administrativo capacitado a analisar e diagnosticar suas instalações.

Podendo utilizar para isto um sistema de gerenciamento de energia elétrica "on line".

Como complementação deste programa, a CAIXA está revisando seu Manual de instalação e manutenção elétricas, de luminotécnica e de ar condicionado, com o intuito de incorporar aspectos de eficiência energética e qualidade de energia em suas normas e procedimentos internos de projeto, especificação de equipamentos e manutenção, visando sua utilização na contratação do fornecimento de serviços e equipamentos.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASHRAE/IESNA. ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2001 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings – SI Edition, 2001
- (2) ASHRAE. ASHRAE Guideline 4-1993 – Preparation of Operating and Maintenance, 1993.
- (3) ASHRAE. ASHRAE Guideline 1-1996 – The HVAC Commissioning Process, 1996.
- (4) IWASHITA, J., SAIDEL, M.A., OHASHI, L. T., DEBBS, M.S., MAZZO, G. Avaliação Pós-Ocupação aplicada a Diagnósticos Energéticos. In Seminário Internacional Nutau 2002: Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. São Paulo, outubro, 2002.
- (5) ANEEL, Resoluções que homologam as tarifas de fornecimento de energia elétrica para cada concessionária e resolução que estabelece as condições de fornecimento de energia elétrica. Disponíveis em <http://www.aneel.gov.br>.

7.0 - AGRADECIMENTOS

Alexandre P. S. Amaro Caixa Econômica Federal
Fernando Brandão Caixa Econômica Federal
José Zatz Caixa Econômica Federal