



**XV SNTPEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

**STC/ 09**

**17 à 22 de outubro de 1999  
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL  
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (STC)**

**GESTÃO ENERGÉTICA NA SANEAGO**

**Wagner da Silva Lima\***

Escola de Engenharia Elétrica  
UFG

**Renato Milhomem de Oliveira**

SANEAGO

**RESUMO**

É apresentado neste trabalho, o histórico de desenvolvimento da Gestão Energética na SANEAGO (Saneamento de Goiás S/A) efetuada entre os anos de 1991 a 1998, e também os resultados alcançados e diretrizes presentemente adotadas, objetivando a utilização racional da energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água de responsabilidade da mesma companhia.

**PALAVRAS-CHAVE**

Gestão Energética, Energia Elétrica, Conservação de Energia.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A necessidade de redução de custos tem sido uma preocupação constante entre as empresas, sejam elas pequenas ou grandes corporações.

A elevação dos custos de produção elétrica é uma tendência irreversível face ao esgotamento dos recursos naturais de maior viabilidade econômica, principalmente os hídricos, espremidos pelo crescente aumento de demanda (1).

Atualmente a energia elétrica do setor de saneamento é subsidiada em 15%. A tendência é de que este subsídio acabe em função do tempo, tornando o custo de produção no setor ainda maior.

Outro aspecto diz respeito ao incremento de demanda de água e esgoto no setor de saneamento, criação de novos sistemas, etc. Fatos estes, que nem sempre cobrem os custos operacionais.

Em termos sintéticos, conclui-se que a tendência do setor de saneamento é o de operar com perspectivas de elevação do consumo de energia elétrica. A justificativa se faz em função do aumento da demanda de água e esgoto, e aumento da taxa de consumo específico ( $\text{kWh/m}^3$ ).

Alguns aspectos são enumerados para justificar a perspectiva de aumento do consumo específico:

- maior utilização do lençol subterrâneo (de elevado consumo específico);
- necessidade crescente de estações elevatórias de água nas redes de distribuição;
- deterioração crescente e envelhecimento progressivo destas redes;
- crescimento do consumo de energia voltado para o tratamento da água e esgoto sanitário;
- envelhecimento e/ou deterioração dos equipamentos elétricos, o que provocará aumento do tempo de funcionamento, perda de rendimento, aumento dos custos operacionais, etc;
- distanciamento progressivo dos mananciais em relação aos centros de consumo de água.

**2.0 - A EMPRESA**

A Saneamento de Goiás S.A. – SANEAGO, é uma sociedade de economia mista e se coloca atualmente, em termos de desempenho operacional, entre as quatro principais companhias de saneamento básico do Brasil. De (2,3,4,5), enfoca-se os seus principais indicadores, dispostos na Tabela 1.

O consumo de energia elétrica na empresa é caracterizado por mais de 95% em bombeamento de água (motores). Os 5% restantes são gastos em edificações como postos comerciais, sede da empresa e demais unidades administrativas.

**TABELA 1 - Principais indicadores operacionais da SANEAGO em 99**

INDICADORES	QUANTIDADE
Comunidades operadas	242
Pop. Abastecida (água tratada)	3.434.249 hab.
Pop. Servida (esgoto)	1.424.831 hab.
Número de empregados	3.378 empregados
Número de ligações (água)	804.229
Número de ligações (esgoto)	282.661
Volume faturado (água)	161.722.020 m <sup>3</sup>
Volume faturado (esgoto)	82.503.432 m <sup>3</sup>
Eficiência de cobrança	95 %
Faturamento anual	240 milhões reais
Extensão de Rede (água)	13.538 km
Extensão de rede (esgoto)	3.968 km

### 3.0 - HISTÓRICO DA GESTÃO ENERGÉTICA NA SANEAGO

A SANEAGO iniciou no ano de 1991, um programa que prioriza a redução de um de seus principais componentes de custos: a energia elétrica.

Com esta finalidade, a companhia deu início à implementação de um Sistema Manual de Gestão Energética ano de 1991, que teve como ações básicas, o cadastramento de todas as unidades consumidoras de energia elétrica, levantamento das cargas motrizes, controle efetivo das faturas de energia, reclassificação de contas, levantamento do tempo médio de funcionamento de cada unidade consumidora, etc.

No início de 1992, com a intenção de agilizar e difundir a Gestão Energética em caráter interno, a SANEAGO criou uma gerência específica com tal finalidade; gerência esta; que devido à extrema carência de pessoal especializado, era formada por apenas três integrantes do corpo técnico-operacional.

Desta forma, o trabalho prosseguiu durante os anos de 1992 e 93, através do início da correção do baixo fator de potência das unidades consumidoras (correção para 0,85), início de implementação do sistema tarifário horo-sazonal, mudança do grupo de faturamento das contas de energia elétrica, etc.

No ano de 1994, a atividade de correção do fator de potência adentrou ao seu 2º estágio (correção para 0,92), juntamente com a implementação de novos contratos de tarifação na modalidade horo-sazonal.

Em 1995, foi iniciado o chamado nível 2 da Gestão Energética. A denominação se deve ao fato das ações terem objetivado a correção restante de todos os baixos fatores de potência e o reestudo, otimização e formalização de novos contratos na modalidade horo-sazonal.

No mesmo ano, uma atividade deve ser destacada particularmente. Trata-se do projeto e desenvolvimento de um Sistema Computacional de Gestão Energética (SGE), sistema este; descentralizado e corporativo, desenvolvido em estrutura de processamento de dados de grande porte (*mainframe*).

Os trabalhos inerentes ao desenvolvimento deste sistema, tiveram seqüência durante os anos de 1996 a 98. Fatores como a dificuldade implícita ao trabalho, falta de referencial por parte de outras companhias de saneamento básico do Brasil e a extrema escassez do corpo técnico envolvido no desenvolvimento do sistema, fizeram seguramente, com que esta ação fosse a que exigisse maiores esforços durante os respectivos anos, mas não o suficiente para impedir o início de operação do SGE em julho de 1998 em sua versão primária.

### 4.0 - AÇÕES DESENVOLVIDAS

Desde o início das atividades em 1991 visando a implantação da Gestão Energética na empresa, as principais ações objetivando reduzir os custos da energia elétrica e aumentar a eficiência energética da empresa estão listadas abaixo.

- Cadastro das unidades consumidoras de energia elétrica (UOC);
- Controle efetivo das faturas de energia elétrica;
- Correção do fator de potência;
- Implantação do modo tarifário horo-sazonal ;
- Mudança do grupo tarifário;
- Concepção de um sistema computacional de gestão energética (SGE).

#### 4.1 - Cadastro das UOCs

Todas as UOCs foram cadastradas, sendo levantados os principais dados técnicos necessários à implementação do Sistema Manual de Gestão Energética (SMGE):

- Levantamento da demanda instalada de todos os Sistemas de Abastecimento de Água (cadastro de todos os equipamentos consumidores de energia elétrica, tais como motores elétricos, transformadores, bombas submersas e submersíveis, etc);
- Levantamento do tempo médio de funcionamento de cada UOC;

- Cálculo do consumo específico de cada UOC da SANEAGO, que é a relação entre a energia elétrica consumida mensalmente por um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e o volume de água bruta produzido pelo mesmo sistema, em kWh/m<sup>3</sup>;

#### 4.2 - Controle efetivo das faturas de energia elétrica

Com base no cadastramento efetuado, procedeu-se a análise das faturas de energia elétrica emitidas pelas concessionárias (CELG - Centrais Elétricas de Goiás S/A e CHESP - Companhia Hidroelétrica São Patrício), podendo ser corrigidas várias irregularidades, a saber:

- Reclassificação de várias contas que não estavam sendo beneficiadas pelo desconto de 15% permitido pela legislação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE, hoje extinto). Suas funções foram assumidas pela ANEEL) ao setor de Saneamento Estadual/Serviço Público;
- Refaturamento das contas cujos valores estavam calculados incorretamente pelas concessionárias;
- Solicitação de aferição ou troca de medidores que apresentavam leituras incorretas.

Observa-se que antes da Gestão Energética, apenas 20% das contas da SANEAGO estavam corretamente classificadas (Modalidade Saneamento Básico Estadual – desconto de 15%).

O refaturamento de contas teve grande impacto logo no início das atividades pois representou uma redução de 681 mil dólares nos custos com energia elétrica no triênio 91/93. Isto se deve apenas por erros de valores incorretamente calculados pela concessionária.

#### 4.3 - Correção do fator de potência

Com o controle das faturas de energia elétrica, levantou-se todos os fatores de potência abaixo de 0.85, que era na época, o mínimo estabelecido pelo DNAEE.

Como procedimentos básicos para a execução da referida tarefa, foram identificadas as causas de geração do baixo fator de potência, assim como determinado o método mais eficiente e economicamente viável para a eliminação do problema.

Dentre os diversos métodos analisados para a correção do fator de potência, pode-se citar:

- a- Aumento do consumo de energia ativa;
- b- Compensação por motores síncronos;

- c- Compensação por capacitores estáticos;
- d- Adequação, remanejamento e substituição de cargas motrizes.

As opções “a” e “d” foram descartadas por motivos técnicos, financeiros e operacionais, pois implicavam em alterações substanciais do perfil de funcionamento dos SAA envolvidos, além de alto investimento financeiro envolvido (o mesmo motivo de exclusão da opção “b”).

Dentre as opções de projeto, a preferida foi a instalação de capacitores estáticos de forma mista, onde procurou-se dividir os mesmos entre os pontos junto ao transformador (correção 24 horas, em baixa tensão) e junto à carga motriz (correção localizada).

Em virtude da alteração do fator de potência mínimo para 0,92, a SANEAGO deu sequência ao trabalho de adequação de suas UOCs.

A alteração da legislação vigente segundo (6), obrigou a companhia a pesados investimentos em seus SAA, com o intuito de adequá-los ao novo patamar de eficiência energética.

#### 4.4 - Implementação do sistema THS

A sistemática de avaliação da mudança de tarifação convencional para tarifação horo-sazonal (THS) consiste no cálculo da relação entre bombeamento e níveis de reserva obtidos pelo SAA. Objetiva-se determinar as condições de transferência do bombeamento de água do chamado horário de ponta do setor elétrico brasileiro (SEB) para os horários fora de ponta, onde as tarifas de energia elétrica são menores.

Um aspecto a ser acrescentado neste item diz respeito à complexidade inerente ao enquadramento das UOCs no sistema THS, pois este processo agrega uma análise pormenorizada das condições operacionais e de reserva de cada SAA.

Neste sentido, são analisados o tempo médio de funcionamento de cada SAA, levantamento de suas condições de reserva e demanda de água durante o horário de ponta do SEB (entre 18 e 21 horas), estudo da curva de carga do sistema, estudo das condições contratuais de da cada UOC junto à concessionária de energia, etc.

#### 4.5 - Mudança do grupo tarifário

Outro procedimento adotado foi o da mudança do grupo de faturamento das contas de energia (do Grupo B para o Grupo A), segundo prescreve (7,8).

O aspecto da redução deve ser entendido pelo fato de que para pertencer ao grupo de fornecimento em alta tensão, a UOC deve atender níveis mínimos de

demanda instalada, e possuir perfil de funcionamento que traduza um bom aproveitamento da energia elétrica. Além destes pontos, a concessionária é desobrigada a proceder investimentos para rebaixamento da tensão de fornecimento e de manutenção junto à subestação, de onde se faz entender o porquê da redução das tarifas.

#### 4.6 - Concepção do SGE

Durante o ano de 1995, a SANEAGO deu início à concepção de um Sistema Computacional de Gestão Energética (SGE). Este sistema contemplará o gerenciamento de todas as contas de energia elétrica da empresa e dos principais indicadores de desempenho energético, conjugando-se características de funcionamento de forma descentralizada e corporativa.

Anteriormente, o Grupo de Controle de Energia Elétrica da SANEAGO utilizou-se do *benchmarking*, onde constatou-se que nenhuma empresa de saneamento básico do Brasil, naquele momento, detinha um aplicativo à altura do gerenciamento energético efetuado em grande porte (*mainframe*).

O primeiro passo do trabalho, referiu-se à definição completa do instrumento que funcionaria como um vetor para direcionamento da própria concepção do Projeto Lógico do Sistema (PLS), definição da Base de Dados e Sistemática para análise de informações: O Modelo Diagramático (MD) do SGE. Ver Figura 1.

Por ser uma atividade complexa, desenvolvida sem qualquer referencial por parte de outras companhias de saneamento básico do Brasil, além de se caracterizar como um trabalho de concepção individual, foi seguramente, o primeiro grande passo para a implementação do Sistema de Gestão Energética de forma automática.

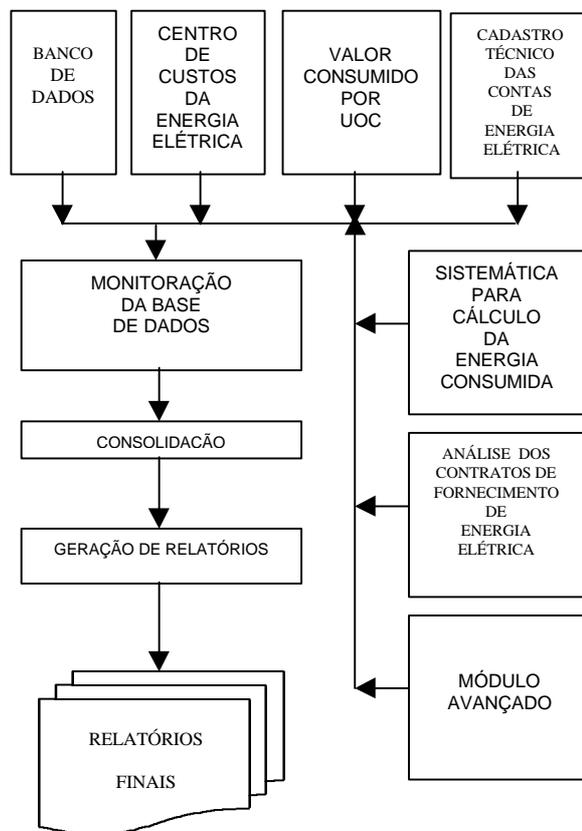
Este sistema será o verdadeiro diferencial da Gestão Energética, possibilitando a extensão dos valores da cultura de racionalização do uso da energia elétrica a todos segmentos da empresa., sejam eles, administrativo, estratégico, gerencial e mesmo técnico-operacional.

Para operacionalizar o SGE, a SANEAGO dispõe de uma Máquina IBM 9672 modelo RB 54, com capacidade de processamento de 58 MIPs (milhões de informações por segundo), Sistema Operacional MVS/ESA e o Banco de Dados DB2.

O acesso às informações contidas no SGE, será feito através de 576 estações de trabalho tipo microcomputador padrão IBM PC, em 78 pontos geográficos distintos no Estado de Goiás.

O Modelo Diagramático do SGE em um nível operacional zero é apresentado na Figura 1. A referida

modelagem serve para a concepção estrutural, conceitual e lógica do sistema em questão.



**FIGURA 1** - Modelo Diagramático do SGE em nível zero

Na Figura 1 são observadas as principais estruturas de formação do referido modelo, numa abordagem genérica. As estruturas primordiais são relativas à:

- *Banco de Dados do Sistema* - que engloba todas as características relativas ao conteúdo de informações;
- *Centro de Custos da Energia Elétrica* - responsável pela previsão de gastos com energia elétrica pela empresa;
- *kWh Consumido por UOC* - fornecerá ao Sistema Corporativo de Indicadores Operacionais, os subsídios para formação dos principais parâmetros de desempenho operacional da SANEAGO;
- *Cadastro Técnico das Contas de Energia Elétrica* - responsável pela atualização e manutenção dos dados relativos às contas de energia elétrica;
- *Sistemática para Cálculo da Energia Consumida* - diz respeito à toda rotina de cálculo do valor a pagar em energia elétrica às concessionárias;

- *Análise dos Contratos de Fornecimento de Energia Elétrica* - analisa e reavalia os contratos de fornecimento de energia elétrica, visando redução de custos;
- *Módulo Avançado* - gerador dos relatórios estratégicos, concebidos em função da análise dos parâmetros de medição de variáveis elétricas e das características de desempenho energético das principais cargas motrizes.

## 5.0 – ANÁLISE DA ECONOMIA PROPICIADA PELA GESTÃO ENERGÉTICA

A Tabela 2 detalha o perfil da economia obtida pela Gestão Energética em função das ações executadas, acompanhado dos respectivos percentuais em relação ao total.

A metodologia para cálculo da economia do período, desenvolveu-se baseando-se na contagem da data a partir da qual cada ação estava plenamente executada. Seguindo este raciocínio, só foi computado o montante relativo à ação de reclassificação de contas (executada em 1991), somente à partir do ano de 1992, e assim por diante.

O referido sistema de apuração de informações, apesar de não contabilizar a redução do valor da conta de energia elétrica a partir do mês em que cada ação, foi considerado confiável o suficiente para dar as diretrizes necessárias ao planejamento das atividades futuras.

**TABELA 2 - Perfil da economia obtida pela Gestão Energética no período 91/98**

Ação	Ano	Econ. (mil US\$)	Econ. Período (mil US\$)	Econ. (%)
CEF	91/93	680	1.680	22,58
	96	1.000		
RC	91/93	2.040	2.170	29,2
	94/95	130		
CFP	91/93	190	0.720	9,67
	94/95	50(*)		
	97/98	400		
MGT	91/ 93	170	0.170	2,28
ICTHS	91/93	510	2.700	36,27
	94/95	940		
	96	1.250		
<b>TOTAL</b>	-	7.440	7.440	100,00

(\*) Ação de correção do fator de potência para 0,92; descontando-se o valor do investimento feito pela SANEAGO, na compra de banco de capacitores e instalação dos mesmos (US\$ 107.900,00).

Onde:

**CEF** – Correção de erros de faturamento

**RC** – Reclassificação das contas

**CFP** – Correção do FP

**MGT** – Mudança de grupo tarifário

**ICTHS** – Implantação dos contratos em THS

Percebe-se altos percentuais de economia advindos de três ações principais: correção dos erros de faturamento (22,58%), reclassificação de contas (29,20%) e implantação de contratos na modalidade horo-sazonal (36,27%).

O montante de energia economizada pela Gestão de Energia Elétrica na SANEAGO no período de 1991 a 1998, totaliza equivalentemente a 132.000 MWh e a uma demanda mensal média evitada em torno de 3,26 MW.

Agregando-se os processos de expansão de consumo de energia provocado pelo crescimento da companhia e o de recomposição tarifária ocorrida no período, chega-se a patamares médios absolutos de redução da conta de energia elétrica em torno de 13%.

## 6.0 – AÇÕES FUTURAS

O panorama futuro de desenvolvimento dos trabalhos em um patamar superior, adentra novas possibilidades como:

- A utilização gradativa de equipamentos de melhor performance energética (motores de alto rendimento);
- Estudo e implementação de novas formas de acionamento de máquinas girantes;
- Utilização de iluminação de baixo consumo;
- avaliação da qualidade de fornecimento da energia elétrica;
- Concepção de sistemas de controle em que se concilie o mínimo consumo de energia elétrica e o nível de reservação de água do sistema de abastecimento;
- Estruturação do Laboratório para Avaliação de Desempenho Energético de Motores de Indução (que são responsáveis por 95% do consumo de energia elétrica da empresa);
- Otimização dos projetos dos sistemas de água e esgoto futuros e redefinição dos atuais em consonância com os princípios da conservação de energia;
- Efetivação de um Programa de Manutenção Preditiva nos sistemas de maior peso operacional, visando a conservação de energia através de várias técnicas, como: análise vibracional mecânica, espectrometria de corrente elétrica,

análise de fluxo magnético de motores e termografia infravermelha.

## 7.0 - CONCLUSÃO

A Gestão Energética é uma atividade extremamente complexa de ser implementada, qualquer que seja a empresa. No exemplo enfocado, uma companhia de saneamento básico estadual, os agravantes foram a distribuição física da empresa, que possui UOCs em todos os municípios do Estado de Goiás e principalmente, o quantitativo insuficiente de pessoal especializado envolvido na gestão de energia.

Os excelentes resultados obtidos em termos de economia de energia, colocam a SANEAGO, dentro deste âmbito, no mesmo patamar das empresas de saneamento que iniciaram os trabalhos de gerenciamento de energia no início da década de 80, ou mesmo a melhor; se considerado o diferencial propiciado pelo SGE.

Complementarmente a este aspecto, se avaliam as necessidades de compartilhamento dos princípios técnicos da gestão de energia por todo o corpo técnico-operacional da empresa e de contratação de pessoal especializado em caráter urgente.

Ao serem considerados os diversos aspectos inerentes ao contexto (restrito grupo de profissionais envolvidos, complexidade do trabalho, desenvolvimento contínuo da gestão de energia em caráter manual simultânea aos esforços para a concepção e implantação do SGE), coloca-se seguramente, tanto em qualidade de desenvolvimento técnico quanto em eficiência, o trabalho de Gestão Energética feito na SANEAGO, como um dos melhores já executados no Brasil junto ao setor de saneamento.

## 8.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) COELHO, R. N., “Gestão Energética”, Subcomissão Técnica de Conservação de Energia da Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais do Brasil, mai/88.

(2) O POPULAR, “Relatório da Administração da Saneamento de Goiás S/A no ano de 1.996”. Jornal O Popular, 23/abr/97. Goiânia-GO.

(3) O POPULAR, “Saneamento Básico: Ganhos Qualitativos Marcam o Setor”. Jornal O Popular, 29/nov/97. Goiânia-GO.

(4) DIÁRIO DA MANHÃ, “SANEAGO Investirá 120 milhões de reais Setor de saneamento Básico”, Jornal O Diário da Manhã, 28/jan/98. Goiânia-GO.

(5) Gerência de Desenvolvimento e de Melhorias Operacionais da Saneago, “Sistema de Desenvolvimento e de Melhorias Operacionais”, fev/99

(6) DNAEE, “Portaria 1569”, dez/93.

(7) DNAEE, “Portaria 05”, jan/90.

(8) PROCEL, “Manual de Conservação de Energia Elétrica na Indústria”, abr/93.

## AUTORES

**Wagner da Silva Lima**, nasceu em Rio Claro (SP) em 1970. Formou-se em Engenharia Elétrica pela UFG em 1993. Mestre em Engenharia Elétrica pela UNICAMP em 1996. Atualmente é professor assistente da EEE/UFG e está em seu doutoramento no Grupo de Energia da USP na área de Planejamento da Expansão do Setor Elétrico. Suas áreas de interesse são Sistemas Inteligentes Aplicados à Sistemas de Potência, Planejamento do Setor Elétrico e Conservação de Energia.

**Renato Milhomem de Oliveira**, nasceu em Goiânia (GO) em 1966. É Técnico Industrial em Eletrotécnica com Aperfeiçoamento em Automação Industrial pelo CEFET- GO, graduando de Engenharia Elétrica na EEE/UFG, e trabalha desde o ano de 1986 na SANEAGO nas áreas de desenvolvimento da manutenção eletromecânica, conservação de energia elétrica, automação industrial e manutenção preditiva.