

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: OS GANHOS "COMPLEMENTARES" SERIAM SUPERIORES AOS "PRINCIPAIS"?

Por:

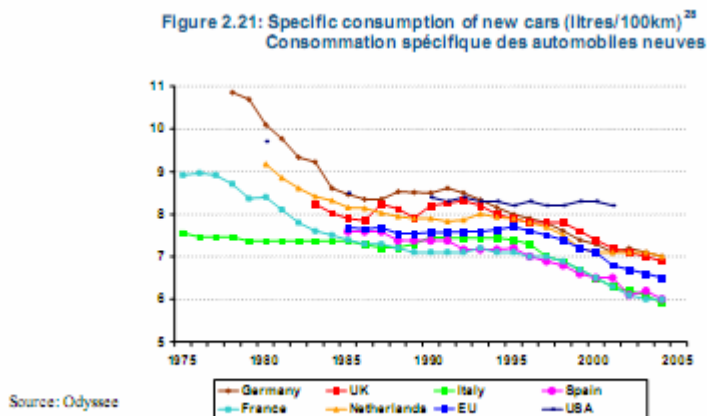
(I) Eng Oscar de Lima e Silva: Diretor da ACE Energia e da ABESCO;
oscar@energiaracional.com.br

(II) Eng Jose Starosta, MSc : Diretor da Ação Engenharia e Instalações Ltda e da ABESCO ;
jstarosta@acaoenge.com.br

1-EFICIENCIA ENERGÉTICA - ASPECTOS GERAIS E HISTÓRICOS

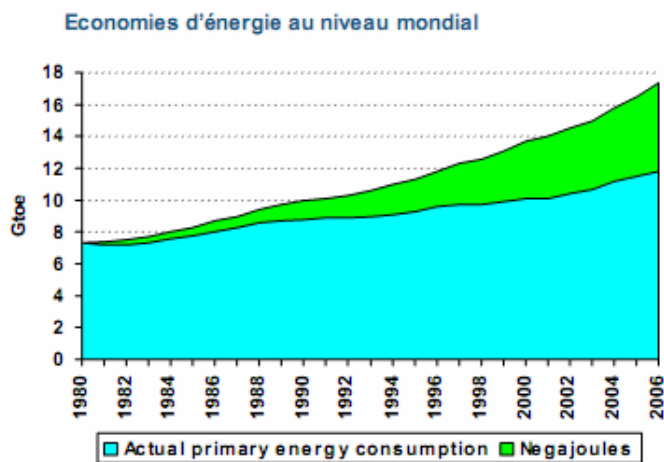
A eficiência energética tem sido nos últimos anos um fator de desenvolvimento e diferenciação das sociedades modernas. A busca de tecnologias e processos mais eficientes sob o ponto de vista energético tem reduzido a intensidade no uso de energia, trazendo consigo outros benefícios como ganhos de produtividade, aumento da qualidade dos serviços e redução dos impactos ambientais.

Países como Japão, Estados Unidos, Canadá e países da Europa Ocidental conseguiram avanços significativos nessa área. Um exemplo claro deste esforço está na redução do consumo de energia no setor de transporte. O gráfico a seguir mostra a redução do consumo de energia dos carros entre 1975 e 2005:



É possível se observar a redução da intensidade energética mundialmente conforme gráfico a seguir:

Figure 2.5: Energy savings from energy intensity decrease at world level



Não há como dissociar o conceito de crescimento sustentável sem a inclusão da eficiência energética como uma das principais ferramentas para este fim. No Brasil, a preocupação com o crescimento sustentável via uso racional de energia e aumento da eficiência energética vem crescendo ao longo dos anos com a adoção de políticas públicas como, por exemplo, a criação de programas nacionais como o PROCEL (1985) e o CONPET (1991).

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o Selo de Eficiência Energética CONPET e PROCEL representam um avanço inquestionável nessa área. Recentemente o MME introduziu a eficiência energética no Plano Nacional de Energia PNE 2030, indicando metas de conservação de energia para os próximos anos. Este fato é singular evidenciando um grande avanço e uma mudança de paradigma no processo de planejamento do setor energético brasileiro.

A iniciativa privada busca por sua vez, e por intermédio da eficiência energética, diferenciais competitivos, ganhos de qualidade e aumento de sustentabilidade em seus negócios. Em maior ou menor escala as empresas se empenham e investem em ações sobre o tema.

As ESCOS, empresas de serviços que atuam no mercado de eficiência de energética são também parte importante desse processo. Essas empresas surgiram nos Estados Unidos na década de 70 a partir da primeira crise do petróleo. Foram alavancadas por intermédio de programas de DSM (Demand Side Management) das concessionárias americanas.

No Brasil as primeiras empresas focadas em conservação e uso racional de energia surgiram no final da década de 80. Programas desenvolvidos pelo PROCEL e pela extinta Agência para Aplicação de Energia em São Paulo tiveram como objetivo o fortalecimento dessas empresas, fomentando inclusive a criação da ABESCO – Associação das Empresas de Serviços de Conservação de Energia em 1997.

Atuando fundamentalmente por meio de contratos de performance as ESCOS já contribuem para a difusão da eficiência energética no mercado brasileiro. Os contratos de performance baseiam-se no pagamento dos investimentos através das economias proporcionadas pelo projeto implantado, não havendo investimento por parte do cliente.

Os recursos provenientes das economias de energia devem ser suficientes para a cobertura dos custos de desenvolvimento e execução do projeto de eficiência energética além do pagamento da ESCO, ou seja, todos os custos devem ser cobertos!

A ESCO assume o risco técnico e de performance dos projetos. Estas características diferenciam as ESCOS das empresas de consultoria e instaladoras.

O custo do projeto inicial ou do diagnóstico pode ser contratado em separado do contrato de performance, uma vez que nem sempre se conhecem as expectativas e potencialidades de cada planta ou instalação. Neste caso, um acordo comercial simples entre as partes (ESCO e cliente) regula esta relação.

Os clientes das ESCOS estão distribuídos pelos vários setores econômicos, mais intensamente nos setores comercial, industrial, público e concessionárias.

No processo de análise do uso de energia e da eficiência energética nos clientes, todos os usos finais energéticos são avaliados, como também todos os insumos energéticos.

Do ponto de vista do uso de energia elétrica as cargas mais comumente analisadas são: sistemas de iluminação, sistemas de condicionamento de ar, sistemas de refrigeração, ar comprimido, bombeamentos, acionamentos, ventilação, compensação de reativos entre outros.

Na área térmica, vários outros processos são analisados, como geração de vapor, aquecimento direto (fornos), cogeração de energia, etc.

A análise da adequação tarifária embora não represente melhoria na eficiência energética é também analisada pela ESCO uma vez que pode trazer grandes benefícios aos clientes com a redução direta nos custos.

Embora o aumento da eficiência energética seja o principal objetivo das ações das ESCOS é importante observar que os ganhos complementares, nem sempre devidamente auditados e auferidos, podem ser significativos. Este artigo tem por objetivo apresentar alguns resultados complementares aos projetos de eficiência energética.

O PROESCO, linha de financiamento, do BNDES voltada para ações de eficiência energética é também um ponto importante na viabilização de projetos de médio prazo.

2- OS GANHOS COMPLEMENTARES

a) meio ambiente e sustentabilidade

Em recente artigo publicado, o ex vice-presidente americano e premio Nobel da paz, Al Gore propõe uma série de medidas plausíveis, que objetivam o desenvolvimento econômico atrelado a ações de sustentabilidade e geração de energia limpa.

Em determinado ponto do texto, o prestigiado autor propõe a substituição da rede elétrica (possivelmente de transmissão e distribuição) americana desde as zonas de produção de energia limpa; fazendas nas áreas rurais, até os centros urbanos onde é consumida.

O custo desta rede moderna estaria estimado em US\$400 Bilhões financiado em 10 anos. Por outro lado os custos devidos às perdas por falhas elétricas das empresas americanas atingem US\$ 120 Bilhões.

(Naturalmente a nova tecnologia agregada ao novo projeto da rede, apresentaria um grau de confiabilidade muito maior reduzindo drasticamente a cifra das perdas apresentadas).

O texto não explicita se o custo estaria vinculado somente às perdas de faturamento de concessionárias por paradas, ou também associado as perdas de produção dos consumidores por falhas de processo devido a qualidade da energia ou ainda se também englobaria as perdas elétricas e comerciais. Contudo, a análise é sem dúvida muito interessante.

O autor ainda enfatiza a necessidade de desenvolvimento tecnológico de novos sistemas de isolamento, janelas e iluminação uma vez que nos EUA, 40% das emissões de dióxido carbono têm nas edificações sua origem.

As ações de eficiência energética estão diretamente relacionadas aos conceitos de sustentabilidade, na medida em que pelo lado da produção de energia o meio ambiente tem sido a principal vítima como alagamento de grandes áreas nas hidrelétricas e incremento da poluição devido às térmicas convencionais e nucleares.

A redução do ritmo de crescimento da produção de energia, ou mesmo a postergação de projetos do lado da oferta, pode ser obtida com ações de eficiência energética pelo lado da demanda, ou seja, pelo lado do consumidor, resultando em menores os impactos ao meio ambiente.

A eficiência energética não resolve a equação energia x meio ambiente, mas é parte importante na busca da mitigação dos impactos ambientais.

Outro fato interessante, e muito bem lembrado por Al Gore, uma instalação (ou sistema elétrico) concebida de forma adequada com conceitos de alta confiabilidade e baixas perdas é o primeiro passo para redução de perdas operacionais nas instalações de uma forma geral e das perdas técnicas e comerciais das concessionárias.

A ISO 14000, certificação de meio ambiente, pressupõe que as instalações elétricas do local a ser certificado sejam adequadas, confiáveis e estejam de acordo com as normas específicas e aplicáveis.

b)renovação do parque industrial e das instalações eletro-mecânicas

As implantações de projetos consistentes de EE requerem investimentos nas instalações elétricas (industriais ou prediais) considerando novas premissas de cargas, controles e operação.

A evolução tecnológica dos componentes e materiais elétricos e eletrônicos nas últimas décadas permite as instalações de concepção recente vantagens operacionais e de segurança significativamente superiores àquelas de, por exemplo, 20 anos atrás. De forma geral, seria muito difícil viabilizar a substituição de componentes importantes de uma instalação antiga (transformadores, painéis elétricos, circuitos de força e controle, sistemas de iluminação, bombas e cargas de ar condicionado) sem que os mesmos apresentem falhas de operação, ou condições de franca obsolescência ou ainda que não atendam determinada norma técnica que deve ser cumprida, caso da NR10. Do ponto de vista de atendimento as normas de instalação (caso da NBR5410 ou NBR5419) vale a pena comentar que a instalação deve atender em linhas gerais a norma vigente à época da obra, isto é, a revisão da norma não implica em necessidade de revisão da instalação a menos que a mesma seja ampliada ou reformada.

Um projeto de EE que venha a ser implantado é uma excepcional oportunidade de renovação dos componentes da instalação, elevando-se significativamente a vida útil das mesmas.

Alguns casos típicos desta aplicação são:

- Acionamento de motores e bombas, com a instalação de variadores de velocidade e substituição de chaves compensadoras e estrela-triângulo.

- Motores de alto rendimento: Substituição de motores convencionais muitas vezes já com enrolamento substituído por outro de potência adequada e de alto rendimento

- Substituição de componentes internos de quadros terminais com a automação de circuitos de iluminação.

- Substituição de sistemas inteiros de ar condicionado central obsoletos e com gás refrigerante não adequado aos protocolos internacionais de meio ambiente.

- Inserção de medidores de energia e qualidade de energia para rateio e controle.

- Automação de subestações e disjuntores de distribuição

- Troca de transformadores por outros de menor potência e "secos".

- Adequação do sistema de compensação reativa com sistemas anti-ressonantes, com manobra isenta de transientes e adequados as condições de operação da carga.

c) Uso racional de água x Energia

A água é um bem de vital importância para o desenvolvimento econômico e, todavia, escasso, se levarmos em conta que apenas 2,5% de toda água do planeta é doce.

Embora o Brasil detenha 12% a 16% de todo o estoque hídrico do planeta uma boa parte deste recurso está concentrado na bacia Amazônica, ou seja, distante das regiões de maior concentração populacional e de maior atividade econômica.

Este panorama demonstra a importância da utilização racional dos recursos hídricos em todos os setores econômicos.

O uso de água está quase sempre atrelado ao consumo de energia. Sendo assim, uma ação de economia de água refletirá diretamente na redução do consumo de energia e vice-versa.

Existe um grande potencial de racionalização do uso de energia e de água, em todos os setores.

Na agricultura irrigada, que é setor de maior demanda de recursos hídricos, as ações de economia de água através da adequação dos processos de irrigação e aplicação de tecnologias modernas refletem diretamente na redução do consumo de água e de energia.

No uso urbano a adoção de medidas para redução dos desperdícios, como a eliminação de vazamentos, a introdução de novos equipamentos hidráulicos, permitem aos usuários reduzir o consumo de água drasticamente.

Novos processos de reuso de água e aproveitamento de água de chuva tem se intensificado em vários setores da economia, notadamente nos setores comercial e industrial.

O consumo de energia elétrica representa na maioria dos casos o 2º item de custos dos prestadores de serviços. Portanto ações visando a racionalização do consumo de energia devem ser encaradas como uma orientação constante da administração.

Entre estas ações podemos citar as seguintes:

- Redução das perdas por vazamentos
- Adequação dos sistemas elétricos
- Adequações contratuais (compra de energia)
- Introdução de equipamentos mais eficientes (bombas, motores elétricos)
- Introdução de novas tecnologias de operação
- Melhoria na manutenção dos sistemas

d) Qualidade de energia

A qualidade da energia elétrica de uma instalação possui íntima relação com o projeto de eficiência energética que venha a ser implantado, e dependendo das premissas deste projeto, o resultado final pode trazer situações inesperadas, comprometendo o resultado esperado inclusive sob o ponto de vista econômico.

Como exposto acima, não se pode permitir que um projeto de EE venha reduzir as condições técnicas e de operação de qualquer sistema que venha a ser modificado, isto é, não tem sentido substituir um sistema de iluminação que satisfaça o usuário e condições normativas, por outro que apesar de reduzir a energia consumida não possua as mesmas características; da mesma forma instalar um motor para um de menor potência que vez ou outra não tenha capacidade para "tocar" a carga.

As relações clássicas e de maior incidência entre EE e PQ são as que se seguem:

-retrofit em sistemas de iluminação:

- A maior frequência de retrofits em sistemas de iluminação trata da substituição de:
- Lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas;
- Lâmpadas fluorescentes com reatores eletromagnéticos por outras com maior rendimento com reatores eletrônicos
- Lâmpadas mistas ou incandescentes por lâmpadas de vapor (metálico ou sódio).

A expectativa de médio prazo, deve considerar a maciça entrada dos LED's em substituição aos sistemas existentes, dependendo da disponibilidade e custos destes sistemas.

De uma forma geral, lâmpadas de descarga (fluorescentes e as de vapor) devem possuir dispositivos de partida e controle da corrente; os reatores, ignitores, e outros como os capacitores de correção do fator de potência em geral incorporados aos reatores.

Os clássicos reatores eletromagnéticos (partida rápida, alto fator de potência) associados às lâmpadas fluorescentes possuem uma característica de distorção de corrente com THDI (distorção harmônica total de corrente) da ordem de 30%, variando em função do fabricante, modelo e característica da rede. Esta distorção ocorre em função da não linearidade do circuito do reator e também da própria lâmpada (onde a corrente passa pelo gás interno ao tubo).

Neste caso, as instalações que alimentam este tipo de carga devem ser concebidas com os cuidados necessários a fim de atender as recomendações das normas disponíveis e aplicáveis.

A substituição dos reatores eletromagnéticos por eletrônicos é uma ótima oportunidade e pode apresentar vantagens interessantes, caso os reatores especificados atendam premissas técnicas desejáveis como o controle da distorção de corrente além de menor consumo de energia. Felizmente o mercado nacional possui atualmente boas referências destes reatores, contudo não há impedimento legal para a comercialização de "caixinhas" que acendem lâmpadas, uma vez que não se podem classificar estes dispositivos como reatores.

Estas "caixinhas" possuem em geral THDI da ordem de 70% a 80% e instalação em grandes quantidades pode comprometer seriamente uma instalação elétrica, a ponto de interferir na operação de outros equipamentos eletrônicos, com forte interferência eletromagnética.

Devido ao baixo custo, dimensões reduzidas e facilidade para ligação, possuem um farto mercado. As lâmpadas fluorescentes compactas, que se tornaram populares no Brasil durante o racionamento no início da década, possuem em sua maioria reatores eletrônicos incorporados. O conjunto possui baixo fator de potência (ordem de 50%) e alta distorção harmônica de corrente. Os mesmos cuidados citados devem ser tomados quando grande quantidade destes dispositivos for instalada.

Os Capacitores "incorporados" em sistemas de iluminação

Reatores eletromagnéticos para lâmpadas de descarga possuem capacitores incorporados cujo objetivo principal é o de corrigir o fator de potência dos conjuntos. Estes reatores se de boa procedência e em boas condições de instalação e operação podem ter uma vida maior que 5 anos, dificilmente ou quase nunca alcançada pelos capacitores. A substituição dos capacitores é na maioria das vezes impossível (reatores são blindados), ou improvável. O que se observa nestes casos,

como consequência, é o aumento da corrente de alimentação dos circuitos e a redução do fator de potência destas cargas com possível comprometimento da operação normal da instalação com atuação dos dispositivos de proteção e possíveis sobrecargas, além da redução do fator de potência de toda a instalação.

Comportamento da corrente das "lâmpadas de vapor"

As lâmpadas de vapor (metálico ou sódio) possuem comportamento na partida de corrente elétrica que pode atingir 150% dos valores nominais. Como a duração deste regime é da ordem de minutos, a instalação elétrica (fontes, circuitos, dispositivos de proteção) que alimentará esta carga deve estar adequada para tal.

LED's

Os Led's possuem "drivers" eletrônicos que controlam sua operação, e apesar de apresentar distorção de corrente, os modelos verificados (por quem ?) se mostram com bom comportamento.

- Instalação de inversores de frequência em motores

O controle de velocidade em motores de indução CA é uma eficiente ferramenta de EE e produtividade. A indústria moderna não atingiria os níveis de produtividade desejados sem o preciso controle proporcionado por estes dispositivos que operam geralmente associados junto a CLP's .

As economias de energia obtidas com variadores de velocidade são significativas, uma vez que a energia consumida é proporcional ao quadrado da velocidade, portanto a possibilidade de redução da velocidade do motor sem restrições mecânicas aos níveis necessários para a operação da carga reduz a energia consumida neste processo na proporção quadrática ao da redução da velocidade em relação à velocidade síncrona.

Por concepção de construção os variadores de velocidade possuem conversores estáticos, sendo os mais comuns os de 6 pulsos com forma de onda de corrente distorcida, cujo conteúdo harmônico pode chegar a valores da ordem de 35%. Quanto maior o número de pulsos, menor a presença de componentes harmônicas.

Conversores de frequência podem ser construídos com IGBT (dependendo da potência) operados em alta frequência e com características de baixa distorção de corrente, porém os custos são elevados.

Da mesma forma como citado anteriormente, as instalações elétricas que alimentam estas cargas deverão receber os cuidados para tal, com critérios de projeto e operação adequados, uma vez que estes dispositivos são essenciais para o controle das cargas.

-compensação da energia reativa e fator de potência

A compensação de energia reativa com a inserção de capacitores nas instalações é a forma mais propagada de adequação do fator de potência das instalações.

Sob o ponto de vista de EE são várias as vantagens da instalação de capacitores, entre as quais:

- Redução das correntes elétricas com consequente redução das perdas "Joule" proporcionais ao quadrado das correntes.

- Redução da potência aparente (kVA) e possibilidade de desligamento de transformadores.
- Melhora da regulação de tensão das instalações com conseqüências no rendimento de motores e outras cargas.
- Isenção de pagamento de excedente de energia reativa para as concessionárias

Sob o ponto de vista de PQ a compensação de energia reativa pode ser uma excepcional ferramenta para melhora da regulação de tensão e correção de afundamentos (caso de sistemas de compensação de manobra estática), porém a inserção de capacitores em um sistema elétrico com característica praticamente indutiva, dará origem a um circuito LC com freqüência de ressonância típica que depende das duas componentes e pode ser facilmente estimada.

Caso esta instalação, em que os capacitores são inseridos, possua cargas não lineares como aquelas controladas pelos citados variadores de velocidade (conversores de freqüência), que possuem correntes harmônicas em sua alimentação, poderá ocorrer o fenômeno da ressonância ou ressonância harmônica.

A ressonância ocorre quando a freqüência de ressonância do conjunto rede e capacitor fica próxima a uma das freqüências presentes no espectro de corrente da carga. Explicando melhor, a corrente elétrica de um conversor de 6 pulsos possui componentes de 5^a, 7^a, 11^a, 13^a e outras menores, além da corrente fundamental em 60 Hz. Se a freqüência de ressonância do sistema (rede e capacitor) ficar próxima de uma destas correntes presentes no espectro de corrente do conversor haverá a ressonância. A ressonância pode ser identificada com a circulação de correntes harmônicas pelos capacitores, explosão dos capacitores, queima de componentes da instalação, elevação da distorção de tensão nos barramentos e piora da regulação de tensão. Também, acidentes são reportados por conta da ressonância.

Cuidados devem ser tomados na instalação de capacitores em instalações que contenham cargas distorcidas, sobretudo se o sistema de compensação for do tipo "automático".

A oportunidade de implantação de compensação reativa deve considerar necessariamente outros aspectos de ganhos associados e não só a redução e eliminação do pagamento de excedentes de energia reativa para as concessionárias.

-Outros dispositivos de controle

"Dimers" aplicados em controle de sistemas de iluminação e até em chuveiros elétricos, fazem com que as cargas se tornem não lineares, distorcendo as forma de onda de corrente e tensão.

-Sistemas de controle aplicados em eletrodomésticos.

Eletrodomésticos contendo servo-motores em sua construção podem causar o fenômeno conhecido como flicker (cintilação), por conseqüência de variação de consumo de reativo em redes de potência de curto circuito limitadas (caso de instalações residenciais).

A solução para o caso nem sempre é possível e deve ser avaliada caso a caso.

e) Produção, produtividade e confiabilidade

Muitas vezes as discussões sobre aumento de produção e produtividade acabam por confundir os dois conceitos em determinado contexto. Enquanto o aumento de produção busca em geral atender a um aumento da demanda de determinado produto ou serviço e pode ser encarada como um aumento do volume produzido, a produtividade relaciona a citada produção aos recursos necessários para que a mesma seja viabilizada. Ambos podem ser encarados como uma oportunidade de negócio sendo o aumento de produtividade obtido em geral com menores investimentos.

Em épocas de elevação do consumo, aspectos de elevação da produção são prioritários, pois a oportunidade de faturamento não pode ser desperdiçada. Já nas épocas de crise, a produtividade deve ser levada em conta, uma vez que cortes de despesas são fundamentais para a saúde das empresas. A redução de custos com energia é uma importante variável que contribui com a redução dos custos operacionais e administrativos.

A produtividade e confiabilidade têm forte dependência da vida útil e tecnologia dos componentes de uma instalação, assim como as facilidades agregadas a estes componentes. É certo e conhecido que problemas de qualidade de energia em instalações industriais causam elevadas perdas de produtividade.

Assim, por exemplo, a instalação de relés inteligentes ou medidores de qualidade de energia como partes integrantes de um projeto de EE fornecerão informações importantes para que as equipes de operação e manutenção intervenham com precisão em qualquer anormalidade e de forma definitiva sem que a irregularidade volte a ocorrer.

Os indicadores de confiabilidade dos componentes da instalação (taxa de falha, tempo de reparo e outras) estão associados a tecnologia, tempo de vida e outras variáveis. A simples substituição de componentes por outros novos e com tecnologia atualizada trará benefícios importantes para o processo como um todo.

4-Potenciais de economia de energia x ganhos complementares

Os potenciais de mercado para a economia de energia no Brasil são muito expressivos. A tabela a seguir apresenta os potenciais por setores econômicos e energéticos.

POTENCIAL DE MERCADO PARA A ECONOMIA DE ENERGIA

ENERGIA ELÉTRICA			PETRÓLEO & GÁS		
Setor	Potencial		Setor	Potencial	
	TWh	R\$ milhões ^[1]		10 ³ TEP	R\$ milhões ^[2]
Industrial	9,9	1.292	Industrial Gás Natural	1.113	1.336
Saneamento	1,6	207	Transporte Diesel	2.702	3.245
Comercial	6,1	795	Comercial GLP	31	37
Residencial	8,1	1.056	Residencial GLP	571	686
Público	1,7	222	Público GLP	41	49
Iluminação pública	1,4	186	Agropecuário Diesel	480	577
Outros	3,3	423	Outros	1.080	1.297
TOTAL	32,2	4.181	TOTAL	6.017	7.227
Consumo total ^[3] [TWh]	390,0		Consumo total ^[3] [10 ³ TEP]	88.163	
Percentual do Consumo (%)	8,2%		Percentual do Consumo (%)	6,8%	

- 1) R\$ 130/MWh
2) US\$ 100/barril
3) Referência BEN 2007

5- Algumas conclusões:

Novos projetos de engenharia são cada vez mais "multi-focais", não bastando se atender a premissa inicial sem considerar o ambiente e os entornos. Aspectos de funcionalidade, operação, manutenção, segurança, eficiência energética, ações de sustentabilidade e economia de água e outros insumos, redução de custos globais e naturalmente aspectos sociais, não serão mais dissociados, e as novas matrizes de custos deverão considerar todas estas variáveis.

As ESCOS têm certamente um papel importante para o alcance das metas de aumento de eficiência energética nos próximos anos.

Elas podem ser o vetor para introdução de avanços tecnológicos que no futuro resultarão não apenas em "economia de energia" mas sobretudo no desenvolvimento sustentável do país.

Em uma nova visão dos aspectos econômicos de um projeto, uma ação isolada não trará mais resultados interessantes e um projeto poderá se tornar inviável se não for completo, isto é, com diversos focos de interesse.

As tecnologias de materiais e equipamentos em desenvolvimento e recente implantação consideram como fundamento o uso de fontes limpas e eficientes interligadas a sistemas de transmissão, distribuição e uso da energia absolutamente eficientes. Este conceito é cada vez mais privilegiado pela legislação dos países que "condenam ao desaparecimento" sistemas de baixo custo de aquisição, mas com alto custo para a sociedade, como é o caso das lâmpadas incandescentes e outras com baixo rendimento ou que contenham alta concentração de resíduos como o mercúrio.

O desenvolvimento tecnológico parecer ser cada vez mais intenso e a obsolescência de equipamentos e componentes de instalações ocorre cada vez mais rápida. Alguns tabus vêm sendo quebrados e áreas antes "não sujeitas" a ações de eficiência energética começam a fazer parte destes projetos, como é o caso das cargas de tecnologia de informação "TI". Os monitores LCD associados a processadores mais eficientes são grandes avanços também nesta área.

Não há outro caminho para o futuro da humanidade se não o da busca pelo incremento da eficiência energética e das fontes energéticas limpas. A conscientização humana aliada as ações de governos corajosos e progressistas, podem nos trazer um pouco de otimismo nesta direção. Este otimismo é também considerado no artigo de Al Gore quanto a geração de empregos e desenvolvimento econômico por intermédio de mecanismos de produção de energia limpa.